

农业补贴政策对农业面源污染的影响分析 ——从化肥需求的视角

侯玲玲¹ 孙倩² 穆月英^{2*}

(1. 美国科罗拉多州立大学 农业与资源经济学院, 科林斯堡 80521;

2. 中国农业大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要 为了解由于农业补贴政策的实施可能会导致化肥投入增加及农业面源污染加重的问题,在对农业补贴政策、要素投入和农业面源污染之间的关系进行阐述的基础上,采用2004—2009年分省的面板数据,构建化肥的需求函数,具体分析补贴对化肥投入量的影响。回归结果表明,农业补贴并没有使化肥的投入量显著增加,由此得出结论,农业补贴政策的实施并没有加重由化肥引起的农业面源污染。

关键词 农业补贴; 化肥需求; 农业面源污染; 固定效应模型

中图分类号 F 310

文章编号 1007-4333(2012)04-0173-06

文献标志码 A

Impact of agricultural subsidy policy on agricultural non-point pollution: from the perspective of fertilizer demand

HOU Ling-ling¹, SUN Qian², MU Yue-ying^{2*}

(1. Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University, Fort Collins 80521, USA;

2. College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract Since Chinese government began to implement agricultural subsidy policy in 2004, it has achieved its goal in terms of improving grain yield and farmers' income. However, it is also important to pay attention to the issue whether agricultural subsidy has some distortion on agricultural inputs, further affecting adversely on the environment such as agricultural non-point pollution. More chemical fertilizer might be used to improve grain yield after agricultural subsidy. If so, subsidy would be blamed for aggravating agricultural non-point pollution. In this study, the impact of subsidy on chemical fertilizer as input was analyzed by employing province level panel data to regress fertilizer demand function based on the theoretical model of agricultural subsidy, inputs and agricultural non-point pollution. The conclusion is that agricultural subsidy doesn't induce more chemical fertilizer usage, which implies that agricultural subsidy doesn't aggravate agricultural non-point pollution.

Key words agricultural subsidy; chemical fertilizer demand; agricultural non-point pollution; fixed effect model

自2004年中央一号文件实施以来,国家先后出台了粮食直接补贴、良种补贴、农机具购置补贴、农资综合补贴和农业保险补贴等一系列惠农政策,其目的是为了刺激农民种粮积极性,增加农民收入,提高农业机械化水平和优质粮食品种种植比例,从而促进粮食生产,稳定粮食供给。中央和地方政府不

断加大补贴力度,提高补贴金额,扩大补贴范围。自农业补贴政策实施以来,粮食总产量连续增长,农民收入连续增加,可见补贴政策取得了明显效果,基本实现了预期政策目标。也有不少学者对补贴效果进行定量分析^[1-5]。

但是,农业补贴政策是否也加重了农业面源污

收稿日期: 2012-01-17

基金项目: 公益性行业科研专项(201103001); 国家自然科学基金资助项目(71073158)

第一作者: 侯玲玲, 博士研究生, E-mail: linglinghou2009@hotmail.com

通讯作者: 穆月英, 教授, 主要从事农业经济理论与政策研究, E-mail: yueyingmu@cau.edu.cn

染,许多西方学者都在关注农业补贴政策和环境之间的关系。Repetto^[6]指出,资源和环境的恶化主要源自市场失灵和由政策导致的市场机制扭曲,包括农产品产出和投入补贴在内的农业补贴政策在增产增收的同时也导致了严重的环境污染。Munasinghe等^[7]分析了政策与环境之间的关系,指出取消价格扭曲政策并提高市场激励机制不仅有助于经济发展也对环境保护有一定积极作用。Maryrand等^①分析了美国2002农业法案和多哈回合对环境的影响。纵观美国农业政策,其政策目标也实现了从农户增产增收到对环境保护的转化。可见,农业补贴政策对环境影响这一问题的重要性。这一问题也得到了中国学者的关注。借鉴国际补贴政策经验,由于农业环境问题的市场失灵,以及基于产量和收入提高的农业补贴政策带来政府失灵,传统农业补贴政策对环境具有很大负面影响^[8]。有学者指出基于产量和收入提高的农业补贴政策对环境具有较大的负面效应,如农业补贴影响农业的种植结构和面积、降低了农户流转土地的意愿、使农民盲目追求“石油农业”等^[9]。但是,对中国农业补贴政策的环境效果进行分析的研究非常少。

