

黄土丘陵区农业生态经济系统耦合特征分析 ——以河庄坪镇为例

夏雨¹, 王继军^{1,2}, 连坡¹, 韩晓佳^{2,3},
温昕^{2,3}, 李怡凤¹, 马玲娜¹, 孙在伟⁴

(1.西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2.中国科学院 水利部 水土保持研究所,
陕西 杨凌 712100; 3.中国科学院大学, 北京 100049; 4.北京恒华伟业科技股份有限公司, 北京 100094)

摘 要:针对退耕还林工程及城镇化发展后河庄坪镇农业生态经济系统耦合关系不完全清楚的现实,在明确河庄坪镇功能分区的基础上,借鉴系统耦合思想,用空间布局样本替换时间样本,建立了农业生态经济系统耦合度模型,对河庄坪镇各个生态功能区以及内部的农业生态经济系统耦合态势进行了分析。结果表明:(1)河庄坪镇可划分为 3 个功能区域:“三产”城郊融合区、链式果园产业主导区、设施农业-劳务主导区。(2)河庄坪镇城郊型农业生态经济系统耦合态势过程可以划分为 4 个类型:协调发展类型、耗损发展类型、钳制发展类型、提升修复类型。(3)各个分区内各行政村的协同程度不完全一致,且农业生态经济系统耦合关系覆盖了 3 种类型,分别为协调发展、耗损发展和钳制发展。其中耦合关系为协调发展类型的行政村居多;小沟村农业生态经济系统耦合关系为耗损发展类型,李家洼农业生态经济系统耦合关系为钳制发展类型,其他均为协调发展类型。(4)相近生态系统背景下,资源利用率不同以及产业与资源一致性不同,造成经济系统与生态系统耦合程度不同。研究结果为明确表征城郊型乡村农业生态经济系统耦合过程并设计协同发展模式提供了参考。

关键词:空间耦合度; 农业生态经济系统; 河庄坪镇; 城郊型乡村

中图分类号:S181; Q14; X24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2022)03-0344-07

Analysis and Diagnosis of the Coupling Status of Agricultural Eco-Economic System in Hezhuangping Town

XIA Yu¹, WANG Jijun^{1,2}, LIAN Po¹, HAN Xiaojia^{2,3},
WEN Xin^{2,3}, LI Yifeng¹, MA Lingna¹, SUN Zaiwei⁴

(1.Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2.Institute of Soil and Water Conservation,
Chinese Academy of Sciences and ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3.University of Chinese
Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4.Beijing-Based Henghuaweiye Tech Co., Ltd., Beijing 100094, China)

Abstract:In response to the fact that the coupling relationship between Hezhuangping Town's agricultural eco-economic system is not completely clear after the project of returning farmland to forest and urbanization development, on the basis of clarifying the functional zoning of Hezhuangping Town, learning from the system coupling idea and replacing it with spatial layout samples time sample, the coupling degree model of agricultural eco-economic system was established to analyze the coupling situation of various ecological function areas in Hezhuangping Town and the internal agricultural eco-economic system. The results show that: (1) Hezhuangping Town can be divided into three functional areas: the 'tertiary industry' suburban integration area, the chain-type orchard industry leading area, and the facility agriculture-labor service leading area; (2) the coupling situation process of suburban agricultural eco-economic system in Hezhuangping Town can be divided into four types: coordinated development type, depletion development type, restrained development type, and Improve repair type; (3) the degree of coordination among the administrative villages in each

收稿日期:2021-08-16

修回日期:2021-09-02

资助项目:黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(A314021402-2018);延安山仑院士工作站科研项目

第一作者:夏雨(1995—),女,陕西咸阳人,硕士研究生,研究方向为流域管理。E-mail:605488362@qq.com

通信作者:王继军(1964—),男,陕西渭南人,研究员,主要从事生态经济研究。E-mail:jjwang@ms.iswc.ac.cn

连坡(1962—),男,陕西宝鸡人,副教授,研究方向为应用数学与数量经济。E-mail:lianpo3608@163.com

district is not completely consistent, and the coupling relationship of the agricultural eco-economic system covers three types: coordinated development, depletion development, and restrained development, among which the coupling relationship is mostly administrative villages of the coordinated development type, the coupling relationship of the agricultural eco-economic system in Xiaogou Village is the depletion development type, the coupling relationship of the Lijiawa agricultural eco-economic system is the restrained development type, and the others are the coordinated development type; (4) in the context of similar ecosystems, different resource utilization rates and different industry and resource consistency result in different degrees of coupling between the economic system and the ecosystem. These research results can provide the reference for clearly characterizing the coupling process of suburban rural agricultural eco-economic system and designing a collaborative development model.

