

DOI: 10.5846/stxb201903220543

王奕淇, 李国平. 基于选择实验法的流域中下游居民生态补偿支付意愿及其偏好研究——以渭河流域为例. 生态学报, 2020, 40(9): 2877-2885.

Wang Y Q, Li G P. Study on willingness to pay and preference of ecological compensation for residents in the midstream and downstream of the Weihe watershed based on choice experiment method. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(9): 2877-2885.

基于选择实验法的流域中下游居民生态补偿支付意愿及其偏好研究

——以渭河流域为例

王奕淇^{1,*}, 李国平²

1 长安大学经济与管理学院, 西安 710064

2 西安交通大学经济与金融学院, 西安 710061

摘要:在流域生态补偿机制的建设中,相关利益主体的生态补偿意愿和行为的分析对政策的管理和执行至关重要。运用选择实验法对渭河流域中下游居民的支付意愿进行考察,通过构建 Mixed Logit 模型对城乡居民的支付意愿及其偏好进行实证分析。研究发现,城镇和农村居民的选择显著受到水质、河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量这 4 个属性变量的正向影响,支付金额的负向影响;其次,城镇和农村居民对水质这一属性具有最高的支付意愿,对河流面积/水量这一属性具有次高的支付意愿,而对动物种类/数量这一属性具有最低的支付意愿;最后,城镇和农村居民的平均支付意愿分别为 13.168 元/月/人和 9.050 元/月/人,前者的支付意愿明显高于后者。

关键词:流域生态补偿;支付意愿;偏好;选择实验法

Study on willingness to pay and preference of ecological compensation for residents in the midstream and downstream of the Weihe watershed based on choice experiment method

WANG Yiqi^{1,*}, LI Guoping²

1 School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China

2 School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

Abstract: In the establishment of watershed ecological compensation mechanism, the willingness and behavior of ecological compensation of relevant stakeholders is essential to the management and execution of policies. This article uses choice experiment to examine the willingness to pay (WTP) of the residents in the midstream and downstream of Weihe watershed. We empirically analyzed the WTP of urban and rural residents and the respondents' preferences by the Mixed Logit model. The results showed that the choice of urban and rural residents was positively affected by water quality, river area/water, soil and water loss situation, and the animal species/quantity, while negatively affected by payments. Secondly, the urban and rural residents had the highest willingness to pay for the property of water quality, the second highest willingness to pay for the property of river area/water volume, and the lowest willingness to pay for the property of animal species/number. Finally, the average WTP of the urban and rural residents was respectively 13.168 yuan/month/person and 9.050 yuan/month/person. The former WTP was significantly higher than the latter.

基金项目:国家社会科学基金项目 (18CGL028);陕西省社科界重大理论与现实问题研究项目 (2019Z193);中央高校基本科研项目 (300102239665)

收稿日期:2019-03-22; 网络出版日期:2020-03-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangyiqi17@126.com

Key Words: watershed ecological compensation; willingness to pay; preference; choice experiment

随着中国社会经济的高速发展,我国对水资源的需求不断增加,导致水资源过度开发、水环境污染、水资源短缺等问题分沓而至。为保护水生态环境和实现人水和谐,中央先后出台相关法律法规。如 2015 年 9 月中共中央、国务院印发《生态文明体制改革总体方案》,提出树立绿水青山就是金山银山的理念,探索建立多角化补偿机制,提高生态保护的成效,完善资金分配挂钩的激励约束机制。2016 年 5 月国务院办公厅发布《关于健全生态保护补偿机制的意见》,提出在江河源头区及具有重要饮用水源的地区全面开展生态保护补偿。2017 年 10 月,习近平总书记在十九大报告中明确提出,健全河流湖泊休养生息制度,建立市场化、多元化的生态补偿机制。而在流域生态补偿机制的建设中,相关利益主体的生态补偿意愿和行为的分析对政策的管理和执行至关重要,准确测度流域居民的支付意愿是建立科学的流域生态补偿机制的重要要素^[1]。

对于流域生态补偿支付意愿的评估,自美国哈佛大学 Davis^[2]首次将条件价值法(Contingent Valuation Method, CVM)应用于缅因州林地狩猎和宿营的娱乐价值评估以来,该方法也开始大量应用于流域生态补偿支付意愿的测度。国外学者如 Mohamed 等^[3]利用 CVM 对马来西亚乌鲁冷岳地区居民的保护流域生态环境的支付意愿研究; Von Hecken 等^[4]运用 CVM 分析尼加拉瓜 Matiguás 河流下游居民的支付意愿,发现下游居民为获得清洁水源具有较高的支付意愿; Carig 等^[5]利用 CVM 对菲律宾 Barobbob 流域的用水户支付意愿进行评估,将用水户的支付意愿作为流域可持续发展的资金来源。国内学者如李超显和周云华^[6]运用开放式和支付卡式 CVM 对湘江流域居民的支付意愿进行实证分析,发现“内部特征”显著影响支付意愿。赵玉等^[7]利用随机效用理论框架下的 CVM 对赣江流域居民生态补偿支付意愿及其影响因素进行研究,并着重研究心理所有权、心理距离对支付意愿的影响。

