

重庆农业面源污染的环境库兹涅茨曲线评价

牟新利¹² 祁俊生¹ 黄宇³ 何立平¹ 林俊杰¹

(1. 重庆三峡学院化学与环境工程学院, 重庆万州 404100;

2. 北京师范大学环境学院, 北京 100875;

3 西南交通大学公共管理学院, 四川成都 610031)

【摘要】为探究重庆农业经济增长与农业面源污染之间的演替规律, 为重庆市制定农业环境政策和农业的可持续发展提供依据, 根据 1995-2008 年重庆市农业经济发展主要指标和农业面源污染物排放量的统计资料采用环境库兹涅茨曲线模型, 分析重庆市农民人均年收入与主要污染物排放量的相关关系。结果表明, 重庆市农民人均年收入与农业面源污染物排放量之间存在显著的“倒 U 型”曲线关系, 重庆市农业面源污染整体已经进入转折期, 但农业生产的地域性及农业环境政策的实施状况都可能对这种趋势产生一定的影响, 重庆的农业环境保护在较长的一段时期内仍将面临着经济快速增长、环境质量改善和环境风险防范三重压力。

【关键词】:环境库兹涅茨曲线;农业面源污染;人均年收入;重庆

【中图分类号】X524 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1001-3601(2011)01-0064-0228-03

经济增长与环境是一对既相互制约又相互促进的矛盾关系。随着经济的持续增长, 经济与环境的矛盾越来越突出。1991 年, Grossman 和 Krueger 在研究北美自由贸易协定的环境影响时, 提出了环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve, EKC), 即经济发展早期环境质量逐渐恶化, 经济发展到一定水平之后, 环境质量会逐步改善, 环境压力和经济增长之间也呈现倒 U 型关系^[1]。

重庆市直辖以来, 农业生产有了飞速发展, 农民生活也有了很大改善, 但非持续发展、高消耗的农村生产与生活方式依然广泛存在, 由此带来的农业资源与环境问题积重难返, 其中农业面源污染在相当长的时期内已成为制约农业循环经济发展的重要因素之一^[2]。

发达国家的经验表明, 农村生产与生活引起的面源污染已经开始取代点源污染, 逐渐成为了水体污染的重要因素。例如在瑞典, 不同流域来自农业的氮和磷占流域总输入量的 60%-87%;在美国, 农业面源污染是最主要的污染源, 它不仅造成 40%的湖泊和河流水质退化, 还造成地下水污染以及湿地退化^[3]。

因此, 本文选取重庆市 1995-2008 年各项经济和环境数据进行 EKC 关系研究, 探究重庆农业经济增长与农业面源污染之间

¹收稿日期:2010-07-23;201012-14 修回

基金项目:重庆三峡学院教授(博士)资助计划项目“农业面源污染综合防治”(09ZZ-003);重庆高校创新团队建设计划项目(渝教科 2010-16)

作者简介:牟新利(1979-), 男, 在读博士, 讲师, 从事水环境科学研究工作。E-mail:cqsxxymx1@163.com

的演替规律，为重庆市制定农业环境政策和农业的可持续发展提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

数据选取经济增长指标和环境指标 2 个部分。

其中，经济增长指标选取农民人均年收入，环境指标则选取农业面源污染的相关指标。因我国农业面源污染的主要有化肥污染、农药污染、农膜等途径，所以本研究的环境指标选取能表现农业面源污染状况的人均化肥排放量、人均农药排放量和人均农膜排放量。

由于化肥施用后利用率仅 35%，约有 65%通过地表径流、土壤渗滤进入水体后污染环境，即人均化肥排放量为当年人均化肥施用量的 65%；农药施用后利用率为 10%，即 90%进入环境^[4]，即人均农药排放量为人均农药施用量的 90%；农膜的回收率在我国不足 30%，70%的农膜进入环境^[5]，即人均农膜排放量为人均农膜施用量的 70%。依据重庆统计年鉴(1995-2008 年)的农民人均年收入及相应污染数据^[6]得出重庆市 1995-2008 年农民人均年收入、人均化肥排放量、人均农药排放量和人均农膜排放量(表)。

1.2 方法

以人均 GDP 为自变量 x，分别以人均化肥排放、人均农药排放和人均农膜排放指标为因变量 Y 采用 Excel 软件，用“经济增长-环境质量”的简约式回归方程进行二次曲线 $y = ax^2 + bx + c$ 的模型回归，构建重庆市农业面源污染模型，根据模型分析判断重庆市面源污染与农业经济增长的关系。