Keywords: spatial coupling degree; agricultural eco-economic system; Hezhuangping township; suburban countryside

新时代背景下,黄土高原发展需求已从减少水土流失,增加粮食供给能力,转为提升生态环境质量,改善人居环境,增加经济收入,促进城乡社会经济繁荣^[1]。为此,推动黄河流域生态保护和高质量发展^[2]成为生态治理与经济发展的核心,“绿水青山就是金山银山”以及“绿色发展”等理念成为人类行为的规制。而实现生态保护与经济发展的有机统一是全面步入绿色循环、高质量发展道路的重要路径。这就需要明确生态系统与经济系统的耦合态势。

随着退耕还林、封山育林的实施以及城镇化的发展,生态经济系统运动轨迹发生了改变^[3-4],形成新的乡村生态经济耦合系统,其中关于城郊型乡村生态经济系统耦合态势的变化尤为突出。且目前,关于城郊型乡村生态经济系统耦合研究较少,缺失对城郊型乡村系统耦合态势的分析以及产业与资源协调性的判断。为实现农业资源合理配置,农业产业升级、结构优化、持续发展以及构建有效良性的城郊型乡村生态经济发展模式奠定基础,探讨城郊型乡村生态经济耦合现状具有重要的现实意义。

关于系统耦合关系的研究比较成熟,最为常用的方法是耦合度模型。王继军等^[5]通过构建农业经济系统与农业生态系统耦合度模型,并计算和分析了纸坊沟流域 70 a 来的农业经济系统与农业生态系统耦合态势演变过程,并将耦合过程划分了 4 个,结果表明纸坊沟流域从 1938—2008 年先后经历了第Ⅰ阶段、第Ⅱ阶段和第Ⅲ阶段,且目前处于第Ⅲ阶段。李玥等^[6]参照相关研究结果建立了退耕系统与农业生态经济社会系统耦合模型,分析了安塞县农业生态与经济发展耦合度,将退耕与农业生态经济社会系统协同性关系划分为“协作推进与发展—相悖—无序失衡—提升发展”4 个阶段。刘耀彬等^[7]运用灰色关联分析法构建出区域城市化与生态环境交互作用的耦

合度模型,大致将全国省区划分为协调、磨合、拮抗和低水平耦合等 4 种类型。江红莉等^[8]运用耦合度模型对江苏省经济与生态环境系统的协调发展进行了研究,结果表明,经济与生态环境处于协调发展状态,但协调耦合度经历了“九五”期间的快速下降和 2001 年后逐渐上升两个阶段。然而以上均以时间序列进行研究,以空间排列的样本构建耦合度模型,诊断不同耦合程度的相关研究较少。本文采取耦合度模型,以各个村域生态系统的数值从小到大进行排序,并在研究区域的功能分类的基础上,采用耦合度模型来研究各个生态功能区的农业系统耦合特征,同时旨在以空间样本代替时间样本研究系统耦合,具有重要的理论意义。

基于以上背景,选取三产融合的典型代表乡镇——延安市宝塔区河庄坪镇,在生态功能区分类的基础上,运用“耦合度”模型通过对其生态经济系统耦合特征分析与诊断,明确各个生态功能区内生态经济系统的耦合关系,从而提高农业资源与产业协调度、促进城郊型乡村生态经济系统良性循环。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

河庄坪镇地处陕北黄土高原丘陵沟壑区,位于革命圣地延安市北部,南距市中心 8 km^[9],属于典型继承型和继承—侵蚀混合型的黄土梁峁沟壑区,地表破碎,沟壑纵横^[10],西北干旱气候。2015 年 6 月份被列入国家建制镇示范试点、被定位为延安市城市副中心^[9]。镇域总面积 102 km²,平均气温 9.4℃,平均降雨量 507.7 mm,降雨主要集中在夏季,全镇辖 15 个行政村、27 个自然村、2 个社区,2020 年总人口 3.5 万人,其中农业人口 9 912 人。2020 年全镇农民人均纯收入为 17 660 元(图 1)。