虽然条件价值法得到广泛应用,但该方法存在起始点偏差、策略性偏差、假想偏差、嵌入型偏差等,引起许多学者的质疑与批评,越来越多的学者开始应用选择实验法(Choice Experiment, CE)对流域生态补偿支付意愿进行测度,如 Agimass 和 Mekonnen^[8]利用 CE 研究埃塞俄比亚塔纳湖低收入渔民对渔业和流域管理的支付意愿。García-Llorente 等^[9]通过利用 CE 对西班牙纳西纳托流域居民的支付意愿进行分析,探讨了居民对不同土地利用管理方案的偏好。Rai 等^[10]利用 CE 确定尼泊尔科希盆地的流域服务地方居民需求的差异,进而确定生态补偿的标准。樊辉等^[11]构建 CE 下的 Mixed Logit 模型对石羊河流域居民的支付意愿进行测算,并分析二者的补偿剩余差异。单菁竹等^[12]利用 CE 评估黄海胶州湾海域浒苔治理的支付意愿,提出考虑属性临界值的选择模型能够更有效的反映受访者的实际边际效用。徐涛等^[13]对石羊河流域下游进行调研,利用 CE 测度下游居民为改善流域生态环境的平均支付意愿。史恒通等^[14]运用 CE 对黑河流域居民的生态系统服务消费的支付意愿进行研究,发现流域居民对河流水质改善的支付意愿最大。

已有文献多是利用选择实验法对居民的生态补偿支付意愿进行一个简单的测度,鲜有学者对显著影响支付意愿的消费者偏好的异质性进行剖析。因此,本文通过构建 CE 下的 Mixed Logit 计量模型,以渭河流域中下游城乡居民为样本,对渭河中下游城镇居民与农村居民的支付意愿及受访者偏好的异质性进行分析,可弥补现有研究的不足。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 选择实验法

选择实验法是当前国内外评估资源环境非市场价值的前沿方法,其通过将所要研究的环境物品或政策用一组特征属性和这些属性的不同水平来描述,受访者只需在假设情景下,从一个由研究对象的所有属性的不同水平组成的选择集合中选择其认为最优的一个备选方案,通过一系列选择估测受访者的支付意愿^[15]。就方法显示的信息而言, CVM 无法估算实施生态服务价值补偿政策所包含的因素(属性)的边际价值,而 CE 能

够评价每个属性的价值,并能估算不同选择方案相对于现状的价值,且 CE 能够揭示出公众对生态系统服务各生态功能属性的偏好,这对于关注某些属性水平变化或需要对政策侧重方面进行协调的管理决策者而言非常重要。因此,本文利用选择实验法评估流域中下游居民的支付意愿,并揭示其对流域生态服务各生态功能属性的偏好。

1.1.2 属性及其水平的确定

对于流域生态服务价值的属性选择,首先,确定研究的问题是“流域中下游居民对享有上游供给的生态服务的支付意愿”;其次,明确流域生态系统提供的服务主要包含水源涵养、土壤保护、生物多样性维护等,这些服务的状态变化是影响中下游居民支付意愿的根本缘由,属性应是对于上述服务的替代描述^[15];再次,结合上述两点,参考《渭河流域重点治理规划》、《陕西省渭河流域管理条例》等文件中对渭河流域生态环境保护的规定,以及已有文献利用 CE 研究流域问题时对属性的选取等^[16-17],在尽可能减轻认知负担的情况下,初步拟定属性的选择范围;最后,经过咨询相关专家意见和课题组的讨论,将影响支付意愿的属性确定为水质、河流的面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量、支付金额。

