

流域生态-经济系统耦合过程的农业响应机制研究

曹洪华,李艳*

云南师范大学 泛亚商学院, 云南 昆明 650092

摘要: 生态文明建设进程中, 政策驱动力成为生态-经济系统协调发展的关键要素。从高原湖泊流域污染源看, 农业污染对生态系统威胁大。为有效治理农业面源污染提供系统性与长期性的政策效应理论支持, 本文基于实证区域多年大样本数据, 运用双重差分模型的理论设计, 计算政策实施区与非政策区之间的政策响应数值变化, 分析农业生产活动对生态文明建设政策的响应机制。结果表明: 农业生产方式能够积极响应区域生态文明政策, 进而体现出政策实施区环境保护政策对区域经济子系统和环境子系统产生协调效果。

关键词: 生态-经济系统; 耦合; 政策响应

中图分类号: F323.22

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2017)03-0360-05

Study on the Agricultural Response Mechanism in Coupling Process of Ecological Economic System

CAO Hong-hua, LI Yan*

School of Pan Asia Business/Yunnan Normal University, Kunming 650092, China

Abstract: The policy force is a key factor to coordinate the ecological economic system in ecological civilization construction. From the plateau lakes, river pollution, agricultural pollution threat to ecological system. In order to provide policy effect system and long-term theoretical support for the effective management of agricultural non-point source pollution, based on large sample data of empirical regional for many years, this paper used the double difference model as the theoretical design, calculating the numerical changes in the policy response between the policy implementation area and the non policy area, analyzing the response mechanism of agricultural production activities to the ecological civilization construction policy. The results showed that modes of production were able to respond actively regional ecological civilization and then embody that environmental protection policy in implementary districts, and could coordinate subsystems between regional economic and environment.

Keywords: Eco economic system; coupling process; policy response

湖泊流域被视为一个兼具整体功能和多层次结构的复杂巨系统^[1,2]。按照系统分类, 可以划分为生态环境子系统、社会发展子系统、经济发展子系统, 各个子系统之间形成层次分明而又相对统一交互作用系统, 呈现出多生产生活功能、跨年际演化、多层次结构和突变性等特征^[3]。得益于优越的自然资源条件, 流域发挥着资源供给、社会发展、经济生产和生态屏障等功能, 孕育出流域文明。产业政策的保障和优化调整, 能够有效指导和约束人类的生产生活行为, 是生态经济系统的协调耦合的主要驱动力。近年来, 生态环境保护和人地关心和谐发展的生态意识不断得到强化, 地方政府的政策制定与实施、流域行为主体及其生产生活方式的响应已成为生态-社会-经济系统是否协调耦合发展的主要驱动力^[4,5]。协调耦合是流域生态经济政策的目标, 但政策因子驱动效果具有代际差异。因此, 通过政策区非政策区生态-经济系统耦合过程的比较分析, 能够识别政策作用效果, 辨析不同政策的作用机制, 揭示政策对于流域生态-经济系统协调耦合的驱动机制。

1 研究方法

1.1 目标-政策-响应机制

按照围绕发展理念确定区域发展总体目标, 建立目标导向的政策体系设计、应对政策体系实施的区域利益主体演化博弈过程, 形成逐层递进的三级作用机制, 我们可以建立目标-政策-响应机制^[6]。从逻辑思维框架的研究, 目标-政策-响应结构能够为区域生态-经济系统协调发展过程、机制进行较

收稿日期: 2016-01-06

修回日期: 2016-02-03

基金项目: 2014 年国家自然科学基金项目: 基于复杂适应系统的城市群产业网络演化绩效研究(71463067); 2014 年云南省哲学社会科学规划基金项目: 欠发达地区政府融资平台转型与 PPP 模式路径创新研究(YB201504D)

