

农村环境污染情况及影响因素分析

——来自全国百村的实证分析

黄季焜¹ 刘莹²

(1. 中国科学院农业政策研究中心, 中国科学院地理科学与资源研究所;
2 北京航空航天大学经济管理学院)

摘要: 伴随农村经济发展,农村环境污染问题的严峻性日益凸显。为摸清目前我国农村环境污染的基本现状并分析环境恶化的影响因素,在全国范围内对村级环境污染现状进行抽样调查,共调查了5省101个村。调查结果表明,在所调查的样本村中,过去10年当中农村环境恶化的村占43.6%。实证分析表明,农村乡镇企业发展、城镇化或人口居住地的集中等因素对农村环境有显著负面影响,而政府整治农村环境措施和农村劳动力外流有利于当地环境的保护。乡镇企业的迅速发展,以及居民在空间分布上的聚集是农村发展趋势,如何在兼顾经济发展的同时加强农村环境监管与治理,使农村发展模式向自然和谐型转变是未来农村发展面对的一个重要任务。

关键词: 农村环境; 环境恶化; 污染来源

中图分类号: C93; F323.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-884X(2010)11-0000-00

Environmental Pollution in Rural China and Its Driven Forces

HUANG Jikun¹ LIU Ying²

(1. Chinese Academy of Sciences, Beijing, China; 2. Beihang University, Beijing, China)

Abstract: Accompanied with rapid rural development, the concerns on environmental pollution in rural China have been rising. In order to have a better understanding the current situations of rural environmental pollution and its major determinants, we draw a nationwide representative sample with 101 villages from 5 provinces. The result indicates that about 44% of villages reported worsen of their environment in the past 10 years. Econometric analysis shows that rural enterprise development and local township expansion (or rising population density) have negatively affected rural environment, while government's efforts have offset the trend of rising environmental pollution. The paper concludes the study with policy implication on the importance of protecting rural environment in the rapid growth economy in China.

Key words: Rural environment, environmental pollution, sources of pollution

伴随农村经济发展,农村环境污染问题日益凸显。农村环境的污染主要来自于农村内部的现代化进程中^[1],其中有2个重要影响因素尤为突出:一是乡镇企业的迅速发展;二是居民在空间分布上的迅速聚集。根据唐丽霞等^[2]对全国141个村的调查报告,有53%的村认为生活垃圾是农村最主要的环境污染源,而认为工业污染是最主要污染源的比例为35%。

乡镇企业发展在促进农村经济繁荣的同时也对农村环境造成威胁。农村工业化是中国改革开放30年间农村经济增长的主要推动力之一,鉴于在农村工业污染的环保监测、监督、执法等方面存在很多问题^[3],这种工业化实际上是一种以低技术含量的粗放经营为特点,以牺牲环境为代价的增长模式,导致目前农村普遍面临以水资源污染为主的环境问题^[4]。

收稿日期: 2010-10-20

基金项目: The European Community 资助项目 (Contract No 044255, SSPE); 科技部国家科技重大专项资助项目 (2009ZX07632-02-05); 中国科学院资助项目 (KSCX1-YW-09-04)

城镇化或人口居住地的集中、生活方式的转变也使农村原有的强大环境自净能力遭到一定程度的破坏,从而造成农村综合环境的深度污染。伴随经济发展和城镇化而来的居民生产活动及消费活动的增加引起了氮排放量的急剧上升^[5],农村生活垃圾、人畜粪便的集中排放致使农村生活饮用水中的微生物指标超标,对生态环境和水资源造成威胁^[6~8]。原本可以自然消纳的生活污染物因超出环境自净能力成害,从而突出表现为生活污染加剧,面源污染加重^[9]。

农村污染问题的日益突显,已经引起政府对农村环境建设的高度关注。2005年中国政府提出建设社会主义新农村,治理农村环境、整治村容是其重要的组成部分。2005年修订的《固废法》将农村生活垃圾纳入管理范围,北京、上海、浙江等发达地区都陆续推行垃圾无害化处理工程^[10]。2006年中国政府启动农村饮水安全工程,计划通过加大国家财政投入,到2015基本解决农村饮水安全问题。同时近年来在农村大力推行卫生厕所^[11],全国卫生厕所的普及率由1993年的7.5%^[12]上升为2008年的23.87%^[13]。

