

河长制下农村河道治理的多元利益主体演化博弈分析

庞庆华, 杨晓卉, 姜明栋

(河海大学企业管理学院, 江苏 常州 213022)

摘要:目前我国农村河道污染问题十分严重,厘清多元主体的利益关系是破解河长制下农村河道治理困境的关键所在。在假设博弈主体均为有限理性的条件下,利用演化博弈工具研究了河长制下农村河道治理的问题。界定了农村河道治理过程的农村河长、职能部门、农村居民 3 个重要主体,并且分析了其策略选择及相互关系;利用演化博弈工具探讨了三方的演化过程,并对其渐进稳定性进行分析,讨论了不同主体的演化稳定策略;针对演化博弈分析结果,同时考虑非设定条件的影响,从规范河长绩效考评标准、完善职能部门奖惩机制、构建河长制信息化平台等多个角度对农村河道治理问题提出建议。

关键词:河长制;农村河道治理;多元利益主体;演化博弈

中图分类号:X523

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2019)05-0059-07

1 研究背景

农村居民的生产生活与当地河道环境息息相关,优良的河道环境是良好农村环境的一个重要标志。然而,随着农村经济发展水平不断提高,河道污染问题日益凸显,农村的河道环境整治成为建设美丽乡村面临的重点和难点问题^[1]。面对农村地区逐渐凸显的水环境恶化问题,2019 年发布的中央一号文件要求强化农村污染治理和生态环境保护,明确提出加快落实河长制、湖长制,优化乡村水生态空间管理的目标。河长作为新的主体嵌入到现有的水环境治理体系,应当充分发挥政府管理的重要作用。继河长制在全国各大城市推行以来,城镇地区河道“黑、脏、臭”等问题得到了有效缓解,这也为农村水生态文明建设提供了新思路。但是目前农村地区仍然存在河流专项治理整体推进力度不够、制度执行力不强、配套制度短缺、责任细化不到位、组织逻辑不合理、体制外力量吸纳不足等问题^[2],农村地区水环境治理与河长制推行依旧面临较大挑战。其原因在于尽管中央出台了大量政策,拨付了大批资金,却仍然没能使河道治理的利益相关方达成一致的治

理共识。因此,在河长制背景下,考虑多元主体的利益诉求,构建农村河长、职能部门与农村居民之间的协调机制,是改善农村河道环境的关键举措。

农村河道环境具有效用的非可分割性、非竞争性以及受益群体的非排他性等特征,符合公共产品的范畴。若资源使用者都从自身利益出发,公共产品就会被过度使用,从而造成“公地悲剧”^[3,4]。因此要解决复杂的农村河道环境问题,就必须充分考虑利益相关者的利益诉求。目前,已经有不少学者考虑到多元主体参与情况下的农村水环境治理问题,学者的研究主要集中在主体的界定、利益关系的分析、治理模式的构建等方面。在主体界定方面,Whitelaw 等^[5-7]考虑了政府机构、社区部门、社会公众、环保组织等多方利益主体在环境治理方面的联合监督作用。鉴于水环境具有公共物品的属性,郑开元等^[3]、张红^[8]认为政府发挥治理主体作用的同时,必须构建市场激励、农民参与的联动机制,共同促进农村水环境的改善。而在多元主体的利益关系分析过程中,雷玉桃^[4]较早开始使用博弈论的方法,对市场机制与政府管制两种情况下的流域水污染问题进行探讨。赖苹等^[9-10]都以跨流域水污染治理

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目(19YJAZH068);中央高校基本科研业务费专项(2018B25414);江苏省社会科学基金(19GLB023)

作者简介:庞庆华(1977—),男,教授,博士,主要从事管理科学理论与方法研究。E-mail:pangqh77@126.com

理为研究导向,探讨跨流域政府间的利益博弈问题。除此之外,流域内多方利益主体的博弈问题同样值得关注。张蔚文等^[11]在区分点源污染与非点源污染的基础上,讨论了市场博弈与政府监督博弈两个模型,这是对水环境治理过程中二元博弈的有益探索。在此基础上,有学者将政府、企业、村委会与农户作为博弈主体进行分析,认为公众参与和政府能力在水环境治理过程中发挥重要作用^[12]。Dungu-marco 等^[13-15]考虑利益主体的有限理性问题,采用演化博弈工具替代经典博弈模型进行分析。在治理模式构建方面,宋国君等^[16]根据交易成本理论,提出了政府直接管理模式、市场管理模式与合作管理模式,旨在结合不同农村地区的经济能力、风俗文化等特点,因地制宜地采用不同治理模式。王焯冰等^[17]在总结日本、法国、英国及澳大利亚经验的基础上,对以往的治理模式进一步改进,提出政-社-农三联互动的模式。水环境治理往往会涉及跨界问题,范永茂等^[18-20]从跨界环境问题本身出发,探讨了不同特征的治理模式,认为从整体性视角出发的合作治理模式是一种可行的治理路径。