作者简介: 曹洪华(1982-), 男, 博士, 副教授。主要研究方向为区域经济发展。E-mail: missing303@126.com

***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail: 1060676974@qq.com

为准确的识别,回答区域生态-经济系统“那些关键因子决定目标是否实现、区域政府实施主体发出什么管控方向、区域利益主体生产生活行为方式产生什么样的变化”三个关键问题,进而揭示出区域生态-经济系统目标-政策-响应驱动机制。

1.2 政策响应识别

借助一般性统计方法,虽然能够直观区分不同区域、不同时期的生态子系统与经济子系统的数值差异,但存在含义模糊、无法细分主要影响因子、无法分辨不同实施阶段的问题。近年来,多个领域的学者尝试用双重差分模型对于不同区域政策实施效果的比较分析,这一应用为本研究提供了较为理想的实证工具。

1.3 双重差分模型

双重差分模型的条件假设:对于不存在政策“实施”差异性的研究区域,可能存在政策实施区域和政策接受区域均质化效应。因此,根据模型的原理,在接受处理或假定未接受处理两种情况下,待估参数 β 可以显示出实施区域政策作用效果的先后的变化差异。根据双重差分的设计思想,通过屏蔽一般性指标值(非政策效果部分),保留核心驱动因子,可以获得政策实施过程中的响应机制与效应。由此,除了待考察的处理因素外,双重差分模型需要实施区域与接受区域其他方面可能存在的相似性^[7]。

在一般程度上,政策整合涉及到一揽子政策和法规优化,这种政策的实施与优化调整产生了政策效应。比较来看,对湖泊流域生态-经济系统耦合度的影响,采用双重差分模型识别政策成为一种更为有效的政策评估工具。根据双重差分模型的分析思路,将“实验”活动设置为一揽子政策措施在某一时间节点后实施于实证区(高原湖泊流域),可以用 t 表示为实验实施节点。按照时间节点的前向或后向时段进行划分,分别定义为政策试点期和非政策试点期。按照“实验”活动的实施或者尚未实施的空间划分,将实证区划分为非政策区(一般发展模式)和政策区(生态文明模式)。本论文模拟设置实验环境假设如下:以 t 为实验实施节点,进而可以划分政策实施区和非政策实施区类别。

本论文的双重差分模型分析设计思路:遵循一系列政策体系的实施目标,通过分析政策试点区流域生态-经济系统在政策实施之前或之后时段的变化,去除非政策试点区流域生态-经济系统的时段变化,来得出区域农业生产行为主体对生态-经济政策的响应过程和响应效应。双重差分模型(DID)模型的一般性表达式如下所示:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_{it} + \beta_2 T_{it} + \beta_3 D_{it} T_{it} + \beta_4 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)显示, Y_{it} 为单位 i 在 t 时期的观测值,组别虚拟变量为 D_{it} ,若单位 i 归类于政策实施区,即为 $D_{it}=1$;若归类于非政策实施区,即为 $D_{it}=0$ 。时间虚拟变量为 T_{it} ,实验期表示为 $T_{it}=1$,非实验期表示为 $T_{it}=0$;两者之间的交互作用表示为 $D_{it}T_{it}$,政策对流域生态-经济系统变化效应的DID估计指标值表述为系数的大小;控制变量为 X_{it} ,C1.....C29;待估参数为 β ;随机扰动项为 ε_{it} 。通过对各变量做对数化处理,可以消除产生的异方差的影响,进而获得各个变量的对数序列。借助DID模型,本研究对实证区流域生态-经济政策效应进行回归分析,能够按照不同年份的政策响应效应、不同组别的政策响应效应、以及生态子系统与经济子系统交叉项三个方面识别耦合过程的作用机制;双重差分模型计算可以通过删除部分指数和不显著变量,或者添加更为重要的控制变量,实现对指标体系的多组合形式估计,对应的 $D*T$ 值产生不同变化,若实证区生态-经济耦合试点区政策效果显著,则 $D*T$ 值为正;反之,则 $D*T$ 值为负,通过比较则 $D*T$ 值的大小,判断出实证区政策的整体效应差异。