本文目的是摸清目前我国农村环境污染基本现状,重点分析农村乡镇企业发展、城镇化或人口居住地的集中以及政府整治农村环境措施等因素与农村环境污染之间的关系。为此,我们在全国不同地区开展了村级环境污染现状抽样调查,对农村环境污染影响因素进行分析,以期环保政策的制定提供数据支持,更好地推进农村环境治理工作。

1 抽样方法和数据来源

为了较好地了解我国农村环境污染情况,使研究样本更具代表性,本研究采用了分层随机抽样的方法。于2008年底在全国进行抽样调查,样本的选取采用了分层逐级抽样和随机抽样相结合的办法。首先,在全国有代表性地抽取了5个省,分别为江苏(代表经济较发达的沿海地区)、四川(代表西南和中部地区)、陕西(代表西北地区)、吉林(代表东北地区)和河北(代表华北地区)。其次,再逐层抽出县、乡和村。在每个省,根据人均工业总产值指标,把所有的县分成5组,每个组随机抽取1个县;用同样方法,每个县抽取2个乡,每个乡抽取2个村。一共25个县、50个乡以及101个村^①。

调查内容包括村级环境状况以及其他社会

经济情况。调查对象为村干部和村会计,调查的内容是他们对农村环境变化的自我判断,所关心的核心问题是:农村在过去10年是否出现环境恶化。为此分别调查了4类环境状况,分别为空气环境、饮用水环境、湖河水环境和土壤环境。另外,还调查了本村经济、社会、人口和地理条件等基本情况。

2 农村环境恶化情况及相关因素分析

在描述农村环境污染现状及区域间差异之后,我们重点关注造成环境恶化的污染源有哪些,然后分析农村乡镇企业发展、城镇化或人口居住地的集中、政府整治农村环境措施等因素与农村综合环境之间的关系。

农村环境变化情况见表1。在所调查的样本村中,过去10年中有环境恶化的比例为43.6%。就不同环境类别而言,空气环境、饮用水环境、湖河水环境和土壤环境恶化比例均在20%左右,其中空气环境恶化比例略高(占23.8%),饮用水环境恶化比例略低(占16.8%)。就不同地区而言,江苏、四川、陕西、河北的环境恶化比例均为50%左右,相对而言吉林环境恶化比例较低,仅为19%。

表1 1998~2008年期间样本村环境恶化比例 %

	合计	江苏	四川	陕西	吉林	河北
有环境恶化	43.6	55.0	55.0	45.0	19.0	45.0
按不同环境类别分						
空气恶化	23.8	40.0	25.0	25.0	0.0	30.0
饮用水恶化	16.8	25.0	30.0	15.0	15.0	0.0
湖河水恶化	21.8	35.0	25.0	35.0	5.0	10.0
土壤恶化	19.8	35.0	15.0	20.0	5.0	25.0
按环境污染程度分						
无空气、饮用水和土壤污染	61.4	45.0	55.0	60.0	85.7	60.0
有其中1项环境恶化	20.8	20.0	25.0	25.0	9.5	25.0
有其中2项环境恶化	13.9	25.0	15.0	10.0	4.8	15.0
有其中3项环境恶化	3.9	10.0	5.0	5.0	0.0	0.0
合计	100	100	100	100	100	100
无环境恶化	56.4	45.0	45.0	55.0	81.0	55.0
样本总数	101	20	20	20	21	20

数据来源:作者调查。

为了更全面地刻画环境恶化的程度,我们进一步根据环境恶化的覆盖面把样本村的环境恶化情况划分为4个等级,环境恶化覆盖的类别越多,则环境污染程度越严重。鉴于样本中部分干旱地区没有湖河,湖河水恶化指标在不同地区之间缺乏可比性,因此,在此不考虑湖河水恶化情况,只考察空气、饮用水和土壤环境指标,并根据环境恶化的覆盖面把样本划分成4