中国目前已经成为世界上最大的化肥生产国和消费国,但化肥使用效率较为低下,且由化肥引起的农业面源污染严重。尽管中国的耕地面积还不到全世界耕地面积的10%,但是氮肥使用量占世界化肥使用量的32%^②。这些氮导致地表水的富营养化、地下水的硝酸盐富集化以及大气温室气体含量的增加,影响了社会经济的可持续发展和人类的健康。据估算,除N₂外,化肥氮的损失中对环境质量有影响的各种形态的氮素总量约为其使用量的19.1%^[10]。2004年,中国2583万t农田化肥氮通过损失进入环境的数量达到493.4万t^[11]。张导等^[12]通过对太湖地区的研究指出由种植业和养殖业所引起的面源污染是继农村生活污水的第二大污染源。

在借鉴发达国家农业补贴政策经验的同时,结合中国由化肥引起的农业面源污染现状提出:中国目前大力实施的农业补贴政策是否加重了农业面源

污染,本研究对农业补贴政策与环境污染之间的经济关系进行理论分析;以化肥为例,采用农产品投入产出、要素价格和农业补贴金额的数据,对化肥需求方程进行回归分析,以明确农业补贴是否带来单位面积上化肥使用量的增加。

1 理论分析与模型表达

农业补贴政策的主要目标是实现粮食增产和农民增收。实现粮食增产有2个途径,一是增加粮食作物的播种面积;二是通过增加要素投入和提高科技进步水平从而增加单位面积上农作物的产量。农业补贴政策在实现农民增收方面也有2条途径:一是农业补贴作为转移支付,直接增加农民收入;二是农民在获得补贴后通过增加要素投入而实现增产,从而间接达到增加收入的目标。本研究主要关注农业补贴政策在增产和增收的同时,是否加重了农业面源污染。化肥和农药的过度使用是造成农业面源污染的主要源头。如果农业补贴政策实施后,农户增加化肥和农药的使用,那么农业补贴政策将间接加重农业面源污染水平。同时,化肥企业和农药企业在生产由于农业补贴所引起的增加使用化肥和农药时,会加重对空气的污染。农业补贴,农产品投入(主要指化肥和农药)和环境污染之间的关系如图1所示。

图2(a)中,假设农户是理性的投资者,并且假设在产品市场和要素市场上,农户都是价格承担者。那么根据利润最大化的原则($PF = VMP$),图中 F^* 是最优化肥使用量,阴影面积为化肥使用费用。如果农户资金有限,则化肥使用数量将不会达到 F^* 。其中 PF 是化肥价格, VMP (Value of Marginal Product)是使用最后一单位化肥所带来的价值。图2(b)中为以化肥为投入要素的生产曲线。

理论上讲,如果农业补贴没有增加化肥和农药的投入,而是增加劳动力的投入或者采用优良种子而到达增产和增收的目的,那么农业补贴将不会间接导致环境污染。另外,如果补贴前,理性的农户若不受资金限制,会选择最优的化肥使用水平,也就是图2中的 F^* 水平。这种情况下,当获得补贴时,

①Mayrand K, Dionne S, Paquin M, et al. The economic and environmental impacts of agricultural subsidies: An assessment of the 2002 US Farm Bill & Doha Round. Unisféra International Centre, 2003

②P. Heffer. Assessment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07-2007/08. International Fertilizer Industry Association, Paris, 2009