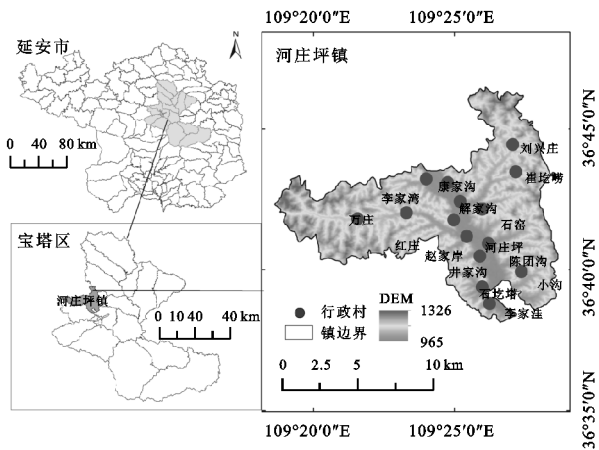


图 1 研究区位置

1.2 研究思路

以河庄坪镇生态系统服务价值和生态潜力的空间分布为基础^[11],结合实际调研情况,按照村落空间布局和各行政村的主导产业划分,明确河庄坪镇的功能分区;在此基础上,分析并讨论乡村生态经济系统关系,明确城郊型乡村生态经济系统的协同、各个功能区之间以及内部的耦合态势,并进行诊断。

1.3 研究方法

在划分生态功能区的基础上,运用耦合度模型进行问题研究。按照系统耦合思想,用空间布局样本替换时间样本,以河庄坪 15 个村生态系统的量化值从小到大对各个样点值进行排序,建立耦合度模型,揭示河庄坪镇各个生态功能区的农业生态经济系统耦合特征。

农业生态系统(el)与农业经济系统(en)的一般函数可以表示为^[12]:

$$el = \sum_{i=1}^n l_i x_i \quad i=1,2,\dots,n \tag{1}$$

$$en = \sum_{i=1}^n n_i y_i \quad i=1,2,\dots,n \tag{2}$$

式中: x_i, y_i 为两系统中的元素; i, n 为各元素的权重。

农业生态系统与农业经济系统耦合为一个复杂系统,按照一般理论,其复合系统表征方程为:

$$V_{el} = \frac{del}{dt} \tag{3}$$

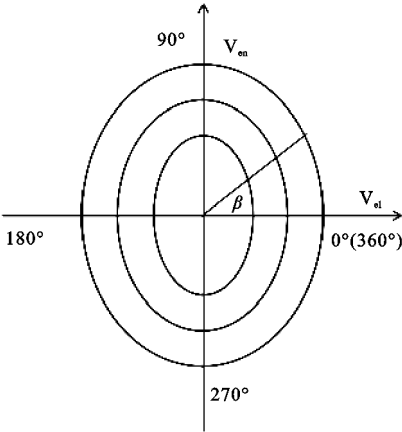
$$V_{en} = \frac{den}{dt} \tag{4}$$

式中: el, en 为受自身与外界影响下农业生态系统与农业经济系统的状态; V_{el}, V_{en} 分别为其基于前一个样本的变化速度,则整个系统的变化速度(V)为:

$$V = f(V_{el}, V_{en})$$

农业生态经济系统的变化可在二维平面上进行分析,以 V_{el}, V_{en} 分别为横、纵坐标, $V(V_{el}, V_{en})$ 的分布轨迹为椭圆形。其中 β 的取值变化可确定农业生态经济系统的状态,所以可以把 β 称为农业生态系统

与农业经济系统的耦合度($^\circ$)(图 2)。



注: β 为农业生态系统与农业经济系统的耦合度($^\circ$); vel 为农业生态系统演化速度; ven 为农业经济系统演化速度。

图 2 农业生态系统与农业经济系统耦合示意图

1.4 数据来源

基于河庄坪独特的区位优势以及退耕还林还草工程的实施,以 2020 年为基础,探讨三产融合背景下河庄坪镇生态经济系统耦合特征。

分析过程中所用到的数据来源于河庄坪镇政府农村集体资产清产核资报表以及镇政府提供的相关统计数据、2020 年 8 月农户随机抽样调查,调查区域覆盖河庄坪镇 15 个行政村 27 个自然村。调查方式采取与农户交互式问答。调查内容包括:农户基本情况、退耕范围及其利用情况、土地变更、收入变化情况、数字农业技术使用情况、水土保持技术实施前后的认识等。课题组 4 名成员调查持续半个月,每户大约 2h,共调查 170 户,有效问卷 160 户。

在功能分区基础上,通过河庄坪镇政府提供的相关统计数据进一步分析。由于数据量纲各异,为了使其具有可比性,通过极差标准化^[13]以及标度值打分的方式对河庄坪镇政府提供的相关统计数据进行无量纲化处理,其值介于 0~1 间。

