

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20200518

· 研究报告 ·

产业融合对北京密云浅山区的生态脆弱性影响*

胡艳霞, 郑瑞伦, 杨志臣, 候新村

(北京市农林科学院草业与环境研究发展中心, 北京 100097)

摘要 [目的] 北京浅山区(海拔100~500m)是自然与人文相互作用、相互影响最强烈的区域, 文章以北京密云浅山区为例, 探讨浅山区农业产业融合对周边环境的生态脆弱度影响。[方法] 实地调研了区域内典型融合型农业产业及其类型, 选择海拔高度、坡度、土壤耕层厚度、土壤养分、植被覆盖度等指标建立指标体系, 进行了前后相隔30年两个时间点生态脆弱度指数的核算和分析, 得出密云浅山区生态脆弱度的变化特点。[结果] 相对于1980年, 30年后密云浅山区生态脆弱度整体降低, 得益于北京市近年来出台的一系列生态环境保护政策和密云水库水源地生态涵养政策; 密云浅山区融合型产业主要包括综合型农业科技园、农业观光园、果蔬采摘园、民俗旅游村四大类型, 各占有30%、17%、17%和11%的比重。综合型农业科技园、面积较大的规模果园、设施蔬菜园、观光花园年产值收益较高, 加工产品、果品采摘收入、餐饮收入、门票收入是融合型农业收入的主要部分; 4种融合型产业生态脆弱度多处于中度脆弱以上, 农业科技园的生态脆弱度为Ⅲ级, 生态环境负效应明显, 农业观光园生态脆弱度为Ⅱ~Ⅳ级; 果蔬采摘园生态脆弱度多为Ⅰ~Ⅱ级, 该类园区在一定程度上起到了生态涵养的作用。民俗旅游村生态脆弱度多数为中等脆弱。[结论] 对生态环境具有正效应的融合型农业类型为: 经营模式为荒山开发、粗放管理的观光采摘果园, 这些产业的人为活动对生态环境的影响较弱。对生态环境具有负效应的融合型农业类型为: 精细化管理、高投入高产值、年均游客量大的规模化农业融合产业。这些产业改变了原始植被和土壤结构并建有配套的餐饮住宿设施, 生态环境有恶化的趋势。

关键词 浅山区 北京密云 产业融合 生态脆弱性 空间分布

中图分类号:F301.24 文献标识码:A 文章编号:1005-9121[2020]05146-08

0 引言

生态系统经过长期的发展与演化能够处于相对的平衡状态, 但突发的自然环境变化(如严重的自然灾害)及人类造成的强烈人为扰动(如大规模的破坏性开发)会打破生态系统平衡, 使生态系统处于脆弱状态^[1]。生态环境脆弱性是一个相对的概念, 绝对稳定的生态系统并不存在。任何生态系统因其物质组成、结构功能、能量大小等的不同, 其脆弱性也表现出很大的差异。Kochunov^[2]总结了各国研究人员对生态系统脆弱性的表述, 将生态系统脆弱的概念概括为“所观察到的代表固有的和不可弥补损失的环境变化”, 旨为无论其内部特征与外部表现如何, 只要生态系统在外界干扰下向着环境恶化的方向发展, 就应视为脆弱生态系统。自然因素决定了生态系统具有脆弱性的潜在可能, 而人为破坏会激化这种潜在性, 造成生态退化^[3-7]。但到目前为止, 有关脆弱性的形成、演化机制、评价指标体系等尚未形成完善的理论体系, 尤其针对特定敏感区域需要对脆弱生态系统的环境受体进行综合分析, 分析社会发展的整体生产能力与潜力以及环境能否被持续、稳定利用。

收稿日期: 2018-08-23

作者简介: 胡艳霞(1970—), 女, 河北衡水人, 博士、副研究员、国家注册咨询(投资)工程师。研究方向: 生态农业与区域可持续发展。Email: huyx2002@126.com

*资助项目: 北京市自然基金课题“北京浅山地带产业融合的生态学效应研究”(8132028); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项“生物质资源学科建设”(CKJCX20170207); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项“京津冀农业生态景观提升关键技术研究与示范”(KJCX20180707)