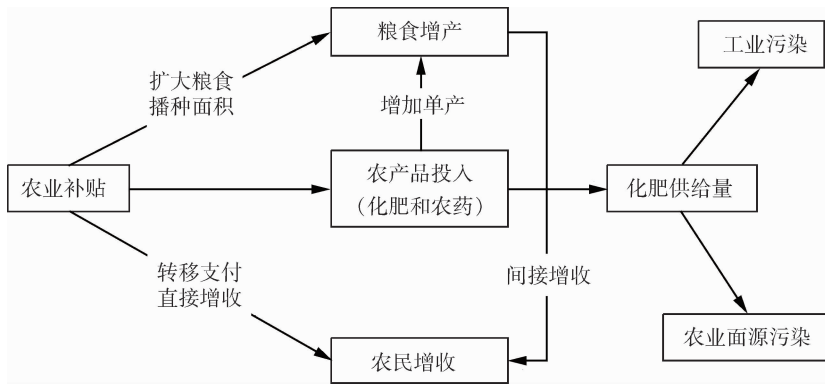


图 1 农业补贴和农产品投入与环境污染之间的关系

Fig. 1 Relationship between agricultural subsidy, agricultural inputs and environmental pollution

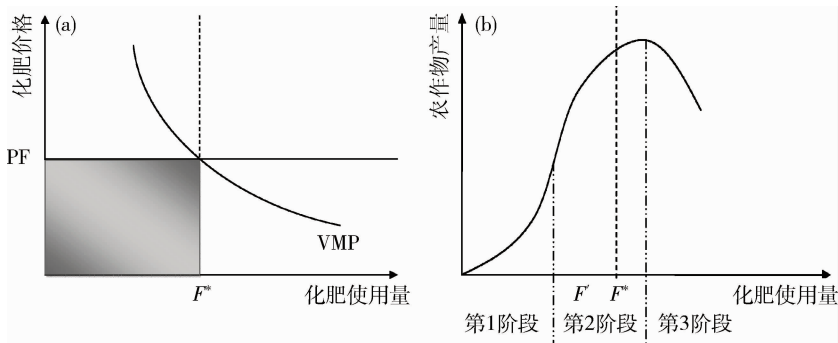


图 2 补贴增加化肥使用原理图

Fig. 2 Fertilizer application increased by subsidy

理性的农户仍然不会增加对化肥和农药等农业投入品的使用。但是,如果在补贴前,农户由于资金不足而不能购买最优水平的化肥,那么在获得补贴后,将增加化肥的使用,即从图 2(b)中的 F' 增加到 F^* , 这样会增加化肥产业的供给。一方面,增加的化肥使用会导致农业面源污染的严重性。另一方面,化肥产业在生产增加的化肥供给时会对环境造成污染。

经典的经济学模型如下

$$\begin{aligned} \min_x w'x & \quad (1) \\ \text{s. t. } y &= f(x) \end{aligned}$$

其中: w 和 x 分别为要素价格和要素使用量, y 为产量, $f(\cdot)$ 为生产技术的生产函数。式(1)表明,理性农户在完全信息和完全竞争条件下,在生产技术约束条件下寻求费用最小化。由此得到要素需求函数为 $x = x(w, y)$, 表明要素需求函数是要素价格和产量的函数。这为实证研究奠定了理论基础。为了分析补贴政策是否对要素需求有影响,将上一年补贴金额(s)作为解释变量之一加入到下一年的要素需求函数中,那么要素需求函数为: $x = x(w, y,$

s)。如果补贴政策对单位面积上化肥使用量有显著的正的影响,那么表明补贴政策间接地增加了由化肥引起的农业面源污染。

2 实证分析

2.1 模型及变量选择

选取 3 种主要粮食作物,即玉米、小麦和粳稻,同时选取了 3 种传统的要素投入,即化肥、劳动力和其他投入。同时考虑到农家肥、耕地质量和农户规模对化肥使用量的影响。那么化肥需求函数的线性形式可以表示为

$$\begin{aligned} X_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 P_{it} + \alpha_2 w_{it} + \alpha_3 Y_{it} + \alpha_4 Z_{it} + \\ & \alpha_5 S_{i(t-1)} + \alpha_6 LQ_{it} + \alpha_7 FS_{it} + \alpha_8 M_{it} + u_{it} \end{aligned}$$