属性水平可通过定性或定量指标进行阐述,而由于渭河流域的上述相关属性的定量状态尚未公布,本文以定性的方式描述相关属性水平。根据渭河流域生态服务价值补偿的实施是为了激励上游保护流域生态环境、提供更多的生态环境服务的定位,属性水平应囊括流域生态服务价值补偿实施前的水平和实施后预计能达到的最优水平。为降低水平过多造成的复杂,本文借鉴徐中民等^[18]、李京梅等^[19]、史恒通和赵敏娟^[20]等研究,将中下游没有给予上游补偿的生态环境水平确定为“维持现状”,将中下游给予上游补偿后的生态环境水平确定为“持续改善”。且为使受访者能够更好地理解问卷中的属性及其水平,在调研时辅以图片的形式,形象的描述各属性的状态。对于货币属性的确定,采用预调研中出现频率较高的意愿金额,因此,本文依据课题组 2016 年 5 月利用双边界二分式对咸阳市居民支付意愿的预调研结果,货币属性选取出现频率最高的 2、6、10 和 15,并将现状设定为 0,具体如表 1 所示。

表 1 选择实验方案的属性及其水平

Table 1 Attribute and its level of choice experiment program

方案属性 Attributes	属性水平 Attribute level	
水质 Water quality	维持现状	持续改善
河流的面积/水量 River area/water volume	维持现状	持续改善
水土流失情况 Soil erosion	维持现状	持续改善
动物种类/数量 Animal species/quantity	维持现状	持续改善
支付金额 Payment amount	0 元/月、2 元/月、6 元/月、10 元/月、15 元/月	

1.1.3 正交实验设计

在确定 CE 方案属性及其水平后,可采用国内外研究中常用的正交试验设计,借助 SPSS 22.0 软件的正交设计功能,在剔除重复发生、强势选项和不符合现实等组合后,获得 12 个备选方案,将其两两组合后与“维持现状”方案一起组成选择集,最终形成 6 个选择集。此外,为更好地验证 CE 方案中各属性估计结果的准确性,在 CE 问卷的选择集前添加受访者对于各属性重要性的认识选择、在选择集后添加受访者在选择时对各方案属性的重视程度选择,使受访者能够在选择前充分明确自己的偏好、在选择后肯定选择时是否依据自身偏好。

1.1.4 模型构建

对于 CE 问卷的数据处理,多元 Logit (Multi-nomial Logit, MNL) 模型的应用最简单且最广泛,但它的应用是在“无关方案的独立性 IIA”假设的基础上,若选择集中属性方案之间违背了独立性假设,则 MNL 的估计结果将会产生偏差,影响受访者偏好的排序。而混合 Logit (Mixed Logit) 模型放宽了 MNL 模型的限制,可解决或减轻违背 IIA 假设产生的偏差,在模型的操作上更具灵活性,且在拟合度和预测准确度方面均优于 MNL 模

型,具有更高的可信度^[21-22]。因此,本文选择 Mixed Logit 模型评估受访者的支付意愿。

Mixed Logit 模型假设不同的受访者群体对商品(或服务)的偏好存在异质性,且呈现一种连续的分布形式^[14]。在 Mixed Logit 模型中,待估计参数 β 根据个人偏好符合某种分布形式^[23],如正态分布、均匀分布、三角分布 γ 分布等^[24],此时,个人的选择概率带有特定混合分布,即:

$$P(y_i = j | x_i) = \int \frac{\exp(x'_i \beta_j)}{\exp(x'_i \beta_h)} f(\beta | \theta) d\beta \quad (1)$$

式中, $f(\beta | \theta)$ 是 β 某种分布的密度函数, θ 是密度函数的未知特征参数,如正态分布中的均值和标准差。参数确定后,各属性的价值和补偿剩余为:

$$W_{\text{attribute}} = -\beta_{\text{attribute}} / \beta_M \quad (2)$$

$$CS = -\frac{1}{\beta_M} \left[(\ln \sum_j \exp V_{j0}) - (\ln \sum_j \exp V_{j1}) \right] \quad (3)$$

式中, $W_{\text{attribute}}$ 代表单个属性的价值, $\beta_{\text{attribute}}$ 代表某属性项的估计参数, β_M 代表的边际支付效用, CS 代表补偿剩余, V_{j0} 和 V_{j1} 分别代表环境属性状态变化前和变化后的效用。

1.2 数据来源

渭河作为黄河的第一大支流,是“关中-天水经济区”发展的基础性水源,是连接我国西北和中东部的重要通道,在区域经济发展和西部大开发中具有重要作用和战略意义^[25]。近年来,渭河上游为保护流域生态环境、提高流域生态服务的供给付出高昂的成本,而流域中下游在无偿享有上游提供的良好生态服务的同时还不断发展社会经济,这必将导致流域上、下游间的矛盾愈发突出,中下游地区对上游地区给予适当的经济补偿已成为解决流域区域间经济发展失衡的重要手段。