北京西部和北部山区是北京生态安全的屏障,浅山区(100~500m)是其主体。浅山区地貌、生境类型多样,动植物物种丰富,是山区农业人口和农业产业的集中分布区,也是山区文化遗产的集中分布带^[8],对于山区的环境与发展具有特别重要的意义。但日渐兴旺的生态旅游、融合型农业的迅猛发展和频繁的人员往来,有可能激化潜在的生态脆弱性,使该区域呈现出生态退化现象。20世纪80年代,昌平观光采摘桃园和大兴“西瓜节”兴办,开启了北京农业产业的融合发展萌芽。1993年,北京市农业与农村资源区划办公室编制的《北京农业区域开发总体规划》中第一次提出了“观光农业”的概念^[9]。之后,随着设施农业和都市农业的规模化发展,融合型产业特征逐渐明显,休闲观光农业进入了政府引导阶段,并成为北京市农业经济的新增长点^[10-14]。

以密云浅山区为例,密云浅山区面积超过10万hm²,位于北京市东北角,涵盖低山、丘陵、台地、河沟等多种地貌类型,同时,密云浅山区内水资源丰富,包含潮白河水系、蓟运河水系的多条河流,以及密云水库等多座人工水库,生态环境优美,产业融合发展迅速。2012年底,密云浅山区已有不同规模休闲农业与乡村旅游点1590余个,休闲农业与乡村旅游从业人员达到8.5万人,实现休闲旅游收入36.5200亿元^[15,16]。在农业产业融合过程中,不可避免地会产生资源、生态、环境的问题。比如,水资源的过度开采、生境破碎化趋势开始出现,使得浅山地带生态系统的完整性和连续性受到一定程度的威胁,进而造成浅山区生态系统不可逆转退化^[8]。但是,处于浅山区的密云水源保护区,还肩负着保护北京城市供水环境的重任,其生态环境质量的变化特别值得关注^[17-21]。为此,文章通过实地调研和比较分析区域内典型产业融合园区前后相隔30年生态因子的时空变化特点,建立区域生态脆弱度模型并对融合型农业分布点进行了生态脆弱度评价,以期提出产业融合对该区域生态脆弱性的影响及发展对策。

1 研究方法

1.1 实地调研

1.1.1 调查密云浅山区融合型产业的分布及其特征

分别于2010年10—11月、2013年10—11月对密云浅山区进行了走访调研,实地调查了密云浅山区(海拔高度均在100~500m)11个乡镇(环绕水库乡镇)的18个年产值在100万元以上的典型融合型产业。围绕每个产业周边选取5~7个样点填写调查问卷、采集土样(见1.1.2)。调查问卷有效填写120份,对每个样点的自然地貌条件、土地利用方式、种植管理制度、产业发展特点等进行了调查,涵盖海拔高度、地貌类型、立地条件、优势种、覆盖度、产业类型、产业规模、年产值等指标。调查问卷及部分样点图见图1。

1.1.2 数据获取与土壤样本采集

1980年密云县植被和土壤数据分别取自于1980年密云县林业普查数据(5600个小班数据)和1980年北京市土壤普查数据。2010年密云县植被覆盖度、土层厚度数据来自于密云县园林绿化局。

2010年土壤数据获取:将密云县浅山区行政区划图、土地利用现状图和密云水库断面图叠加,结合气候、地形、植被以及土壤和地质类型,并按融合产业区周边勘察布点的方式(见1.1.1)共采集120个土壤样本。对采集样本分别进行了土壤全氮含量、土壤有机质含量、土壤速效磷含量等指标的测试分析。

1.2 模型分析

1.2.1 单项指标选取及标准化

参照张百平先生“区域生态安全研究的科学基础与初步框架”中地带性值指标(植被片层结构、植被高度、植被盖度、土壤表层有机质含量、土壤厚度)^[22]、及广西西江流域生态脆弱性评价指标体系^[23]、山区县土地生态脆弱性指标体系等^[24-26],建立由海拔高度、地面坡度、土壤耕层厚度、土壤全氮含量、土壤有机质含量、土壤速效磷含量、植被覆盖度、优势树种平均高等指标组成的生态脆弱性指标体系。

需要对获得数据进行标准化处理,以便客观综合分析。各项指标与生态脆弱性有正向关系或逆向关系,当指标值增大,生态脆弱度随之增大为正向关系;反之,为逆向关系。该研究中海拔高度、地面坡度