河长制是由各级党政机关的主要领导人担任辖区内某条河流的河长,并且对该条河流承担治理与保护义务的一种创新性河道环境管理形式^[21],学者已对其展开较为详细的研究。目前关于河长制的研究主要集中在制度解析^[22-23]、管理模式设计^[24]、法律问题探讨^[25-27]、成效评价^[28]等方面,且研究主要聚焦于城市地区,对农村地区的关注度不足。此外,鲜有学者考虑到河长制下多元利益主体的博弈关系。实际上,河长制的顺利推行绝不能仅仅依赖政府单方力量,政府的内部协调、政府与公众之间的利益契合都是必须纳入考虑的命题,因此在河长制背景下分析多元主体参与农村河道治理问题十分必要。值得注意的是,在现实中各主体的决策与选择行为都不是单次实现的,而是经过多次“学习”与“调整”最终确定的决策行为,是典型的演化过程;并且各决策主体都不可能是完全理性的,他们在决策中都会追求“满意”标准,并非最优标准。

因此,笔者采用演化博弈工具对河长制下农村河长、职能机构以农村居民的决策行为进行分析,以期得出均衡三者利益的良性机制,为河长制在农村的顺利推行提供可行的政策建议。

2 河长制下的多元利益主体及其关系界定

2.1 多元利益主体界定及其策略

农村河道治理具有复杂性、公共性等特点,因此

需要多元主体协作参与治理。笔者假设了农村河长、职能机构、农村居民作为农村河道治理博弈问题的参与主体。

农村河长在文中指乡镇级河长,由乡镇的主要党政负责人担任,是相应河道管理的直接责任人,负责管辖区域内的河道管理保护工作。农村河长的行为策略有两类:对河道情况负责,按照相关规定展开巡河及其相关工作,或者选择不巡河。各地的河长考评制度有所差异,但是绝大部分地区采用根据考评结果对农村河长进行奖励或者惩罚的办法。对于河长而言,水利站、环保所等河道治理职能机构的责任履行效果直接决定其绩效考评结果,农村河长如果按时巡河,就可以对职能机构进行督查,及时解决治理过程中存在的问题。然而,河长作为地方党政领导,巡河需要付出一定的精力和时间成本,可能会在一定程度上影响其工作进度,所以也存在部分河长选择不按时巡河,甚至不巡河的情况。

职能机构指农村地区负责河道治理的具体机构,在我国现有的农村基层水环境治理体系中,主要指乡镇的水利站、环保所等职能部门。职能机构的行为策略有两类:积极进行河道治理,或者选择不治理。职能部门受到农村河长的领导,负责河道污染治理的工作,如果河长按时巡河,那么职能机构治理会获得一定奖励。但是河道治理可能需要花费较大的成本,当职能机构发现河道治理成本过高而不利于部门其他正常活动开展时,职能机构可能会选择放弃治理。

农村居民是与农村河道环境直接相关的微观主体,也是农村河道治理的重要参与主体,其生产生活与河道环境相互影响,在讨论农村河道治理问题的过程中起到不可忽视的作用。农村居民的策略选择为:参与河道治理或者不参与。当农村河道环境受到污染时,最先遭受损失的就是农村居民,其生活环境与种植环境都会受到威胁,而且河长和职能机构为了鼓励居民主动参与河道治理,会采取一些奖励措施进行激励,这些因素都会促使农村居民选择参与治理。但是环境库兹涅茨曲线(EKC)理论表明,环境质量与居民收入呈现“倒U”型关系^[29]。这是因为化肥与农药的使用短期内促进农业收入,但是却会造成严重的环境污染。那么农村居民很有可能会选择通过牺牲环境来增加短期内收入,作出不参与河道治理的策略选择。

2.2 多元利益主体的关系界定

在农村河道治理的过程中,农村河长与职能机构之间的关系应当是督查与被督查之间的关系。即

农村河长如果按时巡河就会督查职能机构进行河道治理,如果职能机构不能够按要求履行治理的职责就将受到惩罚。而农村河长、职能机构与农村居民之间主要是激励与被激励的关系,即河长和职能机构为了引导农村主动参与到河道治理,会采取一些奖励措施进行鼓励。相应地,农村居民也可以对职能机构的治理情况进行监督并向河长上报反映。在三方利益主体的关系中,占据核心地位的是农村河道环境,农村河长、职能机构与农村居民都会受到农村河道环境的影响。对于河长而言,农村河道环境受到破坏时,上级政府将直接问责至个人,同时职能机构也存在治理失责的风险,而农村居民的生活环境与种植收入也将会直接受到河道污染的影响。因此,三方呈现出一种较为复杂的网络关系,其关系如图1所示。