2 河庄坪镇生态—经济功能区划分

退耕还林工程实施以来,河庄坪镇林地覆盖率不断提高,生态环境得到改善,生态资源不断增加;同时出现生态资源未得到有效以及高效利用的现象。伴随着近年城镇化建设的推进,近郊型的河庄坪镇的“三产”得以快速建立、经济得到快速发展且各村主导产业得到建立。韩晓佳等^[11]以农业生态经济系统生态潜力以及产业空间布局为主线将研究区域划分为城镇生态环境维护区(第Ⅰ类型区)、农业生态保护区(第Ⅱ类型区)、生态安全屏障区(第Ⅲ类区)3 个区域。根据河庄坪现实情况,以河庄坪各行政村的主导产业为核心、参照韩晓佳等研究及“三生”(生态、生产、生活)理念,按照不同的生态功

能,可将研究区域划分为城郊“三产”融合区、链式果园产业主导区、设施农业产业主导区(图 3)。

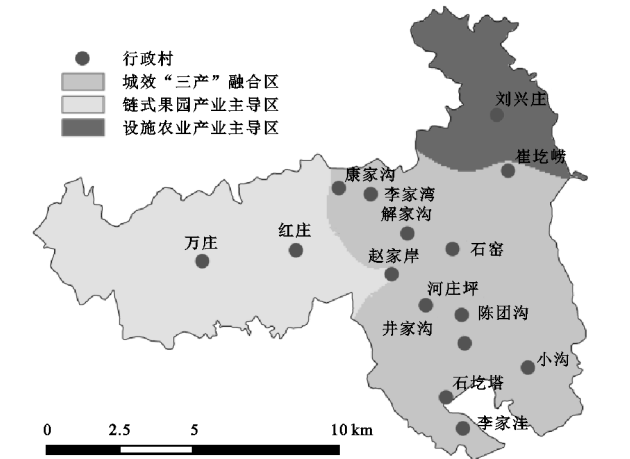


图 3 河庄坪镇生态—经济功能分区

对应韩晓佳的划分,第Ⅰ类型区为城郊“三产”融合区。该区域分布在川道两侧,建设用地占比多,常居人口比重大,受城镇化影响最大,以劳务输出以及商贸服务为主。第Ⅱ类型区为链式果园产业主导区,该区域农田覆盖面积大,以种植山地果园为主。从配备追踪果树生长数字媒体种植期,到收割附带娱乐采摘,再到互联网销售形成完整“种植—管护—销售”流程。第Ⅲ类为设施农业主导区,该区域以种植大棚蔬菜、大棚瓜果为主,养殖兼劳务输出为辅。

3 结果与分析

3.1 城郊型乡村农业生态经济系统表征指标体系的构建

城郊型乡村农业生态经济系统包括农业生态系统与农业经济系统,其本质内容是整合生态资源与农业产业。产业布局受到经济效益的影响,生态环境的改善能够增大农业资源数量、提高农业资源质量,促进农业生态经济系统良性循环。因而,在参考已有相关研究成果的基础上^[5,12],结合河庄坪镇经济发展现状与生态环境实际情况,综合客观性、代表性以及科学性原则,构建了城郊型乡村农业生态经济系统综合评价指标体系。其中选取农业资源、生态环境、产业态势、经济效益作为一级指标;选择农业商品率、农业产投比等 15 个指标作为二级指标(表 1)。

综合评价指标体系中各个指标的重要程度通过权重表示。本文通过专家咨询法与层次分析法,经过一致性检验,确定各项指标权重的赋值。

3.2 城郊型乡村农业生态经济系统耦合度模型建立

通过已经标准化的数据,利用公式(1—2)计算各个行政村的农业生态系统(el)与农业经济系统(en)综合指数。为实现黄河流域生态保护和高质量发展、

推进乡村振兴与城镇化融合以及坚持两山论,保证生态功能稳定提升基础上发展经济,本文以各个村域的农业生态系统数值从小到大进行排序, s 表示样本分布情况,并去掉石屹塔村域极端值,得出农业生态经济系统和农业经济系统的综合指数。

表 1 河庄坪镇农业生态经济系统综合评价指标体系与权重

子系统	一级指标	权重	二级指标	权重
生态系统	生态环境	0.47	人口密度(X_1)	0.41
			可灌溉面积(X_2)	0.28
			林草面积率(X_3)	0.31
	农业资源	0.53	农林牧土地利用结构(X_4)	0.25
			人均基本农田(X_5)	0.38
经济系统	产业态势	0.41	果园地比重(X_6)	0.16
			牧草地比重(X_7)	0.21
			工副业比重(X_8)	0.23
			农业产业链与资源量相关度(X_9)	0.28
	经济效益	0.59	农业劳动力/总劳动力(X_{10})	0.22
			商品加工(贮藏)率(X_{11})	0.27
			农产品商品率(X_{12})	0.31
			人均纯收入(X_{13})	0.33
			人均粮食产量(X_{14})	0.14
			农业产投比(X_{15})	0.22