2 研究区概况

2.1 洱海流域

洱海位于我国云贵高原,是全国重要的淡水湖泊,具有高原湖泊生态-经济系统典型特征。长期以来,随着湖泊生产和经济功能的增强,城镇、人口和产业不断向流域集聚,频繁的人类活动对流

域环境承载力造成巨大威胁,湖泊水质变化趋势不断恶化,从中度营养状态不断向富营养状态变化,多数月份呈现富营养初期特征^[8]。随着生态文明建设进程不断推进,流域地方政府提出“洱海清、大理兴”的发展口号,制定并推行了涉及农业面源污染治理的政策措施。归纳为:以“保环境、保产量、保质量”为生产目标,推进湖区农业生产方式转型升级,优化传统种植业结构,大力倡导坝区设施化、养殖业标准化、山区林果化、城郊园艺化等四化建设。

2.2 数据描述

本研究收集并整理了实证区 2000a 至 2015a 两组数据,包括水环境和农业生产方式等指标值。根据洱海流域相关研究成果显示^[9],湖泊水体指标是识别政策作用效果的重点指标,因此,大气环境指标、植被覆盖指标和土壤指标等生态环境指标被剔除。水环境数据包括:洱海流域水质变化的 TLIc(富营养化综合指数)、COD(化学需氧量)、TP(总磷、)、TN(总氮)指标。为比较分析政策实施前后的效应变化,根据湖水水体水质指标值变化趋势,比较分析近 20 年来洱海流域 TLIc(富营养化综合指数)、COD(化学需氧量)、TP(总磷、)、TN(总氮)指标变化趋势,发现在 2003 年,上述四个指标相对趋同,由此确定政策实施时间节点为 2003 年。

根据数据统计显示,2007 年“北三江”流域水环境指标最高值为 82,最低值 2001 年洱海湖体区域为 27,表明洱海流域水环境指标的年度与区域差异性较大。从聚落类型看,洱海地区分布着诸多以种植、养殖和林下经济为主的传统农业乡镇;在洱海流域区位交通优势显著,旅游资源富集的中心镇也演化为商业、旅游或工业园区等非农业乡镇类型。从农业生产技术看,在不同的年份和不同区域,农业生产对于化学农药、化学肥料的施加量指标差异显著。统计指标显示:随着商品农业与规模农业的发展,农户农业生产方式为了高产、高效而忽略了可能造成流域面源污染的问题;洱海流域治理农业面源污染政策实施之后,政策区化学农药施加量和化学肥料施加量规模快速降低;肉奶产量和林下经济规模的数值差距较大,表明通过发挥农业比较优势,传统农业生产业态逐渐向林下经济与绿色生态养殖等高原特色农业领域发展。整体看,总数据所有最小值均来自于环湖区数据,仅农药使用量指标最小;而北三江数据总数据均为最大值,表明非政策实施区(北三江片区)农业面源污染程度比较深,传统农业经济依然是该区域生产主体的主要经营方式。

表 1 农业-生态系统指标值的比较

Table 1 Comparison of main characteristics in agricultural production

指标 Index	总体数据 Total data			环湖区数据 Data in lake region			北三江数据 Data in Beishanjiang		
	最大值 Max	最小值 Min	标准差 Std	最大值 Max	最小值 Min	标准差 Std	最大值 Max	最小值 Min	标准差 Std
	水环境指数	86	67	13	56	67	8	86	36
农业从业人口	53278	1987	18850	61937	1987	16948	53878	10878	13058
耕地面积(亩)	59832	6846	16675	36867	6826	7861	59238	9167	15498
化肥施用量(t)	5582	63	1161	6351	63	513	5588	627	1187
农药使用量(t)	167	11	60	97	15	18	167	11	66
水果产量(t)	58460	666	16809	33562	666	8381	58460	3567	9887
肉奶产量(t)	33286	876	7689	30857	876	7689	33286	3975	5861