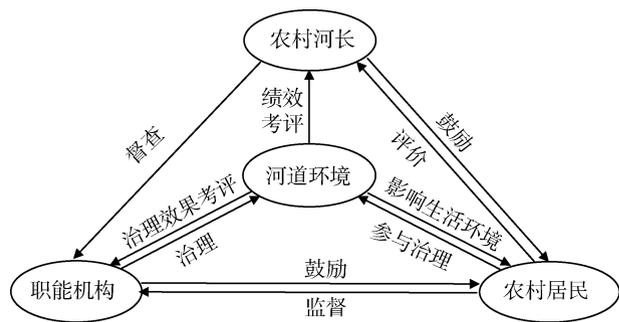


图1 农村河长制下多元主体之间的关系网络

3 三方演化博弈分析

3.1 情景设定

在展开演化博弈分析之前,先对有关情景进行说明。

a. 在探讨农村河道治理问题的初始阶段,假设农村河长群体中采取{巡河}策略的农村河长所占群体比例为 l ,则采取{不巡河}策略的农村河长所占群体比例为 $1-l$;在职能机构群体中采取{治理}策略的职能机构所占群体比例为 g ,则采取{不治理}策略的职能机构所占群体比例为 $1-g$;在农村居民中采用{参与}策略的农村居民所占群体比例为 f ,则采用{不参与}策略的农村居民所占群体比例为 $1-f$ 。显然, $0 < l < 1, 0 < g < 1, 0 < f < 1$ 。

b. 对于农村河长而言,其正常收益为 w_l 。巡河所需付出的成本为 c_l ;不管河长是否巡河,如果职能机构积极履行职责,河道治理效果良好,那么河道负责人可以获得物质奖励或者提升机会为 a_l ;而如果职能机构没有积极进行河道治理导致河道污染严重,则河道负责人会遭到惩罚,甚至面临撤职的危

险,记地方政府受到的处罚为 v_l ;河长巡河会提升其在农村居民中的影响力与威信力等,记为收益 r ;反之,则河长形象与威信力受损,带来损失 s 。

c. 对于职能机构而言,河道治理所需要付出的成本为 c_g ;在其选择积极治理的情况下,对于参与治理的农村居民的奖励为 a_f ;同样,农村居民参与治理可以节约职能机构的治理成本,这里将其记作职能机构的收益 e_g ;如果河长巡河,且职能机构积极治理,那么职能机构就会得到河长的奖励 a_g ,反之,在河长巡河的前提下,职能机构不治理就会受到河长的惩罚 v_g 。

d. 对于农村居民而言,其基本收入为 w_f ;积极参与治理,如主动采用无磷洗衣粉,清洁河道等会付出成本 c_f ;在河长巡河且职能机构不治理的情况下,农户主动向河长举报会受到奖励 e_f ;而在职能机构积极治理的情况下,农户积极参与会得到职能机构的奖励 a_f ;当河道环境恶化时,农村的生活条件和种植环境都会遭受到破坏,即农村居民在这种情况下可能会遭受的损失为 p_f 。

其中,不同主体所得到的收益与受到的处罚均大于0,且由于农村居民参与治理而给职能机构带来的收益 e_g ,一定大于农户所付出的成本 c_f 与职能机构所给予的奖励 a_f 。根据问题的描述与假设,表1给出了河长制下农村各参与主体的收益矩阵,其中在括号内的顺序分别为农村河长、职能机构、农村居民。

表1 农村河长-职能机构-农村居民的博弈收益矩阵

博弈策略组合	收益结果
①(巡河,治理,参与)	$(w_l + a_l + r - c_l, a_g + e_g - a_f - c_g, w_f + a_f - c_f)$
②(巡河,治理,不参与)	$(w_l + a_l + r - c_l, a_g - c_g, w_f)$
③(巡河,不治理,参与)	$(w_l + r - v_l - c_l, -v_g, w_f + e_f - c_f - p_f)$
④(巡河,不治理,不参与)	$(w_l + r - v_l - c_l, -v_g, w_f - p_f)$
⑤(不巡河,治理,参与)	$(w_l + a_l - s, e_g - c_g - a_f, w_f + a_f - c_f)$
⑥(不巡河,治理,不参与)	$(w_l + a_l - s, -c_g, w_f)$
⑦(不巡河,不治理,参与)	$(w_l - v_l - s, 0, w_f - c_f - p_f)$
⑧(不巡河,不治理,不参与)	$(w_l - v_l - s, 0, w_f - p_f)$