由图 4 可以看出,以各村生态系统综合指数排序,河庄坪镇各村农业生态系统综合指数发展曲线与农业经济系统发展曲线都呈增长趋势。总体上,河庄坪镇各个行政村的农业生态系统指数高于农业经济系统指数。

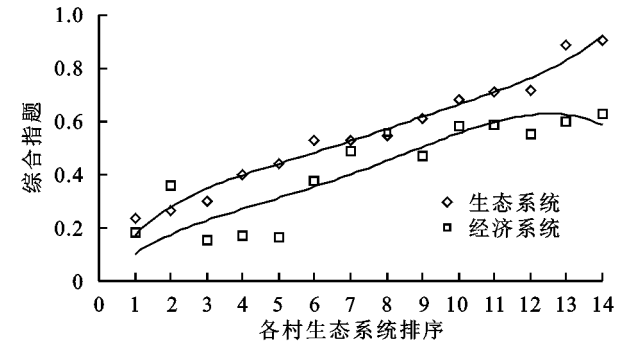


图 4 河庄坪镇各村农业生态系统与农业经济系统综合指数变化情况

利用式(3—4),对农业生态系统和农业经济系统综合指数对计算结果进行非线性拟合,得到:

$$V_{el} = \frac{del}{ds} = -0.000095369s^4 + 0.003049024s^3 - 0.032589051s^2 + 0.13207668s - 0.109432607 \quad (R^2 = 0.986) \quad (5)$$

$$V_{en} = \frac{den}{ds} = 0.00060358s^3 - 0.016099599s^2 + 0.12608293s - 0.231798512 \quad (R^2 = 0.85) \quad (6)$$

式中: V_{el} 、 V_{en} 分别为各个村域与前一个村相比的农业生态系统变化速度和农业经济系统变化速度; s 取值范围为 1~14,是以各个行政村的农业生态系统综合指数按照从小到大排列的样本分布情况。

利用公式(5—6)计算得出农业生态系统和农业经济系统耦合度。根据生态功能区划分以及河庄坪实际情况,对石屹塔的耦合度大致判断在第一象限。由表 2 可以发现,河庄坪镇各行政村农业生态系统与农业经济系统耦合度分布在 $4^{\circ}\sim 267^{\circ}$ 。

表 2 河庄坪镇各行政村农业生态系统与农业经济系统耦合度

村名	s	V_{en}	V_{el}	$\tan(V_{en}/V_{el})$	$\beta/(^{\circ})$
李家洼	1	-0.121211601	-0.006991323	17.33743399	266.6989136
小沟	2	-0.039202408	0.047230837	-0.830017219	140.3067427
井家湾	3	0.017850547	0.068094733	0.262142844	14.68915788
石窑	4	0.053568744	0.068172369	0.785783812	38.15968953
河庄坪	5	0.071573663	0.057746893	1.239437471	51.10279888
李家湾	6	0.075486784	0.044812597	1.684499205	59.30458806
崔屹崂	7	0.068929587	0.035074917	1.965210267	63.03066854
解家沟	8	0.055523552	0.031950433	1.737802802	60.0821865
刘兴庄	9	0.038890159	0.036566869	1.063535382	46.76355569
康家沟	10	0.022650888	0.047763093	0.474234112	25.37190359
赵家岸	11	0.010427219	0.062089117	0.16793956	9.533267833
陈团沟	12	0.005840632	0.073806097	0.079134817	4.524661805
万庄	13	0.012512607	0.074886333	0.167087992	9.485808322
红庄	14	0.034064624	0.055013269	0.619207413	31.76609862

3.3 系统耦合关系划分

参考已有研究结果^[13],将河庄坪农村农业生态经济系统耦合关系划分为 4 个类型。(表 3)

表 3 河庄坪镇农业生态经济系统系统耦合态势及其特征

系统耦合类型	耦合度/ $(^{\circ})$
	$0<\beta\leq 30^{\circ}$
协调发展	$30^{\circ}<\beta\leq 60^{\circ}$
	$60^{\circ}<\beta\leq 90^{\circ}$
耗损发展	$90^{\circ}<\beta\leq 180^{\circ}$
钳制发展	$180^{\circ}<\beta\leq 270^{\circ}$
提升修复	$270^{\circ}<\beta\leq 360^{\circ}$