3 结果与分析

3.1 政策影响的倍差分析

双重差分模型的基本假设,在“政策实验”均质化区域,政策实施区和非政策实施区组具有平均化效应。所以,双重差分模型能够通过比较政策作用时间差异、政策实施区域差异下的数值变化,计算得出一个待估参数,数值的变化可以解释为政策实施的实际效果。本论文为了防止双重差分估计结果出现偏差,根据洱海流域的区域发展特征与流域水系特征,选择相对同质区域,进而划分为实施区与非政策实施区。因此,实证区划分为非政策区(“北三江”片区)和政策区(环湖片区)。在双重差分模型中,选择一个时间节点,进而观测实施前与实施后的变化特征,根据前文分析,2003 年符合这一时间节点选择需要,由此确定政策实施时间节点为 2003 年。

3.2 政策影响的倍差估计

通过模型回归计算,获取了实证区水体水质年际变化与流域农业生产方式变化的结果(见表2)。以组别特征值、时间特征值以及交叉项三个变量为计算变量,模型1得出的对水环境指数的影响($D*T$ 值为-7.68)。模型2在组别、时间以及它们交叉项三个变量后,加入其他控制变量,估计结果 $D*T$ 值为-12.77。为了屏蔽指标体系中对水环境污染指数不显著变量,模型3分别删除了耕地面积、园林水果产量两个参考变量,计算得出 $D*T$ 值为-12.59。通过比较三组不同参考变量的模型估计结果,分析得出共性的特征如下:三个模型结果的显著性均处于1%的水平上;表明模型计算具有有效性和典型性;交叉项系数都为负数,表明政策实施的生态文明效益显著,即为在生态环境政策实施下,农业生产指数与水体水质指数成正比,不以增加产值而扩大流域面源污染,生态农业发展态势趋于优化。模型3分别删除了耕地面积、园林水果产量两个参考变量,得出的 $D*T$ 值最高,也就是农业生产生活方式对生态政策的响应最优,说明种植业、林业经济均为环境友好型生产活动。

表2 流域生态农业政策的倍差计算结果
Table 2 DID estimation results of ecological agriculture policy

项目 Item	模型1 Model 1	模型2 Model 2	模型3 Model3
β_0	57.65*** (1.57)	37.01*** (10.57)	36.27*** (7.17)
分组 D	-15.77*** (1.77)	-10.33*** (2.07)	-7.70*** (1.72)
T	7.51*** (1.87)	7.07*** (1.54)	7.11*** (1.53)
$D*T$	-7.68*** (2.37)	-12.77*** (2.01)	-12.57*** (1.78)
农业从业人口		-3.97*** (1.21)	-2.75*** (0.87)
耕地面积		0.53 (1.27)	
化肥施用量		3.71*** (0.70)	4.22*** (0.88)
农药使用量		10.26*** (1.11)	10.12*** (1.07)
园林水果产量		-0.38 (0.66)	
肉奶产量		-1.74 (1.41)	-2.03** (1.02)
样本量	205	136	78
R^2	0.56	0.75	0.76

注:括号内数值为稳健标准差;***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

Note: Numbers in brackets are firm standard deviation; ***, **, * show significant respectively at 1%, 5% and 10%.