3.2 演化博弈过程分析

3.2.1 农村河长群体的演化博弈分析

由上述分析可知,农村河长群体采取{巡河}策略的期望收益 U_{11} 、采取{不巡河}策略的期望收益 U_{12} 及农村河长群体的平均收益 \bar{U}_1 分别为

$$\begin{aligned}
 U_{11} &= gf(w_l + a_l + r - c_l) + g(1-f)(w_l + a_l + r - c_l) + (1-g)f(w_l + r - v_l - c_l) + (1-g)(1-f)(w_l + r - v_l - c_l) \\
 &= g(a_l + v_l) + w_l - v_l - c_l + r \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$U_{12} = gf(w_l + a_l - s) + g(1-f)(w_l + a_l - s) +$$

$$(1-g)f(w_l - v_l - s) + (1-g)(1-f)(w_l - v_l - s)$$

$$= g(a_l + v_l) + w_l - v_l - s \quad (2)$$

$$\bar{U}_1 = lU_{11} + (1-l)U_{12} \quad (3)$$

由农村河长群体的收益函数可知农村河长群体演化博弈的复制动态方程为

$$F = \frac{dl}{dt} = l(U_{11} - \bar{U}_1) = l(1-l)(r+s-c_l) \quad (4)$$

根据微分方程的稳定性定理及演化稳定策略的性质,农村河长群体要到达演化稳定策略,需要满足的必要条件是 $dF/dl < 0$ 。

若 $c_l = r + s$ 时,则 $F(l) \equiv 0$,即对所有 l 都为稳定状态;若 $c_l \neq r + s$ 时,令 $F(l) = 0$,得当 $l = 0, l = 1$ 时, l 处于稳定状态。此时可能会存在以下两种情况:当 $c_l > r + s$ 时, $dF/dl|_{l=0} < 0, dF/dl|_{l=1} > 0$,故 $l = 0$ 为平衡点;当 $c_l < r + s$ 时, $dF/dl|_{l=0} > 0, dF/dl|_{l=1} < 0$,故 $l = 1$ 为平衡点。

3.2.2 职能机构群体的演化博弈分析

职能机构群体采取{治理}策略的期望收益 U_{g1} 、采取{不治理}策略的期望收益 U_{g2} 及职能机构群体的平均收益 \bar{U}_g 分别为:

$$U_{g1} = lf(a_g + e_g - a_f - c_g) + l(1-f)(a_g - c_g) + (1-l)f(e_g - c_g - a_f) + (1-l)(1-f)(-c_g) \\ = -c_g + la_g + f(e_g - a_f) \quad (5)$$

$$U_{g2} = lf(-v_g) + l(1-f)(-v_g) \\ = -lv_g \quad (6)$$

$$\bar{U}_g = gU_{g1} + (1-g)U_{g2} \quad (7)$$

由职能机构群体的收益函数可知,职能机构群体演化博弈的复制动态方程为

$$G = \frac{dg}{dt} = g(U_{g1} - \bar{U}_g) \\ = g(1-g)[f(e_g - a_f) + l(a_g + v_g) - c_g] \quad (8)$$

根据微分方程的稳定性定理及演化稳定策略的性质,职能机构群体要到达演化稳定策略,需要满足的必要条件是 $dG/dg < 0$ 。

若 $f = \frac{c_g - l(a_g + v_g)}{e_g - a_f}$ 时,则 $G(g) \equiv 0$,即对所有 g 都为稳定状态;若 $f \neq \frac{c_g - l(a_g + v_g)}{e_g - a_f}$ 时,令 $G(g) = 0$,得当 $g = 0, g = 1$ 时 g 处于稳定状态。此

$$J = \begin{bmatrix} (1-2l)(r+s-c_l) & 0 & 0 \\ g(1-g)(a_g + v_g) & (1-2g)[f(e_g - a_f) + l(a_g + v_g) - c_g] & g(1-g)(g_g - a_f) \\ f(1-f)(1-g)e_f & f(1-f)(a_f - le_f) & (1-2f)[l(1-g)e_f + ga_f - c_f] \end{bmatrix}$$

时可能会存在以下两种情况:当 $f > \frac{c_g - l(a_g + v_g)}{e_g - a_f}$

时, $dG/dg|_{g=0} > 0, dG/dg|_{g=1} < 0$,故 $g = 1$ 为平衡点;当 $f < \frac{c_g - l(a_g + v_g)}{e_g - a_f}$ 时, $dG/dg|_{g=0} < 0, dG/dg|_{g=1} > 0$,故 $g = 0$ 为平衡点。