由表 3 可知:当 $0^{\circ}\leq\beta<90^{\circ}$ 时,河庄坪农业经济系统与生态系统耦合关系为协调发展类型。在此类型中,经济发展与生态系统供给能力相辅相成、协调统一。 $\beta=45^{\circ}$ 时,城郊型农村农业经济系统与生态系统协调性最佳,且协调性呈现沿向 45° 两边递减趋势。其中 $0<\beta\leq 30^{\circ}$ 时,经济发展滞后于生态系统改善; $30<\beta\leq 60^{\circ}$ 时,双系统均衡发展期; $60<\beta\leq 90^{\circ}$ 时,生态发展滞后,存在潜在发展危机。

当 $90^{\circ}<\beta\leq 180^{\circ}$ 时,农业经济系统与生态系统为耗损发展类型。此时,经济发展以大量消耗农业资源为基础,生态系统供给随着资源被掠夺式利用而降

低。随着 β 的增大,每单位的生态系统供给所带来的边际效益呈递减状。即,在该阶段,依靠消耗生态资源而发展的农业经济随着生态系统供给总量的减少,出现下降趋势。生态环境受到破坏,农业经济出现低效益、缓增长。 $\beta=180^{\circ}$ 时,每单位农业经济增长幅度等于 0,生态经济系统失调度达到临界点。

当 $180^{\circ}<\beta\leq 270^{\circ}$ 时,河庄坪农业经济系统与生态系统为钳制发展类型。此时,河庄坪农业经济系统与生态系统处于内耗,农业经济的发展继续缩小且生态环境逐渐恶化。随着耦合度 β 的增大,生态资源供给严重不足,每单位农业经济增长幅度出现负值,经济发展严重受到限制。

当 $270^{\circ}<\beta\leq 360^{\circ}$ 时,河庄坪农业经济系统与生态系统为提升修复类型。这一类型中,经济低速发展,生态系统重创后得以重建。

3.4 河庄坪镇农业生态经济系统功能各区特征分析

3.4.1 各功能区下的农业生态经济系统耦合特征

根据表 2 与表 3,参照已有生态功能区划分,可发现:设施农业产业主导区与链式果园产业主导区整体上农业生态经济系统耦合关系均为“均衡发展”类型;“三产”城郊融合区行政村多数农业生态经济系统耦合关系为“均衡发展”类型、个别行政村为“耗损发展”和“钳制发展”类型。“三产”城郊融合区受城镇化的影响,经济以第三产业为主兼少量的高效农业。该区域为河庄坪镇生活空间,生活环境较好,人员相对集中。在劳动力迁入以及城镇化的基础上,该区域资源利用率得到飞速提高,经济系统与生态系统耦合较多处于均衡状态。设施农业产业主导区与链式果园产业主导区整体经济系统落后于生态系统。主要原因是设施农业—劳务与链式果园产业主导区处于山地地区,退耕林草地覆盖面积最广,果园占比最大,整体生态资源丰富;城镇化造成劳动力迁移减轻了生态的人为破坏,促使生态资源利用率过低。

3.4.2 河庄坪镇农业生态经济系统功能各区内部特征分析

(1) 设施农业产业主导区。在此区域内的刘兴庄村,耦合度为 46.76° 处于第 I 象限、 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 夹角之间,接近 45° ,农业生态资源与农业经济系统为均衡发展类型。刘兴庄村的农业生态经济系统耦合态势处于协调耦合,主要是因为:刘兴庄村地处河庄坪镇副川道拐沟位置,随着退耕林地面积覆盖度增加之后,刘兴庄生态资源存量直线上升,且刘兴庄位处山地,随着劳务输出的增加,人类干扰较少,农业生态经

济系统生态潜力增加。因果树老化且无养殖技术跟进的山地苹果被设施大棚取代。且原以便利交通和市场需求而发展大棚蔬菜等设置农业的河庄坪和井家湾,因城镇化建设逐渐被刘兴庄替代。与此同时,以大棚设施农业为主的农业经济活动,通过产业扶贫项目的驱动减少了通过资源掠夺发展经济的途径,同时助增了经济的发展。

(2) 链式果园产业主导区。链式果园产业主导区包括以山地苹果为主业的红庄和万庄村两个行政村,且农业生态经济系统耦合关系均为“均衡发展”类型。其中,万庄与河庄坪村政府所在地直线距离为 6.4 km,属于典型的沟道村,地理环境适宜种植果树。其耦合度为 9.49° ,生态资源明显利用不足,经济发展滞后于生态系统,属于低质量协调耦合。究其原因:万庄村行政面积较大,退耕后林草面积率大幅度提升,果园覆盖面积广,且位处人类干扰少的山地,农业资源储量多;成熟的苹果种植与管理技术以及劳务输出等增加,进一步降低了对生态系统的消耗,致使资源富裕,利用率较低。红庄村与河庄坪村政府所在地直线相距 4.5 km。其成熟的苹果种植技术与完善的管理制度,减少了建立在掠夺农业资源发展经济的必要性。在 2020 年建立采摘模式的开心农场等经济项目,调整资源配置、土地利用结构和产业布局。因而形成了生态经济均衡协调发展态势。