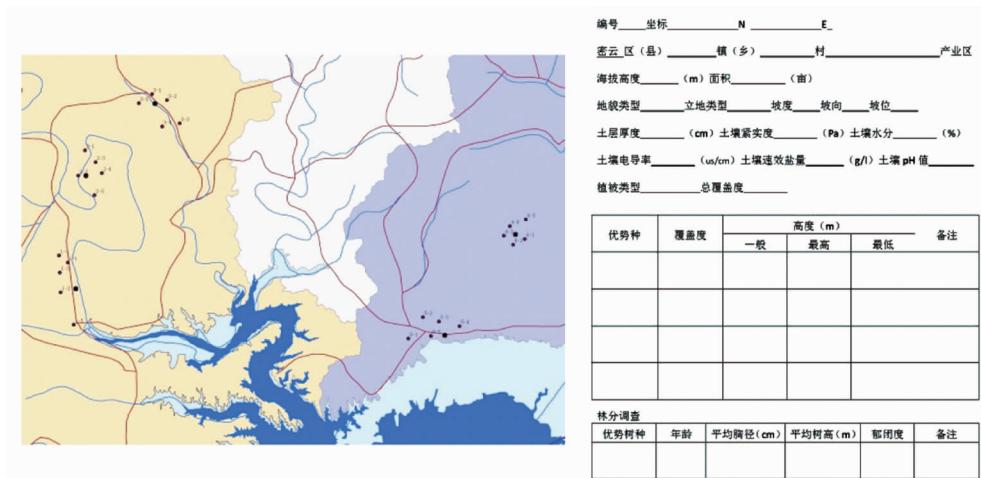


图 1 部分调研样点标识与问卷

与生态脆弱度为正向关系；土壤耕层厚度、土壤全氮含量、土壤有机质含量、土壤速效磷含量、植被覆盖度、优势树种平均高与生态脆弱度为逆向关系。指标与生态脆弱性正向关系与反向关系的不同，使得指标标准化的计算公式不同，依据前人的研究，与生态脆弱性有正向关系的指标应用公式（1）与生态脆弱性有逆向关系的指标应用公式（2）：

$$X'_i = \frac{X_i - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \quad (1)$$

$$X'_i = 1 - \frac{X_i - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \quad (2)$$

式（1）（2）中， X'_i 为第 i 个指标的标准化值， X_i 为第 i 个指标的初始值， $X_{i\max}$ 、 $X_{i\min}$ 分别为第 i 个指标在研究区内的最大值与最小值。

1.2.2 指标权重确定

为了明确各指标在生态环境中的相对重要性程度，采用数学方法确定因子权重。该研究使用因子分析法，得出各指标的公因子方差，通过计算各指标公因子方差占其公因子方差综合的比例得出各指标权重，主要步骤包括：

第一步，计算标准化数据的相关系数矩阵；

第二步，计算相关系数矩阵的特征值及特征向量；

第三步，将特征向量进行线性组合，提取主因子。

第四步，根据因子矩阵计算各指标因子相对于主因子的公因子方差 H_i ：

$$H_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}^2 \quad (i=1, 2, \dots, 8 \quad j=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式（3）中， H_i 为第 i 个指标的公因子方差， λ_{ij} 为第 i 个指标第 j 个主成分的特征值， n 为主成分总个数。