3.2.3 农村居民群体的演化博弈分析

农村居民群体采取{参与}策略的期望收益 U_{f1} 、采取{不参与}策略的期望收益 U_{f2} 及农村居民群体的平均收益 \bar{U}_f 分别为:

$$U_{f1} = lg(w_f + a_f - c_f) + (1-l)g(w_f + a_f - c_f) + l(1-g)(w_f + e_f - c_f - p_f) + (1-l)(l-g)(w_f - c_f - p_f) \\ = l(1-g)e_f + g(a_f + p_f) + w_f - c_f - p_f \quad (9)$$

$$U_{f2} = lg(w_f) + l(1-g)(w_f - p_f) + (1-l)g(w_f) + (1-l)(1-g)(w_f - p_f) \\ = w_f - p_f + gp_f \quad (10)$$

$$\bar{U}_f = fU_{f1} + (1-f)U_{f2} \quad (11)$$

由农村居民群体的收益函数可知,农村居民群体演化博弈的复制动态方程为

$$H = \frac{df}{dt} = f(U_{f1} - \bar{U}_f) \\ = f(1-f)[l(1-g)e_f + ga_f - c_f] \quad (12)$$

根据微分方程的稳定性定理及演化稳定策略的性质,农村居民群体要到达演化稳定策略,需要满足的必要条件是 $dH/df < 0$ 。

若 $l = \frac{c_f - ga_f}{(1-g)e_f}$ 时,则 $F(f) \equiv 0$,即对所有 f 都为稳定状态;若 $l \neq \frac{c_f - ga_f}{(1-g)e_f}$ 时,令 $F(f) = 0$,得当 $f = 0, f = 1$ 时 f 处于稳定状态。此时可能会存在以下两种情况:当 $l > \frac{c_f - ga_f}{(1-g)e_f}$ 时, $dH/df|_{f=0} > 0,$

$dH/df|_{f=1} < 0$,故 $f = 1$ 为平衡点;当 $l < \frac{c_f - ga_f}{(1-g)e_f}$ 时, $dH/df|_{f=0} < 0, dH/df|_{f=1} > 0$,故 $f = 0$ 为平衡点。

3.3 平衡点的稳定性分析

系统均衡点的稳定性可以由上述复制动态方程的雅克比矩阵 J 分析得出,当矩阵的行列式大于 0 且矩阵的迹小于 0 时系统的状态稳定。

该系统的均衡点为 $E_1(0,0,0)$, $E_2(1,0,0)$, $E_3(0,1,0)$, $E_4(0,0,1)$, $E_5(1,1,0)$, $E_6(1,0,1)$, $E_7(0,1,1)$, $E_8(1,1,1)$ 及 $E_9(x^*, y^*, z^*)$ 。其中 (x^*, y^*, z^*) 是下列方程的解。

$$\begin{cases} r+s-c_l=0 \\ f(e_g-a_f)+l(a_g+v_g)-c_g=0 \\ l(1-g)e_f+ga_f-c_f=0 \end{cases} \quad (13)$$

由于在多群体演化博弈过程中,其均衡状态下的解一定严格符合纳什均衡,因此无须考虑均衡点 E_9 。另外参数条件还满足: $e_g > a_f + c_f$, $w_l, c_l, a_l, v_l, r, s, c_g, a_p, v_g, w_f, e_f, p_f > 0$ 。利用李雅普诺夫间接法,可以得到 8 种情况下均衡点的特征值及其渐进稳定性(表 2)。

表 2 系统的平衡点及其特征值

平衡点	特征值			稳定性
	λ_1	λ_2	λ_3	
$E_1(0,0,0)$	$r+s-c_l$	$-c_g$	$-c_f$	情形 1
$E_2(1,0,0)$	$-(r+s-c_l)$	$a_g+v_g-c_g$	e_f-c_f	情形 2
$E_3(0,1,0)$	$r+s-c_l$	c_g	a_f-c_f	不稳定
$E_4(0,0,1)$	$r+s-c_l$	$e_g-a_f-c_g$	c_f	不稳定
$E_5(1,1,0)$	$-(r+s-c_l)$	$-(a_g+v_g-c_g)$	a_f-c_f	情形 3
$E_6(1,0,1)$	$-(r+s-c_l)$	$e_g-a_f+a_g+v_g-c_g$	$-(e_f-c_f)$	情形 4
$E_7(0,1,1)$	$r+s-c_l$	$-(e_g-a_f-c_g)$	$-(a_f-c_f)$	情形 5
$E_8(1,1,1)$	$-(r+s-c_l)$	$-(e_g-a_f+a_g+v_g-c_g)$	$-(a_f-c_f)$	情形 6

情形 1: 在平衡点 $E_1(0,0,0)$ 处,当 $r+s-c_l < 0$ 时,系统处于演化稳定的状态。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 大于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$ 时,农村河长会选择{不巡河}、职能机构选择{不治理}、农村居民选择{不参与}。该策略组合带来的结果较差,河道环境将遭受破坏。

情形 2: 在平衡点 $E_2(1,0,0)$ 处,当 $-(r+s-c_l) < 0$, $a_g+v_g-c_g < 0$, $e_f-c_f < 0$ 时,系统处于演化稳定的状态。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 小于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$; 职能机构治理所付出的成本 c_g 大于其所获得的奖励与不治理所受惩罚之和 (a_g+v_g) ; 农村居民的参与成本 c_f 大于其举报获职能机构奖励 e_f 时,农村河长会选择{巡河}、职能机构选择{不治理}、农村居民选择{不参与}。该策略组合也会带来较差的结果,导致河道环境无人治理,河长虽然巡河却仍遭受惩罚。