(3) “三产”城郊融合区。城郊村均位于主川道,以川地为主,被延河贯穿而过,镇政府坐落于此,距离延安市区较近,交通便利,且为延安市副功能区。根据各个行政村主导产业不同,进一步划分 4 类:

① 商贸服务—劳务输出类。这一类型包括井家湾、石窟、河庄坪、石屹塔、小沟和李家洼行政村。其中井家湾距离城市最近,在征地带动下,经济发展以民宿、农家乐为主。随着民宿、农家乐经营者增多,主导产业模式逐渐稳定,伴随疫情的影响,出现经济低效发展的现象。由于退耕以及城镇化建设推进缓解的生态系统以及增加的生态资源,未被有效利用,产生资源闲置。石窟、河庄坪、石屹塔,因棚户改造完善了住宿、道路等基础设施建设,提供就业岗位以及产业生产的便利,增加了经济收入,同时改善了生态环境。在棚户改造货币补偿的政策下取得发展原始资本,减少了对生态资源破坏的可能性,在退耕进一步影响下,生态系统逐步恢复。经济与生态系统均衡发展。小沟村随着土地整治、征地扩建,土地面积大幅度减少。一方面,征地补偿带来了部分经济收入,同

时增加了劳务输出,整体经济向上发展。另一方面,土地的减少促使生态资源减少、生态退化。小沟村生态经济系统耦合关系为耗损发展类型。李家洼行政村的生态经济系统耦合关系为钳制发展类型。受城镇化影响,李家洼务工为主兼个体户。人均基本农田 58 m^2 ,广泛退化的生态制约了经济发展。

② 劳务输出类。这一类型包括陈团沟、崔屹崂、李家湾行政村。其中,陈团沟生态经济系统耦合关系为协调发展类型,农业经济系统发展农业生态系统。退耕影响下,林草面积达到 81%。但由于该村以劳务输出为主,且老化果园闲置,生态资源富余严重,利用率低,造成资源浪费。崔屹崂同为经济支撑为劳务输出的行政村,但农业生态系统与农业经济系统耦合协调、整体潜在发展危机。从实际调查情况来看:崔屹崂 2020 年出现珍珠鸡和土鸡养殖,产业种类增加,退耕还林还草所积累的林草资源提供于养殖业,促进了农业经济的增长。与此同时,应提高资源利用率,缓解潜在生态系统发展速度减慢的危机。李家湾为生态经济均衡发展类型。随着 2005 年的招商引资,李家湾经济系统发展速度逐年加快,退耕带来的生态系统资源也逐步提升。实际调查情况中,李家湾人均农业收入为较低,全部为自给自足的农业种植,整体属于低耦合效果。

③ 大棚设施农业类。结合延安市和国家的退耕政策,康家沟林草覆盖率达到 80.1%,推动生态资源快速积累,然而康家沟的农业生态系统与农业经济系统耦合处于较低水平。主要原因是以大棚设施农业为支柱产业的康家沟,林草资源与畜牧业产业链缺失,生态资源实际利用小于可利用量。

④ 大棚—劳务类。这一类型包括赵家岸、解家沟行政村。赵家岸耦合度为 9.53° ,为低水平的协调耦合类型。2020 年赵家岸仅存养殖全部变卖,导致退耕增加的资源无对口产业。与此同时,务工人员增加,导致人力资源减少,生态资源使用率进一步下降。2020 年投资 38 万元的采摘园初步营业,经济收支仍未平衡。解家沟为生态经济协调发展类型,但资源未能有效利用。解家沟属于川地地区,地形平坦,村域内耕地较多,人均耕地 $1\,000 \text{ m}^2$,村内的山地全部退耕,生态环境好,生态系统发展速度快。但种植技术欠缺,且外出务工变多,农户文化水平较低,造成资源闲置不能很好利用。

4 讨论与结论

退耕还林以及城镇化的发展,河庄坪镇生态农业得

到迅速发展。按照不同的主导产业,结合生态功能、“三生”理念和实际,将研究区域划分为 3 个区域:城郊“三产”融合区、链式果园产业主导区、设施农业产业主导区。3 个功能区整体上均为均衡发展类型。