第五步，对各指标的公因子方差 H_i 进行归一化处理，即可得到各指标的权重：

$$W_i = \frac{H_i}{(\sum_{i=1}^8 H_i)} \quad (i=1, 2, \dots, 8) \quad (4)$$

式（4）中， W_i 为第 i 个指标的权重， H_i 为第 i 个指标的公因子方差。

1.2.3 生态脆弱度分布

在 ArcGIS 软件中，将指标因子的分布图统一于同一空间框架中，在空间分析模块中，利用式（5）

对各因子叠加运算。

$$E = \sum_{i=1}^8 X_i' W_i \quad (5)$$

式(5)中, E 为生态脆弱度指数, X_i' 为第 i 个指标的标准化值, W_i 为第 i 个指标的权重。

1.2.4 生态脆弱度分级

为了更加清晰地反映研究区生态脆弱度情况, 常按照生态脆弱度值进行分级, 目前尚没有统一的分级标准, 一般根据研究区的实际生态脆弱特征进行分级评价。已有的研究多将生态脆弱度分为 4 级, 也有人将其分为 5 级甚至更多^[20, 21]。该研究根据区域内生态脆弱度指数的大小, 结合已有的研究, 将生态脆弱度分为 4 级(表 3), 即轻度脆弱(<0.45)、中度脆弱($0.45\sim0.55$)、强度脆弱($0.55\sim0.65$)、极强度脆弱(>0.65)。运用 ArcGIS 软件中的 RECLASS 函数对已得到的生态脆弱度空间分布进行重分类, 可得到生态脆弱度分类图。

2 结果分析

2.1 密云浅山区融合型产业分布及特征

2.1.1 密云浅山区融合型产业分布

经实地调研, 密云浅山区典型融合型产业多分布于密云水库周边, 尤以密云水库东部、东南部为多, 分布见图 2。

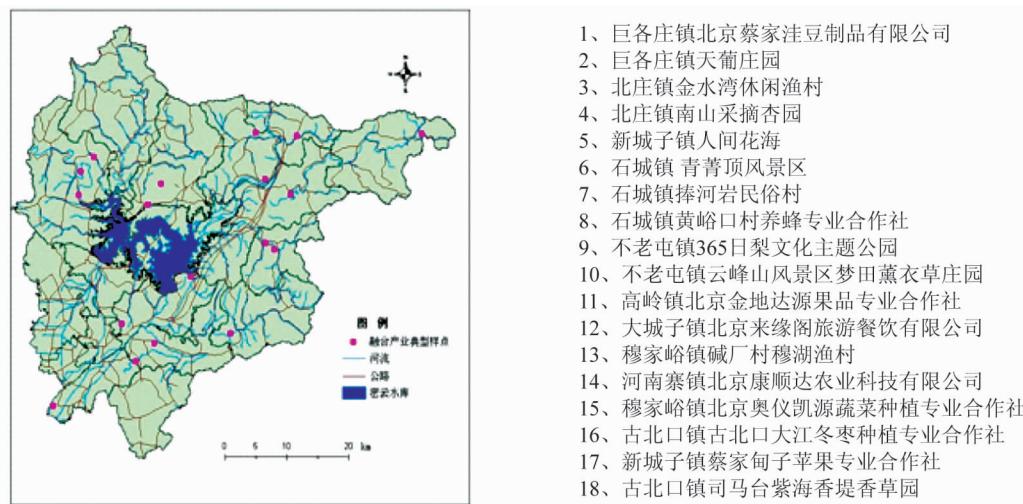


图 2 18 个典型融合型产业布局

2.1.2 密云浅山区融合型产业特征

密云浅山区融合型产业主要包括综合型农业科技园、农业观光园、果蔬采摘园、民俗旅游村四大类型。以葡萄、梨、板栗、鲜杏等干鲜果园为主的果品采摘园是密云浅山区融合型农业的主要类型, 所占比重为 30% 以上; 其次为综合型农业科技园和观光花卉产业, 各占有 17% 的比重; 观光休闲渔业、设施蔬菜和民俗村落, 所占比重为 11%。休闲果园、花园、蜂园、民俗村落等主要分布于库北和库东北, 库南以休闲渔业和蔬菜园为主; 综合型农业科技园, 如蔡家洼豆制品有限公司年产值效益最高, 达到 1 亿元。其次是面积大的果园, 如蔡家甸子苹果专业合作社, 年产量高, 占地约 167hm^2 , 年产值 1 250 万元。概括来讲, 综合加工、餐饮、观光为一体的综合型产业园区效益最佳, 其次是休闲果园和观光园。加工产品、果品收入、餐饮收入、门票收入是目前融合型农业收入的主要部分。

2.2 密云浅山区生态脆弱度的分布与变化

2.2.1 密云浅山区生态脆弱性因子权重

经计算,土壤有机质、土壤全氮、土壤速效磷含量权重最高,说明土壤养分含量对生态环境的影响最大,土壤养分流失越多,土壤侵蚀越严重,生态脆弱度越大。海拔高度影响水热资源的分配,也能直接或间接影响生物生存与分布,海拔高度占权重较高。详见表2。