① 在实际调查中,我们无意中多调查了一个村。

种环境污染程度(表 1 的中部)

在重新构建综合环境指标之后,各省环境污染程度差异更为明显(表 1)。经济发达地区的环境污染程度较高,例如江苏省是这几个样本省份中经济最为发达的,其 2 项环境恶化以及 3 项环境恶化的比例均是最高的(分别为 25%和 10%);而相对落后省份的环境恶化程度较低,例如陕西和河北,但是也有例外的情况,例如吉林人均 GDP 相对而言比陕西、河北要高,而环境恶化程度却是样本省中最低的。换言之,环境恶化程度不仅仅受经济因素影响,还存在其他因素的作用。

在本研究中,除了关注农村环境污染现状外,还要研究导致环境恶化的主要影响因素。为此,我们首先关注农村环境恶化的主要污染源来自哪些方面,然后再针对污染源选择相关影响因素进行分析。

调查发现,农村环境恶化的主要污染源包括工业、农业(化肥、农药)和生活垃圾(含人畜粪便),见表 2。造成空气环境恶化的主要污染源依次是工业、粪便和农药。饮用水主要污染源来自于工业、粪便和生活垃圾。湖河环境恶化的主要污染源依次是工业、农药、生活垃圾以及粪便。土壤环境恶化主要是因为农业生产,其中一大半污染来源于化肥的过量施用,其次是来自于工业污染。

表 2 2008 年造成环境恶化的主要污染源 %

环境类别	工业	农药	化肥	粪便	生活垃圾	合计
空气	66.7	12.5	0.0	20.8	0.0	100
饮用水	41.2	5.9	5.9	23.5	23.5	100
湖河水	45.5	18.2	4.5	13.6	18.2	100
土壤	15.0	20.0	55.0	0.0	10.0	100

数据来源:作者调查。

根据以上污染源分析以及实地调查中的直觉,我们把分析的重点放在农村乡镇企业发展、城镇化或人口居住地的集中、政府整治农村环境措施以及劳动力外流等因素。具体而言,农村乡镇企业发展(用村级是否有企业代表^①)会增加工业排污的可能性;城镇化或人口居住地的集中趋势(用人口密度表示)可能会增加环境对废弃物的负荷,影响农村原有的环境自净能力;政府实施整治农村环境的措施(用是否提供垃圾收集服务代表)有利于减少环境污染;村劳动力外流程度(用村外出就业劳动力占总劳动力比例划分)较高可能意味着当地生产活动的减少,从而有利于保护当地环境。

表 3 描述了以上讨论的各种因素与环境恶化之间的关系,其中综合污染指数是组内环境

污染程度平均值,指数越高代表该组环境污染程度越高。与环境恶化有明显相关性的变量有 2 个,分别为村里是否有企业以及村级是否提供垃圾收集服务,而其他变量均看不出有明显相关性,具体分析如下:

(1)村里存在企业同环境污染程度成正相关 根据村里是否有企业把样本村分为 2 类,村里存在企业的村综合污染指数为 0.79,而不存在企业的村综合污染指数为 0.38,两者差异非常显著,这与我们的推断相吻合。

(2)提供垃圾收集服务同环境污染程度成负相关 根据村里是否提供垃圾收集服务把样本村分为 2 类,对于提供垃圾收集服务的村,其综合污染指数为 0.52,低于未提供垃圾收集服务地区的污染指数 0.65,这也与预期相符。