其中: i 为第 i 个省份, t 为第 t 年。 X 为单位面积上化肥使用量, kg/hm^2 ; P 为化肥的价格, $\text{元}/\text{kg}$; w 为劳动力价格, $\text{元}/(\text{d} \cdot \text{人})$; Y 为粮食作物的产量, kg/hm^2 , 在这里分别代表玉米、小麦和粳稻的产量, 本研究对 3 种农作物的化肥需求量分别进行回归。 Z 为其他物质投入费用, $\text{元}/\text{hm}^2$; S 为补贴金额, $\text{元}/$

hm²。LQ为耕地质量,由于未能获得随时间变化的耕地质量数据,所以LQ没有采用 t 为下标;FS为农户规模, hm²/户;M为农家肥的价格,元/kg;u为残差项。

2.2 数据来源及预期结果

采用分省的面板数据,时间序列为2004—2009年。其中,化肥价格、劳动力工资、化肥使用量、谷物产量、其他投入和补贴金额数据均来自《全国农产品

成本收益资料汇编》^[13]。耕地质量从1991年全国分省耕地质量等级统计数据计算而获得,该数据库将农户耕地质量分为4个等级,一等耕地、二等耕地、三等耕地和不易农耕地。本研究采用的耕地质量为一等耕地占全部耕地面积的百分比。农户规模数据来自《中国农村住户调查年鉴》^[14]。

本研究既估计了化肥需求的线性形式,也估计了其双对数形式。预期结果如表1所示。

表1 解释变量系数预期符号

Table 1 Expected signs on the independent variables

化肥价格	农家肥价格	劳动力价格	其他投入品价格	粮食产量	耕地质量	农户规模	补贴金额
-	+	+	+/-	+	-	-	?

注: -表示该变量对化肥使用量的影响为负;+表示该变量对化肥使用量的影响为正;+/-表示依据其他投入品与化肥之间的互补或替代关系,其对化肥使用量的影响可正可负;?表示该变量对化肥使用量的影响效果未知。

化肥价格升高,则化肥使用量减少;劳动力价格和其他投入品价格升高,则化肥使用量增加,因为预期劳动力和其他投入品均为化肥的技术替代品;粮食产量越高,化肥使用量则越高;耕地质量越高,化肥使用量则越少;农户规模越大,预期化肥使用效率高,则单位面积上化肥使用量越少;补贴金额对化肥使用量的影响方向的预期不明确,如果显著为正,那么说明农户在获得补贴后增加了化肥的使用,从而加重了农业面源污染;如果补贴对化肥没有显著影响或者影响为负,那么农业补贴没有加重农业面源污染。

2.3 估计方法及估计结果

采用面板数据对线性模型进行估计时,最重要的是对固定效应模型和随机效应模型的选择^[15]。固定效应模型假设解释变量在一定程度上可以是内生的,即允许解释变量和不随时间变化而变化的变量之间存在相关关系。随机效应模型则假设解释变量是完全外生的。在固定效应模型中,即使解释变量存在内生性问题,估计结果仍然是一致的;但是不能获得对不随时间变化的解释变量的估计系数;在随机效应模型中,如果解释变量间存在内生性问题,那么估计结果是不一致的;但是可以获得对不随时间变化的解释变量的估计系数。在对这2个模型进行选择时,最常见的假设检验是Hausman检验。原假设为2个模型的估计结果都是一致的;备择假设为

随机模型的估计结果是不一致的。在对小麦、玉米和粳稻进行线性回归和双对数回归时,其中玉米线性模型和粳稻双对数模型通过了Hausman检验,所以采用随机效应模型;其他未通过Hausman检验,则采用固定效应模型。具体估计结果如表2所示。