各个分区内各行政村的协同程度不完全一致,且各行政村的农业生态经济系统耦合关系覆盖了多种类型。其中:城郊“三产”融合区各村耦合度跨度大,功能区包含了协调发展、耗损发展以及钳制发展 3 种耦合类型;链式果园产业主导区既包含低效协调发展类型的万庄村域又存在高效均衡发展的红庄村;设施农业的刘兴庄耦合为协调发展类型,且耦合度接近最佳。保证生态功能基础上发展经济的前提下发展同一主导产业,产生不同生态经济系统协调程度,究其原因主要是:退耕政策下,不同区域林草等生态资源储量不同,所提供生态发展资源几处不同,造成经济发展程度不同;相等生态系统背景下,资源利用率不同以及产业与资源一致性不同,造成经济系统与生态系统耦合程度不同。所以,如何进一步明确表征城郊型乡村生态经济系统耦合过程并制定发展模式,成为下一步要解决的问题。使用耦合度模型来研究空间位置上河庄坪镇各个生态功能区的农业系统耦合特征,验证了“空间代替时间序列”建立耦合度模型的可行性。以上分析同时表明:通过对“河庄坪镇生态经济系统耦合特征”分析与诊断,对于判定“城郊型乡村生态经济”互动关系以及未来发展方向具有重要的参考意义。

致谢:感谢李奇睿老师在选题、研究过程中的帮助!

参考文献:

- [1] 李宗善,杨磊,王国梁,等.黄土高原水土流失治理现状、问题及对策[J].生态学报,2019,39(20):7398-7409.
- [2] 习近平.在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话习近平(2019 年 9 月 18 日)[J].中国水利,2019(20):1-3.
- [3] 马力,李景宜,任冲.城镇化与生态环境耦合协调分析:以宝鸡市中东部为例[J].江西农业学报,2020,32(11):125-129.
- [4] 李玥.黄土丘陵区退耕与农业生态经济社会系统协同发展研究[D].陕西杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [5] 王继军,姜志德,连坡,等.70 年来陕西省纸坊沟流域农业生态经济系统耦合态势[J].生态学报,2009,29(9):5130-5137.
- [6] 李玥,王继军,刘普灵,等.退耕还林工程与农业生态经济社会系统协同性研究:以安塞县为例[J].自然资源学报,2018,33(7):1179-1190.
- [7] 刘耀彬,李仁东,宋学锋.中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J].地理学报,2005,60(2):237-247.
- [8] 江红莉,何建敏.区域经济与生态环境系统动态耦合协调发展研究:基于江苏省的数据[J].软科学,2010,24(3):63-68.
- [9] 河庄坪镇.河庄坪镇基本情况简介[EB/OL]. <http://www.baotaqu.gov.cn/info/2123/66939.htm>, 2021-09-30.
- [10] 徐增辉,金继明,蔡耀辉,等.气候变化对黄土高原浅层滑坡影响的模拟研究:以延安宝塔区为例[J].水土保持研究,2021,28(1):387-393.
- [11] 韩晓佳,王继军,赵晓翠,等.城市近郊型乡镇农业生态经济系统生态潜力及产业空间布局:以延安市河庄坪镇为例[J].生态学报,2021,41(12):4720-4731.
- [12] 李奇睿,王继军.退耕背景下安塞县商品型生态农业系统耦合关系[J].农业工程学报,2011,27(9):293-298.
- [13] 乔标,方创琳.城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用[J].生态学报,2005,25(11):3003-3009.
- [14] 邵雅静,员学锋.基于限制因子分析的耕地质量提升潜力分区[J].生态学报,2019,38(8):2442-2449.
- [15] 张红梅,宋戈,王思琢.基于“质量—产出—效率”的辽宁省耕地利用分区[J].农业工程学报,2019,35(13):234-242.
- [16] 辛芸娜,范树印,孔祥斌,等.四重质量维度下的县域耕地质量评价方法研究[J].资源科学,2018,40(4):737-747.
- [17] 高建岗,黄锐.基于耕地质量指数和空间自相关的苏南地区耕地保护分区[J].水土保持研究,2019,26(3):213-218.
- [18] Bouma J. A procedure to derive land quality indicators for sustainable agricultural production[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1998,85(1):103-110.
- [19] 孔祥斌,刘灵伟,秦静.基于农户土地利用行为的北京大兴区耕地质量评价[J].地理学报,2008,63(8):856-868.
- [20] 张蚌蚌,孔祥斌,郎文聚,等.我国耕地质量与监控研究综述[J].中国农业大学学报,2015,20(2):216-222.
- [21] 沈仁芳,陈美军,孔祥斌,等.耕地质量的概念和评价与管理对策[J].土壤学报,2012,49(6):1210-1217.
- [22] 王凤春.土壤重金属和养分的空间变异分析及其评价研究:以北京大兴区为例[D].北京:首都师范大学,2009.

(上接第 343 页)