情形 3: 在平衡点 $E_5(1,1,0)$ 处,当 $-(r+s-c_l) < 0$, $-(a_g+v_g-c_g) < 0$, $a_f-c_f < 0$ 时,系统处于演化稳定的状态。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 小于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$; 职能机构治理所付出的成本 c_g 小于

其所获得的奖励与不治理所受惩罚之和 (a_g+v_g) ; 农村居民的参与成本 c_f 大于其参与所获职能机构奖励 a_f 时,农村河长会选择{巡河}、职能机构选择{治理}、农村居民选择{不参与}。该策略组合能够使河道环境得到改善,但是由于农村居民选择不参与,所以职能机构将付出较高的治理成本。

情形 4: 在平衡点 $E_6(1,0,1)$ 处,当 $-(r+s-c_l) < 0$, $e_g-a_f+a_g+v_g-c_g < 0$, $-(e_f-c_f) < 0$ 时,系统处于演化稳定的状态。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 小于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$; 职能机构治理所付出的成本与给予农村居民参与治理奖励之和 (c_g+a_f) 大于其所获得的奖励、不治理所受惩罚与农村居民参与所带来的收益之和 $(a_g+v_g+e_g)$; 农村居民的参与成本 c_f 小于其举报获职能机构奖励 e_f 时,农村河长会选择{巡河}、职能机构选择{不治理}、农村居民选择{参与}。该策略组合会导致河道环境无人治理,尽管河长与农村居民均采取积极的策略,却仍然会遭受损失。

情形 5: 在平衡点 $E_7(0,1,1)$ 处,当 $r+s-c_l < 0$, $-(e_g-a_f-c_g) < 0$, $-(a_f-c_f) < 0$ 时,系统处于演化稳定的状态。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 大于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$; 职能机构治理所付出的成本与给予农村居民参与治理奖励之和 (c_g+a_f) 小于农村居民参与所带来的收益 e_g ; 农村居民的参与成本 c_f 小于其参与治理所获职能机构奖励 a_f 时,农村河长会选择{不巡河}、职能机构选择{治理}、农村居民选择{参与}。该策略组合能够使河道环境得到改善,但是由于农村河长不积极进行巡河,职能机构就无法获取应得的奖励。

情形 6: 在平衡点 $E_8(1,1,1)$ 处,当 $-(r+s-c_l) < 0$, $-(e_g-a_f+a_g+v_g-c_g) < 0$, $-(a_f-c_f) < 0$ 时。这就意味着,当农村河长巡河所付出的时间精力等成本 c_l 小于其因巡河而获得的隐形收益 $(r+s)$; 职能机构治理所付出的成本与给予农村居民参与的奖励之和 (c_g+a_f) 小于其所获得的奖励、不治理所受惩罚与农村居民参与所带来的收益之和 $(a_g+v_g+e_g)$; 农村居民的参与成本 c_f 小于其参与所获职能机构奖励 a_f 时,农村河长会选择{巡河}、职能机构选择{治理}、农村居民选择{参与}。该策略组合能够带来较好的河道治理效果,且能从根本上解决河长制在农村推行过程中产生的矛盾,是一种最佳的演化策略。

4 讨论

根据上述 6 种情形的分析,不难看出,每个主体

的策略选择都受到诸多因素的影响,并且不同主体之间的行动策略相互作用、相互影响,因此演化过程十分复杂。此外,笔者在理论梳理与政策分析的基础上设定博弈分析的假设条件,由于农村河道治理的实际情况往往更加复杂,利益交织也更为紧密,因此仍需对非设定条件下的可能情形进行分析。据此,我们可以进行如下探讨:

1. 从农村河长的角度来看,其行为选择与在农村居民中树立的威望高低有关。当提高农村河长的责任意识与农村居民对公共事务的影响程度时, $(r+s)$ 会随之提高,那么这样就可以使 l 的值趋于1,也就意味着农村河长选择{巡河}的比例随之提高。

2. 从职能机构的角度来看,影响其策略选择的因素较多:当农村河长对于职能机构治理的奖励 a_g 及惩罚力度 v_g 加大,河道治理成本 c_g 降低,农村居民参与所带来的收益 e_g 增加时, g 的值将趋于1,也就意味着职能机构选择{治理}的比例随之提高。

3. 从农村居民的角度来看,由于水环境的负向效应属于客观的外界因素,农户无法对其产生影响,所以农村居民的策略选择不受到 p_f 的影响。而农村居民考虑较多的因素是其参与治理所付出的成本与职能机构及农村河长对于其参与的奖励。因此,当职能机构与农村河长对于农村居民的奖励 a_f 及 e_f 提高,且农村居民参与治理的成本 c_f 降低时, f 的值将趋于1,这就意味农村居民选择{参与}的比例会随之提高。