表 3 环境恶化与相关因素之间的关系

	样本村 (个)	综合污 染指数	环境恶化比例/%		
			空气污染	饮用水污染	土壤污染
总体情况	101	0.6	23.8	16.8	19.8
村里是否有企业					
否	45	0.38	11.1	13.3	13.3
是	56	0.79	33.9	19.6	25.0
人口密度/百人·公顷 ⁻¹					
<0.036	34	0.44	14.7	14.7	14.7
0.037~0.084	34	0.88	35.3	20.6	32.4
>0.085	33	0.48	21.2	15.2	12.1
是否提供垃圾收集服务					
否	68	0.65	25.0	19.1	20.6
是	33	0.52	21.2	12.1	18.2
村人均收入/千元					
<2.3	36	0.53	25.0	8.3	19.4
2.3~4.3	32	0.59	12.5	31.3	15.6
>4.3	33	0.70	33.3	12.1	24.2
村劳动力外出就业比例/%					
<40	34	0.74	26.5	17.6	29.4
40~65	34	0.44	17.6	17.6	8.8
>65	33	0.64	27.3	15.2	21.2

数据来源:作者调查。

以上是单因素分析。下面将建立计量经济模型,通过多元回归分析来进一步明确各种因素对环境恶化的影响。

3 计量模型估计与结果讨论

通过计量模型分析农村环境恶化的影响因素。根据以上分析,建立如下计量经济模型:

$$Y_i = f(q, p, h, s)$$

式中, q 代表乡镇企业发展; p 代表人口密度; h

^① 企业定义为包括各种所有权形式在内的、有 5 个雇员以上(不支付工资的亲属不计算在内)的经济团体。

代表环境治理措施; c 代表村劳动力外流程度; s 代表省份虚变量。

在以上模型中的被解释变量 Y_i 为污染程度指数,是整数离散变量,取值为 $0 \sim 3$,表示环境恶化的覆盖面(0表示空气、饮用水和土壤3种环境均未恶化,1、2和3分别表示3种环境中出现1种、2种和3种环境恶化的现象)。解释变量包括:①乡镇企业发展 q ,用村里是否有企业来衡量,是一个虚拟变量(1代表有,0代表没有);②人口密度 p ,以全村居住人口除以全村土地面积来衡量;③环境治理措施 h ,用村级是否提供垃圾处理服务来代表,为虚拟变量(1代表提供,0代表不提供);④劳动力外流程度 l ,是依据外出就业劳动力^①占全村总劳动力比例,把样本村分为较少劳动力外流、中等劳动力外流,较多劳动力外流3类;⑤省份虚变量 s ,样本省一共有5个,以河北省为基准值,因此有4个其他省的0-1虚变量。各解释变量的基本统计值见表4。

表4 计量经济模型相关变量的描述统计量

变量	观测	均值	标准差	最小	最大
污染程度指数	101	0.60	0.87	0	3
村里是否有企业	101	0.55	0.50	0	1
人口密度/人·公顷 ⁻¹	101	10	19	0.2	14
是否提供垃圾收集服务	101	0.33	0.47	0	1
劳动力外流程度	101	2.0	0.8	1	3

有2点值得指出,首先,除了省份虚变量能够控制省份间经济发展水平外,我们没有直接分析省内部经济发展水平对环境的影响,这是因为一方面收入水平与非农就业程度有较强关联性,而非农就业情况我们已考虑在内,具体表现为本地非农就业(以村里是否有企业代表)与外地非农就业(以村劳动力外流程度代表);另一方面,经济发展与环境污染的关系较复杂,有研究表明农村废弃物产生量与经济发展水平正相关^[14],与此同时农村环境管理与基础设施建设也与经济发展水平正相关^[15],因此经济发展与农村环境之间并非简单线性关系。其次,由于调查数据中缺乏有效衡量农业生产中农药、化肥施用强度的相关数据,本文不探讨农业生产对环境的影响。

因为模型中的被解释变量(污染程度指数, Y_i)是离散数值且不同取值之间有优先次序,因此用有序多元 Probit 模型(ordered probit model, OPM)进行参数估计。但作为对比,表5同时也列出了OLS和OPM的估计结果。从估计的总体结果看,模型的计量结果良好。例如,从

参数估计的总体拟合优度看,衡量模型总体拟合优度的似然比检验卡方统计量达到了33.20,在1%的显著性水平下模型参数联合显著异于0。同时,几乎所有变量的参数符号均与常理相符,并且不同模型下的结果比较稳定。因此,模型总体上能较好地用来分析农村环境恶化的影响因素。