在这一背景下,课题组对渭河流域中下游的秦都区、渭城区、临渭区和华阴市等四个地区的城镇与农村居民的支付意愿进行问卷调查,调研采取面访的形式进行。问卷主要由三部分组成:一是受访者的环境认知,包括对当地环境问题的认知和对渭河流域问题的认知;二是受访者的选择方案,包括对属性重要性的认识、属性水平的选择等;三是受访者的社会经济信息,包括年龄、性别、职业等。调研问卷遵循受访者心理变化的趋势,采用逐步引导、循序渐进的方式,在调研过程中向受访者说明流域生态系统提供的服务主要包含水源涵养、土壤保护、生物多样性维护等,且向其阐释对上游的补偿可为自身带来利益,使受访者更易理解调研内容,提高回答效率。

对于问卷样本容量的确定采用 Scheaffer 抽样公式, $n = \frac{N}{(N-1) \times \delta^2 + 1}$, 其中 n 代表样本量, N 代表抽样区域人口, δ 代表抽样误差。根据秦都区、渭城区、临渭区和华阴市的人口总数,测算得到至少需要 400 份问卷,结合初始投标值的版本,最终确定 832 份问卷,其中城镇和农村各 416 份,每个版本 104 份,城镇和农村各 52 份,在正式调研中随机发放。问卷回收率 100%,剔除无效问卷 24 份(城镇 10 份、农村 14 份),整体问卷的有效率为 97.12%(城镇 97.60%、农村 96.63%)。

1.3 变量设定

为区分受访者是否愿意参与支持和改善渭河流域生态环境,设置替代常数变量 ASC,以表示在选择过程中一些不能由属性和社会经济特征等变量解释的变化。在每个选择集中,受访者选择方案 B 或方案 C,认为其对保护和改善渭河流域生态环境是支持的,赋值 $ASC = 1$;若选择方案 A,则认为受访者不愿意参与保护和改善渭河流域生态环境,赋值 $ASC = 0$ 。且为满足 Mixed Logit 模型的构建需要,本文对受访者的编号 PID 和选择集 CID 的编号进行定义,详见表 2。

表 2 变量设定与说明
Table 2 Variable setting and description

变量属性 Variable attribute	名称 Name	定义与赋值 Definition and assignment	均值 Mean		
			整体 Overall	城镇 Urban	农村 Rural
被解释变量 Explained variable	Y	方案选择结果;选中=1,未选中=0	—	—	—
解释变量 Explanatory variable	SZ	河流水质;持续改善=1,现状=0	—	—	—
(属性)(Attribute)	SL	河流的面积/水量;持续改善=1,现状=0	—	—	—
	LS	水土流失情况;持续改善=1,现状=0	—	—	—
	DW	动物种类/数量;持续改善=1,现状=0	—	—	—
	ZF	支付金额;0,2,6,10,15	—	—	—
解释变量 Explanatory variable (非属性)(Non-attribute)	ASC	替代常数变量:选择方案 A=0,选择方案 B,C=1	—	—	—
	Hou	户籍;城镇=1,农村=0	0.437	—	—
	Gen	性别;男性=1,女性=0	0.569	0.571	0.567
	Age	年龄;实际值(岁)	41	39	43
	Edu	受教育程度;小学及以下=1,初中=2,高中/中专=3,大专=4,本科=5,硕士及以上=6	2.899	3.510	2.283
	Job	职业;国家机关/企业/事业单位人员=1,普通工人=2,商人=3,打工者=4,农民=5,无职人员=6,其他=7	3.152	4.244	2.050
	Per	在当地生活时长;10 年以下=1,[10,20)=2,[20,30)=3,[30,40)=4,[40,50)=5,50 年以上=6	3.004	2.138	3.878
	Pop	家庭人口数;实际值(人)	4.146	3.626	4.672
	Inc	家庭平均月收入;2000 元以下=1,[2000,4000)=2,[4000,6000)=3,[6000-10000)=4,[10000-15000)=5,[15000-20000)=6,20000 元以上=7	2.915	3.268	2.557
	Att	对当地河流/湖泊等水生态环境的态度;很不满意=1,不满意=2,一般=3,满意=4,非常满意=5	2.465	2.424	2.507
	Aff	河流/湖泊等环境问题的负面影响;非常小=1,比较小=2,一般=3,比较大=4,非常大=5	3.376	3.510	3.241
	Und	受访者对渭河相关政策了解度;不了解=1,知道一点=2,了解=3,很了解=4	1.474	1.539	1.408
	Urg	渭河生态环境改善是否具有紧迫性;不必改善=1,不急迫=2,一般=3,急迫=4,非常急迫=5	3.989	4.091	3.886
	Par	参与渭河生态建设的程度;非常小=1,比较小=2,一般=3,比较大=4,非常大=5	2.094	2.195	1.993
模型特有变量 Speciflc vairable	PID	受访者的编号;城镇 1—353,农村 354—680(愿意参与的问卷)	—	—	—
	CID	选择集的编号;城镇 1—1059,农村 1060—2040	—	—	—