表 重庆市 1995—2008 年农业面源污染相关经济和环境数据

Table	The relative economic and environmental data of agricultural non-point source pollution from 1995 to 2008 in Chongqing										
年份 Year	农用化 肥施用 量/万 t Chemical fertilizer amount	农药使 用量/ 万 t Pesticide amount	农膜使 用量/ 万 t Agricultural film amount	农业总 人口/ 万人 Total agricultural population	农民人 均年收 入/元 Per capita annual income	人均 化肥施 用量/kg Per capita fertilizer amount	人均农 药使用 量/kg Per capita pesticide amount	人均农 膜使用 量/kg Per capita agricultural film amount	人均化 肥排放 量/kg Per capita chemical fertilizer discharge	人均农 药排放 量/kg Per capita pesticide discharge	人均农 膜排放 量/kg Per capita agricultural film discharge
1995	62.02	1.46	1.43	2442.33	1896.59	25.39	0.6	0.59	16.51	0.54	0.41
1996	65.55	1.69	1.53	2445.65	2246.53	26.8	0.69	0.63	17.42	0.62	0.44
1997	69.64	1.68	1.59	2448.34	2475.33	28.44	0.69	0.65	18.49	0.62	0.45
1998	71.18	1.82	1.77	2445.66	2542.14	29.1	0.74	0.72	18.92	0.67	0.51
1999	71.03	1.84	1.86	2437.18	2484.69	29.14	0.75	0.76	18.94	0.68	0.53
2000	72	1.85	1.96	2430.2	2594.95	29.63	0.76	0.81	19.26	0.69	0.56
2001	72.58	1.91	1.94	2408.39	2709.49	30.14	0.79	0.81	19.59	0.71	0.56
2002	73.37	1.93	2.53	2392.38	2828.69	30.67	0.81	1.06	19.93	0.73	0.74
2003	71.59	1.95	2.42	2376.18	2922.12	30.13	0.82	1.02	19.58	0.74	0.71
2004	77.02	1.95	2.68	2358.4	3341.19	32.66	0.83	1.14	21.23	0.74	0.8
2005	79.2	1.95	2.75	2351.88	3782.99	33.68	0.83	1.17	21.89	0.75	0.82
2006	80.54	1.96	2.82	2353.44	3814.21	34.22	0.83	1.2	22.24	0.75	0.84
2007	84.32	2.04	3.01	2358.35	4532.4	35.75	0.87	1.28	23.24	0.78	0.89
2008	88.14	2.1	3.09	2349.67	5443.73	37.51	0.89	1.32	24.38	0.8	0.92

2 结果与分析

2.1 农民人均化肥排放量的 EKC 评价

重庆市农民人均化肥排放量的 EKC 拟合模型结果(图 1)表明,农民人均年收入与农民人均化肥排放量的拟合模型属于典型的倒 U 型关系,其回归方程: $y = -0.4625x^2 + 5.5696x + 7.6611$, 相关系数 $R^2=0.9886$, 在 0.01 水平(双侧)上显著相关。由方程可知,农民人均年收入 6021.19 元为农民人均化肥排放量的 EKC 的转折点,而 2008 年的农民人均年收入为 5443.73 元。

说明,农民人均化肥排放量还没有达到最大,随着经济发展的趋势,即将达到这一转折点。化肥排放产生农业面源污染的主要原因是农业生产过程中肥料使用效率低下,因此,提高肥料利用效率,减少肥料投入才是减少污染的根本方法。

2.2 农民人均农药排放量的 EKC 评价

重庆市农民人均农药排放量的 EKC 拟合模型结果(图 2)表明,农民人均农药排放量与农民人均化肥排放量的拟合模型属于典型的倒 U 型关系,其回归方程: $y = -0.0287x^2 + 0.2701x + 0.1629$, 相关系数 $R^2=0.8748$, 在 0.01 水平(双侧)上显著相关。由方程可知,农民人均年收入 4705.57 元为 EKC 的转折点。

说明,当农民人均年收入超过 4705.57 元时,重庆市因农药排放量而引起的农业面源污染出现减少的趋势,2008 年的农民人均年收入为 5443.73 元,表明,这一转折点已经出现。其原因主要是由于随着经济的发展,市场对于农药残留下限的作物要求提高,农业生产中也逐步减少了相应的农药使用量。

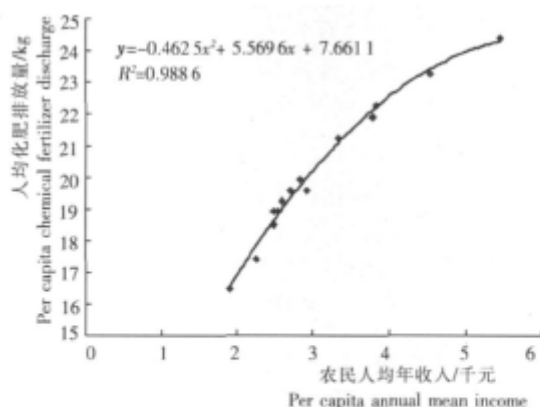


图 1 农民人均化肥排放量的 EKC 拟合模型

Fig. 1 The EKC fitting model diagram of per capita chemical fertilizer discharge

2.1 农民人均农膜排放量的 EKC 评价

重庆市农民人均农膜排放量的 EKC 拟合模型结果(图 3)表明,农民人均农膜排放量与农民人均化肥排放量的拟合模型属于典型的倒 U 型关系,其回归方程: $y = -0.4625x^2 + 5.5696x + 7.6611$, 相关系数 $R^2=0.9236$, 在 0.01 水平(双侧)上显著