根据表5的结果得出如下主要结论:就农村工业化发展而言,村里开办企业会增加环境恶化可能性;就城镇化或人口居住地的集中而言,随着人口密度增加环境恶化的可能性也会增加;就政府整治农村环境措施而言,提供垃圾收集服务能显著减少环境恶化;另外,劳动力外流因素对环境的影响也非常显著,劳动力外流程度与环境恶化程度成反比,而省份虚变量中,唯有经济较发达的江苏省显著异于其他省,达到1%的显著性水平,其他省份均不显著。

表5 农村环境恶化的影响因素模型估计结果

	OLS	OPM
村里是否有企业	0.357 (2.08**)	0.463 (1.73*)
人口密度/人·公顷 ⁻¹	0.011 (3.25***)	0.013 (2.84***)
是否提供垃圾收集服务	-0.549 (3.33***)	-0.85 (2.77***)
劳动力外流程度	-0.197 (1.75*)	-0.385 (2.14**)
江苏	0.768 (2.71***)	1.096 (2.82***)
四川	0.35 (1.11)	0.61 (1.35)
陕西	0.247 (0.91)	0.338 (0.86)
吉林	-0.193 (0.85)	-0.512 (1.11)
观测值	101	101
似然比检验卡方值		33.20***


注: *、**、*** 分别表示10%、5%和1%的显著性水平;  以内为模型的观测值为101(下同)。

表5列出的OPM模型估计结果除了进行参数统计检验外,参数大小没有直接的经济意义。为了对模型进行更有意义的定量分析,需要估计模型中解释变量的边际效应。在OPM中,边际效应表示的是解释变量变化对被解释变量取特定值概率的影响。

从边际效应来看,村里存在企业、人口密度较大的村环境恶化可能性较高,而提供垃圾收集服务、劳动力外流程度较高的村,其环境恶化可能性更低(表6)。具体而言,在同等其他条

① 外出就业劳动力定义为在本村以外就业的人员。

件下,村里有企业的地区无环境恶化的可能性要降低 17%,而轻度恶化和中度恶化的可能性分别增加 7%和 8%。同等其他条件下,人口密度比平均水平(10 人/公顷)增加 1 人/公顷时,无环境恶化的可能性减少 0.5%,而轻度恶化和中度恶化的可能性均增加 0.2%。类似的,提供垃圾收集服务的地区,无环境恶化的可能性增加 30%,而轻度恶化和中度恶化可能性分别要低 14%和 13%。劳动力外流对当地环境保护也有正面影响,由中等劳动力外流程度变为较多劳动力外流程度,环境无恶化比例增加 15%,而轻度恶化和中度恶化的可能性分别减少 6%和 7%。

表 6 农村环境恶化的影响因素 OPM 模型边际效应

	无恶化	轻度恶化	中度恶化
村里是否有企业	-0.17 (1.76*)	0.07 (1.7*)	0.08 (1.65*)
人口密度/人·公顷 ⁻¹	-0.005 (2.9***)	0.002 (2.26**)	0.002 (2.42***)
是否提供垃圾收集服务	0.30 (3.17***)	-0.14 (2.66***)	-0.13 (2.66***)
劳动力外流程度	0.15 (2.14**)	0.06 (1.9*)	0.07 (2.1**)
县级虚拟变量	省略	省略	省略

4 结论与政策含义

本文用一套具有全国代表性的数据,对我国农村环境恶化情况、污染来源及其影响因素进行了研究。通过定性定量分析,得出以下几点结论:

(1)在所调查的样本村中,1998~2008 年的 10 年中农村环境恶化的村占 43.6%。具体而言,空气环境、饮用水环境、湖河水环境和土壤环境恶化比例均在 20%左右,其中空气环境恶化比例略高。在 5 个样本省份中,作为经济较发达地区的江苏省环境综合污染程度位居榜首。导致农村环境恶化的污染源来自于工业、农业和居民生活污染 3 个方面。