2 实证分析

2.1 模型估计结果

本研究应用 Stata13.0 分别对整体、城镇和农村样本进行 Mixed Logit 模型估计。为提高模型估计效率,假定所有生态指标变量的系数均为服从正态分布的随机系数^[26],且由于价格指标变量是计算其他变量部分价值的基准,所将其设定为固定系数。且为进一步分析受访者偏好的异质性来源,将属性变量分别与非属性变量进行交互,生成新的变量并视为固定系数进行估计。对每个样本的模拟采用 R 等于 100 的 Halton 抽取法^[27],得到 Mixed Logit 模型估计结果,详见表 3(仅列出显著的交互变量)。

从模型总体的显著性水平看,3 个模型的 Prob>chi2 均为 0.000,即均在 1%的水平上显著,说明模型的拟合度较好。模型中 ASC 的符号均为正,且均通过了 1%的显著性检验,说明不论是城镇居民还是农村居民对改善渭河流域水生态环境均持支持态度,即愿意通过支付一定的金额用以改善流域水生态环境,这符合调研

实际和客观规律。

表 3 Mixed Logit 模型估计结果

Table 3 Mixed Logit model estimation result

自变量 Independent variable		整体 Overall		城镇 Urban		农村 Rural	
		均值 Mean	标准差 Standard deviation	均值 Mean	标准差 Standard deviation	均值 Mean	标准差 Standard deviation
随机系数	SZ	1.047 *** (4.96)	1.042 *** (4.15)	1.058 *** (3.87)	0.704 *** (3.98)	1.039 *** (3.43)	1.822 *** (3.84)
Random parameter	SL	0.476 *** (2.51)	1.496 *** (6.86)	0.511 *** (2.23)	1.156 *** (4.44)	0.438 *** (2.70)	2.028 *** (4.38)
	LS	0.229 *** (2.55)	1.295 *** (5.57)	0.228 *** (2.04)	1.055 *** (3.44)	0.231 *** (2.53)	1.380 *** (3.15)
	DW	0.173 *** (3.11)	1.057 *** (4.75)	0.189 *** (2.25)	0.574 *** (3.02)	0.165 *** (2.95)	1.873 *** (3.85)
固定系数	ASC	1.120 *** (4.11)		1.295 *** (3.19)		1.045 *** (3.14)	
Fixed parameter	ZF	-0.091 *** (-3.74)		-0.079 *** (-2.96)		-0.112 *** (-2.55)	
	SL_Hou	0.774 *** (2.10)		—		—	
	ZF_Hou	0.220 * (2.23)		—		—	
	LS_Gen	1.012 *** (3.08)		1.163 *** (2.57)		1.003 *** (2.22)	
	DW_Gen	0.471 * (1.78)		0.929 *** (2.70)		0.387 * (1.66)	
	SZ_Age	—		—		0.693 *** (2.25)	
	SZ_Edu	0.349 *** (2.26)		0.718 * (1.90)		0.228 *** (2.18)	
	DW_Edu	0.367 *** (2.55)		0.321 * (1.71)		0.656 * (1.80)	
	ZF_Edu	0.039 *** (2.50)		0.042 *** (2.33)		0.038 *** (2.01)	
	SL_Per	-0.268 *** (-2.74)		-0.316 *** (-2.55)		-0.170 *** (-2.48)	
	ZF_Pop	-0.042 *** (-2.48)		—		-0.076 *** (-2.46)	
	ZF_Inc	0.108 *** (4.53)		0.078 *** (2.20)		0.263 *** (4.52)	
	SZ_Att	-0.619 *** (-2.08)		-0.085 *** (-1.99)		-0.633 * (-1.68)	
	SL_Att	-0.308 *** (-2.09)		-1.156 *** (-3.13)		-0.076 * (-1.70)	
	ZF_Att	-0.293 *** (-2.37)		-0.521 *** (-1.99)		-0.126 *** (-2.50)	
	ZF_Urg	0.097 *** (2.52)		0.079 *** (2.26)		0.139 *** (2.41)	
LR		50.76		28.25		29.34	
Prob>chi2		0.000		0.000		0.000	
Log likelihood		-1457.441		-740.426		-661.946	