2.2.2 密云浅山区生态脆弱度空间分布

经过对各因子的标准化转换与权重计算,利用GIS的空间计算与分析功能,得出研究区空间脆弱度的空间分布图,总体来看,2010年轻度脆弱的面积增大,与密云水源保护区长期生态环境保护有关,详见图3。

2.2.3 密云生态脆弱度变化分析

1980年生态脆弱度指数最大值为0.76,最小值为0.40,平均值为0.57;2010年生态脆弱度指数最大值为0.70,最小值为0.27,平均值为0.53。2010年生态脆弱度在强度脆弱以上的面积比1980年的面积减少了5.9800万hm²。整体来看,1980年以来脆弱度降低了,生态环境有所改善。

2010年轻度脆弱区占总面积(不含水库面积)的12.17%,中度脆弱的面积占48.82%,但强度脆弱与极强度脆弱的区域仍占到总面积的40%左右(表3)。可见生态状况与1980年相比没有得到根本改善,特别是密云水库东北部浅山区仍然是最为生态脆弱的区域(图3)。

表2 密云浅山区生态脆弱性因子权重系数

生态因子	主成分			公因子方差	权重
	1	2	3		
海拔高度	-0.885	0.009	0.156	0.808	0.140
地表坡度	-0.200	0.733	0.196	0.615	0.106
土壤耕层厚度	-0.512	0.503	0.311	0.612	0.106
土壤全氮	0.865	0.405	-0.005	0.912	0.158
土壤有机质	0.914	0.334	0.030	0.947	0.164
土壤速效磷	0.265	-0.166	0.886	0.883	0.153
植被覆盖度	0.247	-0.661	0.343	0.616	0.106
优势树种平均高	-0.060	0.609	0.107	0.356	0.067

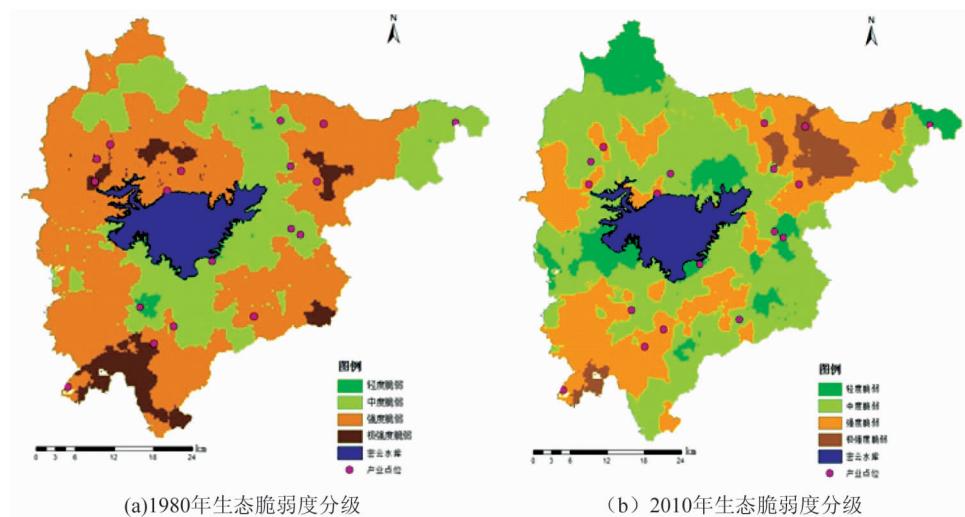


图3 1980年和2010年密云县生态脆弱度分级

2.2.4 融合型产业点对生态脆弱度的影响分析

18个典型融合产业点中,其中14个生态脆弱性指数下降(表4),4个产业融合点的生态脆弱度明显增加。经过30年的发展,大部分融合型产业周边生态脆弱性降低,呈现出生态环境良好趋势。

根据生态脆弱强度的分级,18个产业融合点中有2个产业区属轻度脆弱,分别为南山采摘杏园、蔡家甸子苹果专业合作社。采摘果园,改造了荒山植被,并且园区采摘时间固定,游客密度较小,未建设娱乐休闲设施,游客逗留时间减少,园区主要经济收入来自直接售卖果品。粗放的种植和经营管理,使得人为活动对生态环境的影响较弱;7个产业区属中度脆弱,其中北京奥仪凯源蔬菜种植专业合作社、北京金地