(2)计量经济研究表明,农村乡镇企业发展、城镇化或人口居住地的集中等因素对农村环境有显著负面影响,而政府整

本文的研究结果具有一定政策含义。农村现代化进程中所体现出的发展趋势,是乡镇企业的迅速发展,以及居民在空间分布上的迅速聚集。如果缺少环保政策的干预,这种发展势头势必会进一步加剧农村综合环境的恶化,因此,如何在兼顾经济发展的同时,加强对农村环

境的监管与治理,使农村发展模式向自然和谐型转变是未来面对的一个重要任务。

参 考 文 献

[1] SU Y, QI Y, XIAO Z Y, et al. Contributing Institutional Factors of Rural Environmental Pollution in the Process of Modernization in China -In the Perspective of the Efficiency of Environmental Management System [J]. Frontiers of Environmental Science and Engineering in China, 2009, 3(1): 75~90.

[2] 唐丽霞,左停. 中国农村污染状况调查与分析——来自括号内补期号 [J]. 中国农村观察, 2008 (1): 31~38.

[3] TILT B. The Political Ecology of Pollution Enforcement in China: A Case from Sichuan's Rural Industrial Sector [J]. The China Quarterly, 2007, 192(): 915~932.

[4] WANG M, WEBBER M, FINLAYSON B, et al. Rural Industries and Water Pollution in China [J]. Journal of Environmental Management, 2008, 86(4): 648~659.

[5] LIU C, WANG Q X, MIZUOCHI M, et al. Human Behavioral Impact on Nitrogen Flow - A Case Study of the Rural Areas of the Middle and Lower Reaches of the Changjiang River, China [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2008, 125(1): 84~92.

[6] LU W J, WANG H T. Role of Rural Solid Waste Management in Non-point Source Pollution Control of Dianchi Lake Catchments, China [J]. Frontiers of Environmental Science and Engineering in China, 2008, 2(1): 15~23.

[7] 国家环保总局. 2008 年中国环境状况公告, 2008.

[8] WANG L A, PEI T Q, HHUANG C, et al. Management of Municipal Solid Waste in the Three Gorges region [J]. Waste Management, 2009, 29 (7): 2 203~2 208.

[9] MOSIER A R, BLEKEN M A, CHAIWANAKUPT P, et al. Policy Implications of Human-accelerated Nitrogen Cycling [J]. Biogeochemistry, 2002, 57 (1): 477~516.

[10] 罗如新. 农村垃圾管理现状与对策 [J]. 中国环境管理, 2006(4): 23~26.

[11] ZHENG Q, CHEN Y, ZHANG H B, et al. The Control of Hookworm Infection in China [J]. Parasites & Vectors, 2009, 2: 44.

[12] 潘顺昌,徐桂华,吴玉珍,等. 全国农村厕所及粪便处理背景调查和今后对策研究 [J]. 卫生研究, 1995, 24(增刊): 1~10.

[13] 姚伟,曲晓光,李洪兴,等. 我国农村厕所及粪利用现状 [J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(1): 12~

请补: 卷号、期号、起至页码

请给出该文献的类型、来源等

14.

- [14] 刘永德, 何品晶, 邵立明, 等. 太湖流域农村生活垃圾产生特征及其影响因素 [J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(3): 533~537.
- [15] 魏欣, 刘新亮, 苏杨. 农村聚居点环境污染特征及其成因分析——基于中国农村饮用水与环境卫生现状调查 [J]. 中国发展, 2007, 7(4): 92~96.

(编辑 长松)

致谢 感谢张林秀研究员、王金霞研究员和仇焕

广副研究员以及中国科学院农业政策研究中心其他科研人员和学生调研过程中的帮助。

作者简介: 黄季焜(1962~), 男, 福建长乐人。中国科学院农业政策研究中心(北京市 100101)研究员, 博士研究生导师。研究方向为农业经济、农业政策。E-mail: jkhuang. ccap@igsrr. ac. cn