从属性变量对选择的影响上看,除支付金额系数为负外,其他四个属性变量估计系数均为正,且均通过5%水平的显著性检验,说明这些属性变量显著影响城镇和农村居民的选择。其次,以水质 SZ 为例,其正的系数表明,当其他属性保持不变时,水质的改善正向影响居民的选择,即居民对使流域水质变好的生态补偿政策的参与积极性越高,获得的效用也越大,其他系数为正的属性变量亦然。支付金额的估计系数为负,说明当要求支付的金额越少时,居民越支持实施生态补偿、获得效用越大。最后,属性的估计系数综合显示,城镇和农村居民都倾向于用较少的支付金额获得更好的水质、更多的河流面积/水量和动物的种类/数量、更有效的水土流失治理。

2.2 受访者偏好的异质性

由表 3 可知,SL_Hou、ZF_Hou 的系数显著为正,说明城镇居民比农村居民更重视河流面积/水量的改善,也更偏好对改善水生态环境的生态补偿进行支付,这主要缘于城镇居民较之农村居民,具有更高的收入和受教育程度,更重视保护生态环境和参与生态补偿支付。LS_Gen、DW_Gen 的系数均显著为正,说明男性比女性更偏好水土流失情况、动物的种类/数量等属性。SZ_Edu、DW_Edu、ZF_Edu 的系数均显著为正,说明受教育程度越高的居民越偏好水质、动物种类/数量、支付金额等属性,这主要源于受教育程度越高的居民越重视流域生态环境的保护。SL_Per 的系数显著为负,说明在当地生活时长越长越不偏好河流的面积/水量。这可

能是因为居民长期生活于某地,会形成较为刚性的消费偏好,从而不愿意改变水生态服务利用模式。ZF_Inc 的系数显著为正,说明居民的收入水平越高越偏好支付金额。SZ_Att、SL_Att、ZF_Att 的系数显著为负,即居民对当地水生态环境越满意越不偏好河流水质、河流的面积/水量、支付金额。ZF_Urg 的系数显著为正,即居民认为渭河流域生态环境改善越迫切越偏好支付金额,这主要缘于越迫切改善流域生态环境的居民更具有补偿流域上游的动机。

特别的,SZ_Age、ZF_Pop 的系数在农村模型中显著,而城镇模型中不显著,说明农村居民的年龄越大越重视水质的改善、家庭人口数越多越不偏好支付金额。这可能源于在调研的农村区域,年轻人或中年人常年外出打工,年龄大的居民长期生活在当地,自然更重视与其健康等息息相关的水质的改善;且由于农村居民的家庭人口数越多,其生活负担通常越重,不同于城镇老年居民有退休工资,农村老年居民大多丧失劳动能力,主要依靠子女供养,其对支付金额的偏好随着家庭人口数的增加而减弱。

综上,性别(Gen)、受教育程度(Edu)、在当地生活时长(Per)、家庭平均月收入(Inc)、对当地河流/湖泊等水生态环境的态度(Att)、渭河流域生态环境改善是否具有紧迫性(Urg)等变量与属性变量交互项的显著性差异是整体、城镇和农村居民共同的偏好的异质性来源。此外,农村居民偏好的异质性还来源于年龄(Age)、家庭人口数(Pop)等变量与属性变量交互项的显著性差异;整体居民偏好的异质性还来源于户籍(Hou)、家庭人口数(Pop)等变量与属性变量交互项的显著性差异。

2.3 支付意愿估算

根据回归模型得到的各属性估计系数和式(2),可以得到各属性的价值,即隐含价格。在本文中其表示“当实施流域生态补偿时,居民对于所要求得到更多的环境属性而愿意支付的金额”,提供了单个属性间的损益比较,即属性相对重要性的比较。Mixed Logit 模型的结果如表 4 所示。

表 4 属性价值和支付意愿

Table 4 Attribute value and willingness to pay

属性 Attributes	整体 Overall		城镇 Urban		农村 Rural	
	属性价值 Attribute value	排序 Sorting	属性价值 Attribute value	排序 Sorting	属性价值 Attribute value	排序 Sorting
水质 Water quality	11.505	1	13.392	1	9.277	1
河流面积/水量 River area/water volume	5.231	2	6.468	2	3.911	2
水土流失情况 Soil erosion	2.516	3	2.886	3	2.063	3
动物种类/数量 Animal species/quantity	1.901	4	2.392	4	1.473	4
平均支付意愿 Average WTP	12.577		14.488		10.219	
修正零支付意愿后 Fixed zero WTP	11.285		13.168		9.050	

WTP: Willingness to Pay

由表 4 可知,在 Mixed Logit 的 3 个模型中,各属性价值都存在明显差异。以河流面积/水量为例,城镇与农村居民参与生态补偿,要求得到更多的河流面积/水量的边际支付意愿分别为 6.468 元、3.911 元,其他属性价值的亦然。比较城镇和农村的模型可看出,各属性的价值排序均为:水质、河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量。说明无论是城镇居民还是农村居民,水质都是他们最为关注的属性,也是最希望在给予支付时得到的属性,河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量依次次之,并且城镇居民对各属性的边际支付意愿均高于农村居民。