4. 从非设定条件的可能影响来看:一是基层河长权力受限,巡河效果弱化。最基层河长多由村支书、村委会主任等村干部担任,其职权较小,对职能机构的监督和协调作用存在弱化风险,且即使发现河道治理问题也难以向职能机构拨付充足河道治理资金,这就弱化了河长巡河的效果,使得实际情况与设定条件出现偏差。二是农村居民评价对河长巡河所获隐性损益影响不足。河长巡河本可收获隐性收益,即农村居民与企业对其工作认真负责态度的肯定和对河流治理成效的赞赏,但实际上农村居民对公共水域的环境问题不够重视,也不能将河长与之负责的河段相对应,因此河长并不能受到农村居民的正向激励。同样,当缺少农村居民对农村河长巡河效果的反馈渠道时,农村居民对河长隐性损益的影响也会弱化。三是存在农村河道治理利益相关主体未纳入考量范围的风险。本文构建了包含农村河长、职能机构以及农村居民的三方演化博弈模型,但是,还存在诸如乡镇企业、村委会等其他利益相关方未纳入探讨的范围。

在农村河长、职能机构与农村居民都是有限理性的前提下,各影响因素都满足一定条件时,理论上会产生6种均衡的情形,这与现实情况也基本契合。然而我们也需充分考虑非设定条件的可能影响,探寻在人为地改变某些影响因素的前提下,促使三方共同参与河道环境的治理,从而实现 $E_8(1,1,1)$ 情形下的均衡的有效政策举措。

5 政策建议

根据对博弈分析结果的讨论,农村河长、职能机构以及农村居民可能会为了实现各自利益而产生冲突,甚至陷入三方同时不参与河道治理的僵局,其根源在于目前的河长制运行机制尚不成熟、相关政策落实情况尚不到位,不能有效实现各主体之间的利益协调。为破解河道治理中“公地悲剧”困境,在河长制背景下,需进一步强化政府管理力度与效果。据此,提出的政策建议如下:

1. 增大 $r+s$,即增强农户评价对于河长的影响程度。可以将农村居民对于当地河长的评价纳入对农村河长的考核体系,目前部分农村地区的河长考核标准已经考虑了该因素,但是只有不断提高农村居民在河长考评中的地位,才能真正发挥社会监督对于河长的约束作用,从而促使河长做出{巡河}的策略选择。

2. 提高 a_g+v_g ,即加大对于职能机构的奖惩力度。首先明确划分职能机构内部各部门的具体职责,比如在农村河道治理过程中,乡镇水利站的治理目标是排查固定污染物的堆放、入水排污口防治、水环境保护知识宣传普及等,而环保所则负责加强重点污染源监管,进行水资源保护等工作,通过此举可以有效防止职能机构之间相互推诿;其次是制定合理的考评指标,定期进行职能机构治水工作考评,目前对于河长的考评设置已经较为完善,但是在具体执行层面的控制则有所缺失,因此合理设置职能机构的考核标准是对其进行督查的前提条件;最后就是要健全职能机构的奖惩体系,适当加大对于职能机构的奖惩力度,既要发挥好奖励的正向激励作用,也要发挥好惩戒的警示作用,不过值得注意的是,奖励与惩罚都必须控制在合理的范围内,否则可能会对职能机构的正常工作产生不必要的干扰,反而不利于职能机构日常事务的开展。

3. 提高 a_f, e_f ,即提高对农村居民参与治理与举报的奖励力度。主要有三个方面的建议:其一是加强对河道环境治理相关政策的宣传与普及,农村居民的信息来源渠道较为闭塞,有可能无法得知获取奖励的途径,这就不利于调动农村居民参与治理的

积极性;其二是落实对于农村居民参与的奖励政策,确定合理的奖励条目,完善奖励申报程序,如农村居民自觉整治生活垃圾、处理种植污染物时就要按照规定予以奖励和补贴;其三是利用多元信息化手段,打通农村居民的信息传递渠道,目前各地都已经设立起河长公示牌,但是公示牌的实际效果并不理想,尤其在农村地区,大部分公示牌的设立都有名无实,很难为农村居民监督举报提供切实的路径,因此必须加强河长公示牌的落实,同时利用微博、QQ 公众号等网络平台,为农村居民的监督举报提供路径。

4. 降低 c_l 、 c_g 、 c_f , 即降低农村河长的巡河成本、职能机构的治理成本与农村居民的参与成本。可以从两个方面提出建议:一是全面推动河长制“信息化”管理,将河道巡查、问题督办、效果评析等多方面内容纳入平台化管理,这将有效降低农村河长的巡河成本与职能机构的治理成本。二是促进绿色农业的发展,转变农村居民的生产种植方式,从根本上降低农村居民参与河道治理的成本,解决河道治理过程中的面源污染问题。

参考文献:

[1] 杨卫兵,丰景春,张可. 农村居民水环境治理支付意愿及影响因素研究:基于江苏省的问卷调查[J]. 中南财经政法大学学报,2015(4):58-65.