表3 1980年和2010年生态脆弱度分级

等级	生态脆弱度 分级	取值范围	1980		2010	
			面积 (km ²)	占总面积比例 (%)	面积 (km ²)	占总面积比例 (%)
I	轻度脆弱	<0.45	13.57	0.67	248.15	12.17
II	中度脆弱	0.45~0.55	631.95	30.99	995.53	48.82
III	强度脆弱	0.55~0.65	1 249.54	61.28	696.55	34.16
IV	极强度脆弱	>0.65	144.10	7.07	98.93	4.85

达源果品专业合作社的生态脆弱度值相对升高。蔬菜种植与果品种植合作社规模较大,北京奥仪凯源蔬菜种植专业合作社建有餐饮设施,金地达源果品专业合作社可以对产品进行初次加工。餐饮业及加工业的发展更加剧了浅山区生态脆弱程度;9个产业区属强度脆弱以上,天葡庄园、北京康顺达农业科技有限公司、古北口大江冬枣种植专业合作社均为精细化管理的果(菜)园,肥料与农药的投入较高,并建有配套的餐饮住宿设施,生态环境受到了较大影响;紫海香堤香草园改变了原始植被和土壤结构,同时,游客的大规模增加、园区基础设施及餐饮住宿设施的建设增大了生态风险。

综上,农业科技园生态脆弱度属于强度脆弱。园区高投入、高产值的规模化生产,过多地改变了生态环境,大量游客在园区停留,对土壤、植被形成了强烈的人为干扰,使得该类园区生态环境已处于非常脆弱的水平。农业观光园生态脆弱度从中度脆弱到极强度脆弱不等,农业观光园常通过改造荒地建设,因此大部分该类型生态脆弱性经过30年变化后有所下降。果蔬采摘园生态脆弱度较低,由于对生态环境改造较少、游客密度低,该类园区仍具有一定的生态承载力。民俗旅游村生态脆弱度多数为中等脆弱。

3 结论

该文实地调查了密云浅山区典型融合型产业的类型、布局等特性,选择海拔高度、坡度、土壤耕层厚度、土壤养分、植被覆盖度等指标建立指标体系,进行了前后30年两个时间点生态脆弱度指数的核算和分析,得出密云浅山区生态脆弱度的变化特点。

(1) 密云浅山区融合型产业包括综合型农业科技园、农业观光园、果蔬采摘园、民俗旅游村四大类型,各占有30%、17%、17%和11%的比重。综合型农业科技园、面积较大的规模果园、设施蔬菜园、观光花园年产值收益较高,达到千万元。加工产品、果品采摘收入、餐饮收入、门票收入是目前融合型农业收入的主要部分。

(2) 密云浅山区4种融合型产业生态脆弱度多处于中度脆弱以上,农业科技园的生态脆弱度为Ⅲ级,生态环境负效应明显;农业观光园生态脆弱度为Ⅱ~Ⅳ级;果蔬采摘园生态脆弱度多为Ⅰ~Ⅱ级,该类园区在一定程度上起到了生态涵养的作用。民俗旅游村生态脆弱度多数为中等脆弱。

表4 1980年和2010年典型融合型农业生态脆弱度指数

类别	企业	1980	2010	脆弱度分级
农业科技园	北京康顺达农业科技有限公司	0.59	0.60	Ⅲ
	北京蔡家洼豆制品有限公司	0.59	0.57	Ⅲ
	天葡庄园	0.56	0.55	Ⅲ
农业观光园	青菁顶风景区	0.70	0.58	Ⅲ
	365日梨文化主题公园	0.62	0.55	Ⅲ
	云峰山风景区梦田薰衣草园	0.61	0.51	Ⅱ
果蔬采摘园	紫海香堤香草园	0.62	0.66	Ⅳ
	人间花海	0.65	0.61	Ⅲ
	北京奥仪凯源蔬菜种植专业合作社	0.44	0.54	Ⅱ
民俗旅游村	南山采摘杏园	0.53	0.41	I
	北京金地达源果品专业合作社	0.54	0.53	Ⅱ
	古北口大江冬枣种植专业合作社	0.53	0.58	Ⅲ
民俗旅游村	蔡家甸子苹果专业合作社	0.47	0.40	I
	穆湖渔村	0.48	0.45	Ⅱ
	北京来缘阁旅游餐饮有限公司	0.56	0.52	Ⅱ
民俗旅游村	捧河岩民俗村	0.63	0.49	Ⅱ
	黄峪口村养蜂专业合作社	0.65	0.56	Ⅲ
	金水湾休闲渔村	0.52	0.48	Ⅱ