通过补偿剩余的计算公式(3)可分别得到整体、城镇和农村的平均支付意愿。其中,生态补偿实施前的状态设定为维持现状,各属性赋值 0;实施后的状态设定为持续改善,各属性赋值 1。根据表 4,整体、城镇和农村居民的支付意愿分别为 12.577 元 月⁻¹人⁻¹、14.488 元 月⁻¹人⁻¹、10.219 元 月⁻¹人⁻¹。通过 Spike 修正零支付意愿对其的影响后,最终得到中下游整体、城镇、农村居民的平均支付意愿分别为 11.285 元 月⁻¹人⁻¹、13.168 元 月⁻¹人⁻¹、9.050 元 月⁻¹人⁻¹。

3 结论与讨论

3.1 结论

通过对渭河流域中下游进行选择实验的问卷调查,构建 Mixed Logit 模型对居民的支付意愿及其偏好进行分析,得到如下结论:首先,城镇和农村居民的选择显著受到水质、河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量这四个属性变量的正向影响,支付金额的负向影响;城镇和农村居民都倾向于用较少的支付金额获得更好的水质、更多的河流面积/水量和动物的种类/数量、更有效的水土流失治理。其次,性别、受教育程度、在当地生活时长、家庭平均月收入、对当地河流/湖泊等水生态环境的态度、渭河流域生态环境改善是否具有紧迫性等变量与属性变量交互项的显著性差异是居民偏好的异质性来源;此外,农村居民偏好的异质性还来源于年龄、家庭人口数等变量与属性变量交互项的显著性差异。最后,无论是城镇居民还是农村居民,水质都是他们最为关注的属性,也是最希望在给予支付时得到的属性,河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量依次次之;同时,整体、城镇和农村居民的平均支付意愿分别为 11.285、13.168、9.050 元·月⁻¹·人⁻¹,城镇居民的支付意愿高于农村居民。

以上研究表明,渭河流域中下游居民具有较好的生态环境意识和较高参与支付意愿,可通过鼓励上游居民保护水生态环境,使水质、河流面积/水量、水土流失情况、动物种类/数量等属性得到改善,进而对中下游居民的支付意愿产生重要的积极影响。根据这一结果,政策的制定者和执行者可根据流域中下游居民对不同属性的偏好,动态调整生态补偿政策侧重点,使流域生态补偿政策能够更顺利实施。其次,应按照流域中下游居民的偏好,加大水资源保护、治理水土流失以及保护动物的种类与数量,做到生态补偿政策的行之有效。再次,积极开展宣传教育工作,通过相关人物或事迹的影响以增强中下游居民保护生态环境的主观规范,使中下游居民切实了解对流域上游进行生态补偿的支付可有效提高生态环境质量、改善自身生存环境,进而对其支付意愿产生重要的积极影响。最后,树立自然价值与自然资本的理念,自然生态是有价值的,保护自然就是增值自然价值和自然资本的过程,就是保护和发展生产力,让中下游居民感觉参与生态保护不仅可以有效提高生态环境质量,还可以获得一定收益,增强其对生态环境保护的收益性感知,有效激励中下游居民保护当地流域生态环境。

3.2 讨论

本文通过利用选择实验法对流域中下游居民的生态补偿支付意愿及偏好进行测度,但由于资源价值的真实性的难以评估性,导致了实证测度的难度。本文通过借鉴前人研究、优化调研问卷、培训调研员等尽量减少误差,使测算结果接近受访者的真实支付意愿,且反映出受访者的真实偏好。把握流域中下游居民的支付意愿及其偏好,是科学制定流域生态环境政策和相关治理决策的基础,可为目前的流域生态补偿政策的制定提供一定的理论与现实层面的支撑。

参考文献 (References):