[2] 周建国,熊焯.“河长制”:持续创新何以可能:基于政策文本和改革实践的双维度分析[J]. 江苏社会科学,2017(4):38-47.

[3] 郑开元,李雪松. 基于公共物品理论的农村水环境治理机制研究[J]. 生态经济,2012(3):162-165.

[4] 雷玉桃. 流域水环境管理的博弈分析[J]. 中国人口·资源与环境,2006(1):122-126.

[5] WHITE L A G, VAUGHAN H, CRAIG B, et al. Establishing the Canadian community monitoring network [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2003, 88(1-3):409-418.

[6] GERA W. Public participation in environmental governance in the Philippines: the challenge of consolidation in engaging the state[J]. Land Use Policy, 2016,52:501-510.

[7] 于潇,孙小霞,郑逸芳,苏时鹏,黄森慰. 农村水环境网络治理思路分析[J]. 生态经济,2015,31(5):150-154.

[8] 张红. 公共物品理论视角下农村水环境污染问题及治理对策[J]. 水利经济,2017,35(3):48-52.

[9] 赖苹,曹国华,朱勇. 基于微分博弈的流域水污染治理区域联盟研究[J]. 系统管理学报,2013,22(03):308-316.

[10] 曲富国,孙宇飞. 基于政府间博弈的流域生态补偿机制研究[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(11):83-88.

[11] 张蔚文,刘飞,王新艳. 基于博弈论的非点源污染控制模型探讨[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(08):142-146.

[12] 杜焱强,苏时鹏,孙小霞. 农村水环境治理的非合作博弈均衡分析[J]. 资源开发与市场,2015,31(3):321-326.

[13] DUNGUMARO E W, MADULU N F. Public participation in integrated water resources management: the case of Tanzania [J]. Physics & Chemistry of the Earth (Parts A/B/C), 2003,28(20):1009-1014.

[14] 许玲燕,杜建国,汪文丽. 农村水环境治理行动的演化博弈分析[J]. 中国人口·资源与环境,2017,27(5):17-26.

[15] 常建伟,赵刘威,杜建国. 企业环境行为的监管演化博弈分析和稳定性控制:基于系统动力学[J]. 系统工程,2017,35(10):79-87.

[16] 宋国君,冯时,王资峰,傅毅明. 中国农村水环境管理体制建设[J]. 环境保护,2009(9):26-29.

[17] 王焯冰,李国志. 农民参与水环境治理的国际经验和模式构建:以中国浙江省丽水市为例[J]. 世界农业,2015(10):55-59.

[18] 范永茂,殷玉敏. 跨界环境问题的合作治理模式选择:理论讨论和三个案例[J]. 公共管理学报,2016,13(2):63-75,155-156.

[19] 丁雪丽,张玲玲. 整体性治理视角下的河长制评析[J]. 水利经济,2018,36(3):57-62.

[20] 刘美玲,石高平. 流域水污染的协作治理研究[J]. 水利经济,2018,36(2):54-58.

[21] 刘鸿志,刘贤春,周仕凭,等. 关于深化河长制制度的思考[J]. 环境保护,2016,44(24):43-46.

[22] 黄爱宝.“河长制”:制度形态与创新趋向[J]. 学海,2015(4):141-147.

[23] 陈美璇,傅晓华,孙名浩. 论河长制的理论基础与实践创新[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2018,12(2):6-11.

[24] 陈景云,许崇涛. 河长制在省(区、市)间扩散的进程与机制转变:基于时间、空间与层级维度的考察[J]. 环境保护,2018,46(14):49-54.

[25] 刘超. 环境法视角下河长制的法律机制建构思考[J]. 环境保护,2017,45(9):24-29.

[26] 王俊杰,陈金木,潘静雯. 水利立法后评估体系构建研究[J]. 水利经济,2018,36(5):53-56.

[27] 沈晓梅,姜明栋,钟冠宇. 全面推行河长制的战略环境分析与对策[J]. 水利经济,2018,36(3):35-38.

[28] 姜明栋,沈晓梅,王彦滢,等. 江苏省河长制推行成效评价和时空差异研究[J]. 南水北调与水利科技,2018,16(3):201-208.

[29] 郭清斌,邹结富,陈积微,等. 基于面板数据的中国区域水环境污染 EKC 分析[J]. 水利经济,2018,36(2):49-53.

(收稿日期:2019-03-23 编辑:陈玉国)