(3) 相对于 1980 年, 30 年后密云浅山区生态脆弱度整体降低, 得益于北京市近年来出台的一系列生态环境保护政策和密云水库水源地生态涵养政策。

(4) 对生态环境具有正效应的融合型农业类型为: 经营模式为开发荒山、粗放型观光采摘果园, 这些产业多为粗放的种植和经营管理, 人为活动对生态环境的影响较弱; 对生态环境具有负效应的融合型农业类型为: 精细化管理、高投入高产值、年均游客量大的规模化农业融合产业。这些产业改变了原始植被和土壤结构并建有配套的餐饮住宿设施, 生态环境有恶化的趋势。该类型产业发展中, 理应秉承因地制宜的原则, 保持坡面、坝台等边角区域的原始植被和土壤地貌, 大面积种植的植物宜首选乡土景观经济型植被, 比如酸枣、荆条是北京山区的典型植被, 浅山地貌的边角宜保留该植被, 发展蜜蜂产业, 一举多得。配套的餐饮等设施, 需引进先进技术对废弃资源予以生态循环处理, 将人为干扰降至最低。

参考文献

- [1] 杨飞, 马超, 方华军. 脆弱性研究进展: 从理论研究到综合实践. 生态学报, 2019, 39 (2): 1–13.
- [2] Kochuno B. 脆弱生态的概念及分类. 地理译报, 1993 (1): 36–43.
- [3] 林金煌, 胡国建, 祁新华, 等. 闽三角城市群生态环境脆弱性及其驱动力. 生态学报, 2018, 38 (12): 4155–4166.
- [4] 田超, 杨夏捷, 鞠园华. 吉林省西部地区生态脆弱性的动态评价. 水土保持研究, 2018, 25 (4): 298–303.
- [5] 郭兵, 孔维华, 姜琳, 等. 青藏高原高寒生态区生态系统脆弱性时空变化及驱动机制分析. 生态科学, 2018, 37 (3): 96–106.
- [6] 庞立华, 孔范龙, 郑敏, 等. 胶州湾海岸带生态脆弱性时空变化分析. 华东师范大学学报(自然科学版), 2018 (3): 222–233.
- [7] 刘丽, 张吴平, 毕如田, 等. 黄土丘陵矿区生态脆弱性评价——以晋城市长河流域为例. 山西农业科学, 2018, 46 (5): 810–814.
- [8] 俞孔坚, 袁弘, 李迪华, 等. 北京市浅山区土地可持续利用的困境与思路. 中国土地科学, 2009, 23 (11): 3–8.
- [9] 尹丹峰, 徐峰. 北京市观光农业发展现状与分析. 农业科技与信息(现代园林), 2013 (2): 20–23.
- [10] 郭腾云. 北京产业结构演变与发展阶段的灰色关联判断. 地理科学进展, 2010, 29 (2): 193–198.
- [11] 李卫芳. 北京都市型现代农业发展评价及对策研究 [博士论文]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [12] 李俊岭. 我国多功能农业发展研究——基于产业融合的研究. 农业经济问题, 2009 (3): 4–7.
- [13] 梁伟军. 我国现代农业发展的路径分析: 一个产业融合理论的解释框架. 求实, 2010 (3): 69–73.
- [14] 王振如, 钱静. 北京都市农业生态旅游和文化创意产业融合模式探析. 农业经济问题, 2009 (8): 14–18.
- [15] 密云县农村工作委员会. 密云县休闲农业与乡村旅游发展报告, 2012.
- [16] 密云县农村工作委员会. 密云国际绿色休闲旅游产业综合示范区规划建设方案, 2012.
- [17] 付可, 胡艳霞, 谢建治. 基于非点源污染的密云水库保护区水环境容量核算及其分配. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (4): 10–17.
- [18] 王丽娟, 杨扬, 郑娟娟, 等. 施肥对北京山区农田地表氮磷流失的影响——以密云水库流域为例. 中国水土保持科学, 2017, 15 (1): 97–104.
- [19] 鲁珉涛, 刘芳, 姚宏, 等. 北京密云水库小流域地下水硝酸盐污染来源示踪. 环境化学, 2016, 35 (1): 180–188.
- [20] 王雪超, 位贺杰, 鲁纳川, 等. 生态系统服务供给消耗的平衡与盈余——以密云县为例. 北京师范大学学报(自然科学版), 2017, 53 (3): 366–377.
- [21] 许尔琪, 张红旗. 密云水库上游流域土地利用与地表径流营养物的关系. 应用生态学报, 2018, 29 (9): 2869–2878.
- [22] 张百平, 姚永慧, 朱运海, 等. 区域生态安全研究的科学基础与初步框架. 地理科学进展, 2005, 24 (6): 1–7.
- [23] 王钰, 胡宝清. 西江流域生态脆弱性时空分异及其驱动机制研究. 地球信息科学学报, 2018, 20 (7): 947–956.
- [24] 魏明欢, 胡波洋, 张贵军, 等. 山区县土地生态脆弱性动态变化分析——以青龙满族自治县为例. 水土保持研究, 2018, 25 (4): 322–327.
- [25] 龚新蜀, 韩美玲. 干旱区生态脆弱性变化趋势及影响因素——以新疆为例. 江苏农业科学, 2018, 46 (3): 215–218.
- [26] 张金茜, 李红瑛, 曹二佳, 等. 多尺度流域生态脆弱性评价及其空间关联性——以甘肃白龙江流域为例. 应用生态学报, 2018, 29 (9): 2897–2906.