从表2可以看出,估计系数的符号与预期符号相符。化肥价格在小麦和玉米模型的估计中为显著负值,表明化肥使用量与化肥价格成反比;在粳稻模型中也为负值但不显著。农家肥的价格只在粳稻的双对数模型中为显著正值,表明农家肥和化肥的技术替代关系;但在其他模型中均不显著。劳动力价格在小麦线性模型和粳稻双对数模型中为显著正值,表明劳动力和化肥呈技术替代关系;其他投入品在小麦线性模型中为显著负值,表明和化肥之间的技术互补关系;在玉米模型中为显著正值,表明和化肥之间的技术替代关系。粮食产量在除玉米双对数模型以外的所有模型中均为显著正值,表明化肥对产出有显著正的影响。由于耕地质量数据不随时间变化,所以在固定效应的模型中不能获得估计结果;在随机效应模型中的估计结果不显著,其原因可能为耕地质量为各省一等地所占百分比,过于粗略地衡量耕地质量。农户规模在小麦双对数、玉米线性模型和粳稻双对数中均为显著负值,表明随着农户规模的扩大,化肥使用效率提高;在其他模型中不显著。

表2 化肥需求方程的估计结果

Table 2 Estimation results of the fertilizer demand function

指标	小麦		玉米		粳稻	
	线性(FE)	双对数(FE)	线性(RE)	双对数(FE)	线性(FE)	双对数(RE)
化肥价格	-20.850**	-0.273*	-22.500***	-0.279***	-9.150	-0.125
农家肥	-0.510	-0.022	0.345	0.017	0.510	0.033**
劳动力价格	1.125**	0.041	-0.585	-0.007	0.960	0.155*
其他投入品价格	-0.074*	-0.142	0.073**	0.378*	-0.014	0.049
粮食产量	0.021**	0.253**	0.010*	0.068	0.030**	0.547**
耕地质量	—	—	65.550	—	—	0.030
农户规模	132.080	-0.179**	-39.600**	0.034	165.000	-0.094*
补贴金额	0.047	0.010	0.104**	-0.026*	0.002	-0.026
Prob>F	0.000***	0.010***	0.003***	0.040***	0.060*	0.00***

注：根据 Stata10 运行结果整理获得。FE 和 RE 分别代表固定效应模型和随机效应模型。*** 代表在 1% 显著性水平下显著；** 代表在 5% 显著性水平下显著；* 代表在 10% 显著性水平下显著。Prob>F 指所有解释变量显著不为零的概率。— 为在固定效应模型中，不能获得不随时间变化而变化的解释变量的估计系数。

本研究最关注的补贴变量在小麦和粳稻模型中均不显著，尽管在玉米的线性模型中显著为正，但在玉米双对数模型中显著为负，而且其绝对值都极小。结合理论模型和实证分析可以得出结论，在补贴政策实施后化肥使用量没有显著增加，也就是说，补贴政策没有加重由化肥引起的农业面源污染。

理论上讲，如果补贴前化肥使用量低于最优使用水平时，理性农户在获得补贴后会增加化肥的使用；如果补贴前化肥使用量等于或者高于最优使用水平时，理性农户在获得补贴后不会增加化肥的使用。实证分析结果表明，补贴后农户并没有增加单位面积上的化肥使用，这说明化肥使用量等于或者高于最优使用水平，这个结论和 2.3 节中中国化肥使用足量或过度的情况相一致。也就是说，由于农户已经足够使用化肥，即使再增加化肥使用也不会增加农作物产量，所以理性的农户在获得补贴后不会再增加对化肥的使用，从而没有加重由化肥引起的农业面源污染。但是，需要指出的是，这并不能说明中国农业面源污染不严重，也不能说明中国的补贴政策对资源和环境没有扭曲政策，只能说明农业补贴政策并没有加重目前已经较为严重的面源污染。

3 结论与政策建议

根据经济学理论，农业补贴政策尤其对农产品价格以及要素使用产生影响的补贴政策，会对环境

和资源产生扭曲作用，因为农业生产的环境外部性没有被现有的农产品价格和要素价格所反映。在农业补贴政策和农业面源污染之间关系的理论分析基础上，研究了农业补贴对 3 种主要粮食作物的化肥需求的影响，从而间接回答了农业补贴政策对农业面源污染的影响。