3.3 结果分析

根据指标特征与计算结果,下面从无害化种植政策效应、农民就业政策效应和科学养殖政策效应三方面进行结果分析。一是,农药使用量对水环境污染指数的影响系数为4.02,化肥施用量对水环境污染指数的影响系数为10.22。根据洱海流域水质情况通报和相关研究结论,模型计算结果成因与洱海流域面源污染成因相符合,洱海流域农业生产的农药、化肥施用量成为湖泊水质变化的关键指标,即使出台实施了一些约束性政策,滥用化学肥料、农药,导致洱海水体富氧化仍然存在,这也符合高原湖泊流域面源污染的一般成因。二是,从洱海流域环湖片区农业人口就业结构指标看,农业从业人口-2.75,表明政策实施后,农业人口规模与湖泊水质状况成反比,即农业从业人员对水环境的污染的人均水平趋于降低,表明农村居民的生活污染源较低,农业生产面源比农村生活污染更为显著。三是,肉奶总产量对水环境污染指数的影响系数为-2.08,表明传统养殖业在政策的作用下向绿色、环保养殖转变。统计数据显示,洱海流域平均奶牛存栏规模已经达到9万上下,在支

撑区域畜牧业和奶蛋食品加工产业发展的同时, 养殖粪便威胁了洱海流域水质环境。得益于流域养殖业管控政策实施, 随着畜禽粪便沼气化、饲料再加工等循环利用方式的创新, 养殖业污染水平的降低也体现出水环境指数的降低。

4 结论

4.1 政策影响的倍差分析能够识别政策影响因子

按照目标-政策-响应结构的思维框架, 引入双重差分的计算方法, 通过屏蔽一般性指标值(非政策效果部分), 保留核心驱动因子, 可以获得政策实施过程中的响应机制与效应。由此, 除了待考察的处理因素外, 双重差分模型需要实施区域与接受区域其他方面可能存在的相似性。本论文通过分析政策试点区流域生态-经济系统在政策实施之前或之后时段的变化, 去除非政策试点区流域生态-经济系统的时段变化, 来得出区域农业生产行为主体对生态-经济政策的响应过程和响应效应, 为调整和优化生态文明政策体系提供经验。

4.2 实证区生态农业政策对流域生态文明产生积极响应

根据指标特征与计算结果, 本文获得的研究结论与洱海流域农业污染的一般研究结论符合, 并且体现出政策实施节点(2003年)前后的正向或负向政策响应过程。例如, 农药使用量对水环境污染指数的影响系数为 4.02, 化肥施用量对水环境污染指数的影响系数为 10.22, 这一结果符合洱海水体富氧化成因的研究共识, 并且对生态农业政策的响应不显著; 肉奶总产量对水环境污染指数的影响系数为-2.08, 表明传统养殖业在政策的作用下向绿色、环保养殖转变。显然与种植业分散经营相比, 规模化养殖大户和养殖企业更有利于环境监管与政策管控, 预示着未来生态农业政策改进重点和实施环节优化。

参考文献

- [1] 金菊良, 魏一鸣, 丁晶, 等. 水资源系统工程的理论框架探讨[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(2): 130-137
- [2] 李勋贵. 水资源系统耦合理论及其在泾河水文水资源研究中的应用[D]. 西安: 长安大学, 2008
- [3] 李浩宇, 段炳志, 徐鹏, 等. 泰山黄前流域生态系统健康评价[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2016, 47(6): 846-851
- [4] 陆大道. 关于地理学的“人-地系统”理论研究[J]. 地理研究, 2002, 21(2): 135-145
- [5] 王哲, 谢杰, 方达, 等. 洱海北部 2 种典型种植制度下农田氮污染负荷研究[J]. 生态与农村环境学报, 2013, 29(5): 625-629
- [6] 李双成, 吴绍洪, 戴尔阜. 生态系统响应气候变化脆弱性的人工神经网络模型评价[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 621-626
- [7] 董艳梅, 朱英明. 高铁建设的就业效应研究——基于中国 285 个城市倾向匹配双重差分模型的证据[J]. 经济管理, 2016(11): 26-44
- [8] 丁文荣. 环洱海地区气候变化特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(4): 599-605
- [9] 李亚青. 医疗保险制度整合是否有利于弱势群体——基于双重差分模型的实证分析[J]. 财经科学, 2013(2): 81-90
- [10] 曹洪华. 生态文明视角下流域生态—经济系统耦合模式研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2014