相关。由方程可知，农民人均年收入 5040.68 元为 EKC 的转折点。说明，当农民人均年收入超过 5040.68 元时，重庆市因农膜排放量而引起的农业面源污染出现减少的趋势，2008 年的农民人均年收入为 5443.73 元，表明，这一转折点已经出现。

其原因一方面是由于农膜价格上涨增加了农业生产的成本，另一方面是由于重庆市交通的发展，许多蔬菜水果可以从海南等蔬菜水果产地输入，且价格具有优势，因而总体上农业生产中也逐步减少了农膜使用量。

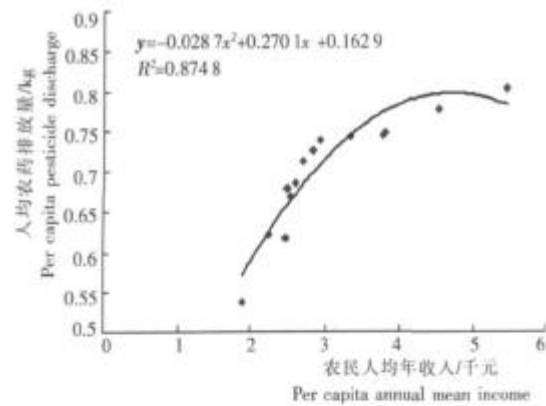


图 2 农民人均农药排放量的 EKC 拟合模型

Fig. 2 The EKC fitting model diagram of per capita pesticide discharge

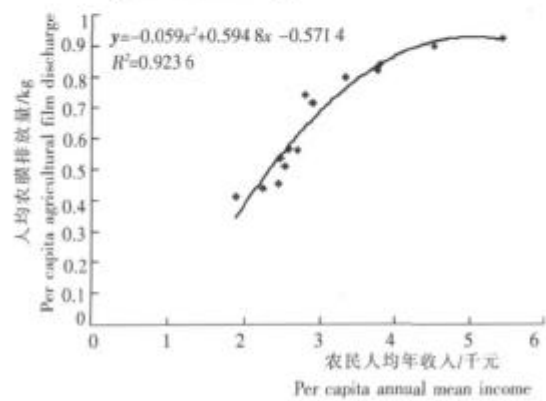


图 3 农民人均农膜排放量的 EKC 拟合模型

Fig. 3 The EKC fitting model diagram of per capita agricultural film discharge

3 结论与讨论

1) 从拟合 EKC 的倒 U 型形状来看，重庆市农业面源污染整体已经进入转折期，但农业生产的地域性及农业环境政策的实施状况都可能对这种趋势产生一定的影响，重庆市的农业环境保护在较长的一段时期内仍将面临着经济快速增长、环境质量改善和环境风险防范等三重压力。

在保持农业经济平稳较快发展情况下，加大环保投入和环保政策的执行力度，调整农业产业结构，优化产业农业布局将促进重庆农业的可持续发展。

2) 环境质量需求的弹性收入是 EKC 关系形成的原因之一。随着经济收入的增加，人们对环境质量的要求会逐步提高，环境

收入弹性会逐渐变大。

当环境质量需求的收入弹性大于 1 的时候，人们会牺牲经济利益来改善环境质量，环境质量就会逐步改善。而本文验证出重庆农民人均收入增长和农业面源污染之间存在倒 U 型关系，也正是要求在经济增长的同时，加大对农业面源污染的治理力度。

3) 在治理农业面源污染时，首先应该加大科技投入，采用新的技术手段提高化肥、农药和农膜等的利用率，促进环保型农业生产技术的推广与使用；

第二，应当提高农民的环保意识，通过电视广播等传媒扩大宣传，并采用科技人员环保知识下乡等形式进行现场环境教育，让农民能够从自身做起，保护自己的美好家园；

第三，重庆市处于三峡库区上游，其面源污染将会对环境造成巨大危害，可以借鉴退耕还林的政策，采用生态补偿的方法，引导农业产业的升级，转向生态旅游等方面，这就需要制定相应的环境政策，为农民提供外在的激励来促进农业面源污染的预防与治理。

参考文献

- [1] 杨志峰，刘静玲. 环境科学概论 [M]. 北京: 高等教育出版社，2004, 114-118.
- [2] 杨志敏，陈玉成，魏世强，等. 重庆市农业面源污染影响因子的系统分析 [J]. 农业环境科学学报，2009, 28 (5) : 999-1004.
- [3] 张劲，李兆华，朱联东，等. 农业面源污染现状及其控制对策的研究进展 [J]. 农业环境与发展，2009, 26 (3) : 1-5.
- [4] 赵永宏，邓祥征，战金艳，等. 我国农业面源污染的现状与控制技术研究 [J]. 安徽农业科学，2010, 38 (5) : 2548-2552
- [5] 李春杰，张强，韩宝文. 农业非点源污染状况与防治 [J]. 河北农业科学，2006, 10 (2) : 103-106.
- [6] 重庆市统计局. 重庆市统计年鉴 (1995-2008) [M/OL]. 北京：中国统计出版社，[2010-05-02]. <http://www.cqztj.gov.cn/szsq/tjnj>.
- [7] 左玉辉. 环境经济学 [M] 北京: 高等教育出版社，2003.