1) 经济学的理论分析表明，如果补贴通过增加要素投入从而达到增产增收的目的时，尤其是增加化肥和农药的使用，会加重面源污染；但是，如果补贴前，化肥和农药使用已经达到最优水平，理性农户则不会在获得补贴时增加化肥和农业的使用，从而不会加重农业面源污染。

2) 通过化肥需求模型进行回归，估计结果表明，在现有农业面源污染严重和化肥使用量足量或过度的情况下，农业补贴政策没有增加单位面积上的化肥使用量，因此，农业补贴政策没有加重由化肥引起的农业面源污染。但是，值得指出的是，这并不能表明中国农业补贴政策对环境和资源没有扭曲作用，只是没有加重现有的农业面源污染。

3) 在对化肥需求模型进行回归分析时，对 3 种农作物分别采用线性模型和双对数模型进行估计，估计结果所反映问题一致，使得回归结果更具有可信度。

4) 化肥和农药为农业面源污染的重要来源，但是本研究只对化肥需求量进行了分析，未对农药进

行分析,另外,只考虑了单位面积上化肥使用量,没有考虑化肥使用总量的变化,有待今后进一步研究。

根据研究结果,提出以下建议:首先,农业补贴政策的制定和实施,有必要兼顾农业环境目标;其次,实证分析结果表明农业补贴政策没有加重农业面源污染,但是需要强调的是,这并不表明农业面源污染不严重,相反,正如以上分析指出的,中国化肥使用效率低下,农业面源污染严重;此外,中国目前还没有与农业生产者化肥减量施用挂钩的农业补贴政策,日本在2007年开始实施的“农用地、水、环境保全对策”,对农业补贴政策实施对象的化肥施用减少做出明确的规定^[16],而此类农业补贴政策属于WTO农业协定“绿箱政策”的范畴,也就是可以大力实施的农业政策。

参 考 文 献

- [1] 李鹏,谭向勇. 粮食直接补贴政策对农民种粮净收益的影响分析[J]. 农业技术经济,2006(1):44-48
- [2] 侯玲玲,穆月英,张春晖. 中国农业补贴政策及其实施效果分析[J]. 中国农学通报,2007(10):289-294
- [3] 陈慧萍,武拉平,王玉斌. 补贴政策对我国粮食生产的影响[J]. 农业技术经济,2010(4):100-106
- [4] 侯玲玲,穆月英,曾玉珍. 农业保险补贴政策及其对农户购买保险影响的实证分析[J]. 农业经济问题,2010(4):19-25
- [5] 钱加荣,穆月英,陈卓,等. 我国农业技术补贴政策及其实施效果研究:以秸秆还田补贴为例[J]. 中国农业大学学报,2011,16(2):165-171
- [6] Repetto R. Economic incentives for sustainable production[J]. The Annals of Regional Science,1987,21:44-59
- [7] Munasinghe M, Cruz W. Economywide policies and the environment[C]. Washington DC:World Bank,1995
- [8] 张少兵,王雅鹏. 国外农业补贴的环境影响与政策启示[J]. 经济问题探索,2007(12):175-178
- [9] 王利荣. 农业补贴政策对环境的影响分析[J]. 中共山西省委党校学报,2010(2):54-56
- [10] 朱兆良. 合理使用化肥充分利用有机肥发展环境友好的施肥体系[J]. 中国科学院院刊,2003(2):89-93
- [11] 朱兆良,David Norse,孙波. 中国农业面源污染控制对策[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006
- [12] 张导,张琰,宋学宏,等. 苏州市环太湖农业面源污染调查及控制对策[J]. 农业环境与发展,2009(6):364-371
- [13] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本手机资料汇编[M]. 北京:中国统计出版社,2005-2010
- [14] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村住户调查年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2005-2010
- [15] Cameron C, Trivedi P. Microeconometrics using Stata[M]. College Station:Stata Press,2009
- [16] 穆月英. 中国农业补贴政策的理论与实证研究[M]. 北京:中国农业出版社,2008

责任编辑:苏燕