- [1] 周晨, 李国平. 流域生态补偿的支付意愿及影响因素——以南水北调中线工程受水区郑州市为例. 经济地理, 2015, 35(6): 38-46.
- [2] Davis R K. Recreation planning as an economic problem. *Natural Resources Journal*, 1963, 3(3): 239-249.
- [3] Mohamed N, Shamsudin M N, Ghani A N A, Radam A, Kaffashi S, Rahim N N R N A, Hassin N H B. Willingness to pay for watershed conservation at Hulu Langat, Selangor. *Journal of Applied Sciences*, 2012, 12(17): 1859-1864.
- [4] Van Hecken G, Bastiaensen J, Vásquez W F. The viability of local payments for watershed services: empirical evidence from Matiguás, Nicaragua. *Ecological Economics*, 2012, 74: 169-176.
- [5] Carig E T, Carig J G, Vallesteros A P. Assessment of Willingness to pay as a source of financing for the sustainable development of Barobob watershed in Nueva Vizcaya, Philippines. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2016, 4(3): 38-45.
- [6] 李超显, 周云华. 湘江流域生态补偿支付意愿及其影响因素的实证研究. 系统工程, 2013, 31(5): 123-126.
- [7] 赵玉, 张玉, 熊国保. 基于随机效用理论的赣江流域生态补偿支付意愿研究. 长江流域资源与环境, 2017, 26(7): 1049-1056.
- [8] Agimass F, Mekonnen A. Low-income fishermen's willingness-to-pay for fisheries and watershed management: an application of Choice Experiment

- to Lake Tana, Ethiopia. *Ecological Economics*, 2011, 71: 162-170.
- [9] García-Llorente M, Martín-López B, Nunes P A L D, Castro A J, Montes C. A choice experiment study for land-use scenarios in semi-arid watershed environments. *Journal of Arid Environments*, 2012, 87: 219-230.
- [10] Rai R K, Shyamsundar P, Nepal M, Bhatta L D. Differences in demand for watershed services: understanding preferences through a choice experiment in the Koshi Basin of Nepal. *Ecological Economics*, 2015, 119: 274-283.
- [11] 樊辉, 赵敏娟, 史恒通. 选择实验法视角的生态补偿意愿差异研究——以石羊河流域为例. *干旱区资源与环境*, 2016, 30(10): 65-69.
- [12] 单菁竹, 李京梅, 林雨霏. 改进选择实验法在居民浒苔治理意愿评估中的应用. *资源科学*, 2018, 40(10): 1943-1953.
- [13] 徐涛, 赵敏娟, 乔丹, 史恒通. 外部性视角下的节水灌溉技术补偿标准核算——基于选择实验法. *自然资源学报*, 2018, 33(7): 1116-1128.
- [14] 史恒通, 睢党臣, 吴海霞, 赵敏娟. 公众对黑河流域生态系统服务消费偏好及支付意愿研究——基于选择实验法的实证分析. *地理科学*, 2019, 39(2): 342-350.
- [15] 李潇. 基于农户意愿的国家重点生态功能区生态补偿标准核算及其影响因素——以陕西省柞水县、镇安县为例. *管理学刊*, 2018, 31(6): 21-31.
- [16] Hosking P. A Conjoint Choice Experiment Analysing Water Service Delivery in Three Eastern Cape Municipalities. South African; Walter Sisulu University, 2011.
- [17] Yacob M R, Radam A, Samdin Z. Willingness to pay for domestic water service improvements in Selangor, Malaysia: a choice modeling approach. *International Business and Management*, 2011, 2(2): 30-39.
- [18] 徐中民, 张志强, 龙爱华, 陈东景, 巩增泰, 苏志勇, 张勃, 石惠春. 环境选择模型在生态系统管理中的应用——以黑河流域额济纳旗为例. *地理学报*, 2003, 58(3): 398-405.
- [19] 李京梅, 陈琦, 姚海燕. 基于选择实验法的胶州湾湿地围垦生态效益损失评估. *资源科学*, 2015, 37(1): 68-75.
- [20] 史恒通, 赵敏娟. 生态系统服务功能偏好异质性研究——基于渭河流域水资源支付意愿的分析. *干旱区资源与环境*, 2016, 30(8): 36-40.
- [21] Johnston R J, Duke J M. Willingness to pay for agricultural land preservation and policy process attributes: does the method matter? *American Journal of Agricultural Economics*, 2007, 89(4): 1098-1115.
- [22] Huh S Y, Woo J R, Lim S, Lee Y G, Kim C S. What do customers want from improved residential electricity services? Evidence from a choice experiment. *Energy Policy*, 2015, 85: 410-420.
- [23] McFadden D, Train K. Mixed MNL models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics*, 2000, 15(5): 447-470.
- [24] Train K. A comparison of hierarchical bayes and maximum simulated likelihood for mixed Logit. Berkeley; University of California. (2001-06-18). <http://emlab.berkeley.edu/~train/compare.pdf>.
- [25] 王奕淇, 李国平. 基于能值拓展的流域生态外溢价值补偿研究——以渭河流域上游为例. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(11): 69-75.
- [26] Train K E. *Discrete Choice Methods With Simulation*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- [27] Kenneth T. Halton sequences for mixed Logit. (2000-05-05). <http://escholarship.org/uc/item/6zs694tp>.