THE EFFECT OF AGRICULTURAL INDUSTRY AMALGAMATION ON ECOLOGICAL VULNERABILITY IN MIYUN SHALLOW MOUNTAIN AREAS OF BEIJING *

Hu Yanxia, Zheng Ruilun, Yang Zhichen, Hou Xincun

(Research & Development Center for Grass and Environment, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences,
Beijing 100097, China)

Abstract The shallow mountain areas of Beijing (100 ~ 500m above sea level) are characterized by strong interaction between land and human beings. This paper took the shallow mountain areas of Miyun county in Beijing as an example to explore the impact of agricultural industry amalgamation on the ecological vulnerability of the shallow mountainous areas. The typical integration of agriculture and industry and its types were conducted by field investigation. The index system was established by including altitude, slope, thickness of soil tilling layer, soil nutrient, vegetation coverage, etc. The ecological vulnerability indexes were calculated and analyzed for two time periods with an interval of 30 years, and the change characteristics of ecological vulnerability in Miyun shallow mountain areas were obtained. The ecological fragility of Miyun shallow mountainous areas was shown to had reduced, which benefited from a series of ecological protection policies of the Miyun reservoir. Four main types of integrated agricultural industry had been identified, including science & technology park, agricultural sightseeing garden, fruit and vegetable picking garden and tourism villages, with a proportion of 30%, 17%, 17%, and 11%, respectively. The comprehensive agricultural science & technology park, large scale orchards, facilities vegetable garden and sightseeing garden had higher annual outputs and incomes, and product processing, fruit picking, catering and the ticket incomes were the main part of the integration agriculture incomes. The four kinds of integrated industries were all above moderate fragility grade, the agricultural science & technology park was in fragility grade III, and its negative effect of ecological environment was obvious. Agricultural tourism garden was in fragility grade II-IV; fruit and vegetable picking garden was in fragility grade I-II, which played the role of ecological conservation to some extent. The tourism villages were mostly medium fragile. Such integrated agriculture as sightseeing and picking orchards based on barren mountain utilization, has positive effect on ecological environment; while integrated agriculture, such as fine management, high input and high output, large-scale agricultural integration industry, could change the original vegetation and soil structure and set up a complete set of catering and accommodation facilities, and as a result, deteriorate the land, or exert negative effect on the local ecological environment.

Keywords shallow mountain area; Miyun county; industrial convergence; ecological vulnerability; spatial distribution