

太湖流域农业经营集约化管理研究

史健鹏, 金苗, 任泽, 黄贤忠, 李旭祥

(西安交通大学人居环境与建筑工程学院, 西安 710049)

[摘要] 为解决太湖水体富营养化最主要的污染源——农业面污染源, 根据微观经济学原理建立了农业集约化管理模型。以 GIS 为平台估算其耕地面积和化肥的科学施用量, 用 SPSS 相关性分析当地居民的问卷调查, 对集约化管理产生的经济效益和环境效益进行详细分析, 得出农业面源污染物总氮、总磷排放比 2005 年各下降 21% 和 16%。结论显示在太湖流域套用集约化管理能够很好地控制农业面污染源, 将农业面污染源的问题与实际社会成本、农业体制改革结合, 从根本上解决农业面污染源。

[关键词] 太湖; 农业面源污染; 集约化管理; GIS; SPSS

[中图分类号] X321 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)06-0104-04

1 前言

太湖流域地处东南沿海, 行政区涉及苏、浙、沪、闽、皖五省市, 面积 24.5 万平方千米, 是我国经济最发达、最具活力的地区之一, 在全国占有举足轻重的地位。但高速发展的背后却是牺牲太湖生态环境的代价。2007 年 5 月份, 持续的高温天气使得太湖蓝藻大规模爆发, 市民的正常生活秩序受到了严重影响^[1]。太湖流域的经济环境如何进行可持续发展, 蓝藻问题如何解决, 相关环保政策如何切实落实, 相关机制如何建立健全, 太湖流域的环境保护工作应该如何展开, 这些都是亟需解决的问题^[2]。

2 太湖流域农业面源污染突出

太湖蓝藻爆发最直接的因素是水体富营养化。近年来, 在太湖总氮和总磷的来源中, 工业污染比例显著下降, 农业面源污染比例显著增加^[3], 已成为导致水体富营养化的主要因素。笔者运用 GIS (geographic information system) 技术对太湖流域土地面积进行了分析, 使用 Arc GIS Explorer, Google earth 和 Photoshop 软件计算得出整个太湖流域耕地面积约为 $150 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[4-6], 农业面源总磷排放量 = $1\,500\,000 \text{ hm}^2 \times 98 \text{ kg/hm}^2$ ^[7] $\times 5\%$ ^[8] = 7 350 t, 占

总磷排放量的比为: $7\,350 \text{ t} / 10\,400 \text{ t} = 70.7\%$ 。

3 农业管理集约化模型

3.1 模型建立及目的^[9]

农业面源污染是太湖水体富营养化的主要因素。因此, 解决太湖流域蓝藻问题时, 应优先考虑从农业面污染源入手。结合环太湖农业的现状, 减缓化肥、农药的过度使用所导致的土壤、水体的污染^[10], 提出农业集约化管理模型。探索从根本上解决农业面源污染的系统防治策略和技术管理措施, 对推进整个流域农业面源污染防治具有重要意义^[11]。

3.2 运行模式及分析^[12]

模型采用农场化集约经营管理模式, 先对区域内的农田进行合价租用, 然后采用先进的农业技术进行统一经营管理来降低农药、化肥的使用量。这样既能降低生产成本, 又能降低太湖流域的 N 和 P 负荷, 从而缓解生态危机; 同时能打造生态农业、提高粮食的绿色附加值和增加经济收入, 达到经济与环境的双赢, 创建人与环境相互和谐的社会^[13]。

3.2.1 土地来源及支付方式^[12]

目前为止, 国内形成上规模的私营农场还较少, 尤其是以种植普通粮食作物为主产物的。由于涉及

[收稿日期] 2009-12-20

[作者简介] 李旭祥 (1962-), 男, 山西文水县人, 西安交通大学教授, 研究方向为环境虚拟与分析; E-mail: xxli@mail.jxjtu.edu.cn

的是敏感的土地问题,并且牵涉到国家的粮食安全,国家还没有具体的政策表示是否允许市场资本大规模的进军这块业务。但十七届三中全会中,关于土地流转的问题,中央对农业的发展问题有过明确的表态,发展集约型农业是建设社会主义新农村必不可少的步骤,也是可持续发展的先决条件。

我们在太湖周边地区共发放了 500 分调查问卷,回收 466 份有效问卷,城镇版 253 分、乡村版 213 份,回收率为 93.2%。运用 SPSS (statistical program for social sciences) 软件分析问卷,结果显示人均收入情况为 1 354 元/月,受访农民平均拥有耕地面积为 1.38 亩,83.6% 的居民对太湖的现状担忧;每人愿意出资 29.92 元用于解决太湖问题,占平均月收入的 2.21%,由太湖流域的城镇总人口数 0.56 亿计算,每年太湖流域城镇居民主观上能够承担 201.06 亿元的治理费用。SPSS 软件分析表明有 84.9% 的受访者愿意接受土地集中化管理的方式。

根据统计分析结果,通过集中与生产大队(或村集体或个人)签订定向的包租合同获得土地。在

对土地的产量进行预估后,向乙方(原土地拥有者)支付租金。支付方式有两种:一是现金支付,即由管理者用货币支付;二是实物支付,管理者可以按照乙方要求,提供合同订立的实物作为租金。

参考之前“集约+基地+农户”的模式在实际运营时的经验,部分农户在粮食价格涨幅较大时要求以粮食作为支付手段,而拒绝之前现金支付的方式,因此提出两种支付手段比较合适。

3.2.2 集约管理规模及预算

预算以 1 000 亩为基本单位,亩制为 666.7 m²,模拟种植作物为太湖流域普遍采用的“稻麦两熟制”。

1) 生产成本。水稻生长周期处于夏秋季节,此时太湖水体自净能力较弱,故水稻被选为模拟作物中的首选。表 1 为物价局 2008 年 7 月份对水稻的一份调查报告中关于种植水稻成本的投入^[14]。小麦的价格比水稻稳定,收益、成本相对均低。据中国粮食网江苏 2007 年调查报告显示,2007 年小麦亩均现金成本 256.75 元。

表 1 水稻种植的成本
Table 1 The cost of growing rice

品种	劳作模式	费用/元						备注
		种子	农药	化肥	机械	劳务	共同生产费	
早稻	半机械化	30	55	65	133	137	30	有绿肥
中稻	机械化	32	90	175	233	38	40	
小麦					256			

模型初期需要的基础设施建设及设备的购置,因启动资金比较大,可因地制宜采用租赁机械或者场地的方法。为便于计算,参考何瑞银等对农业机械折旧费用的计算^[15],将初期机械投入平均到每亩

农田上,计算得机械投入须 105.8 ~ 122.8 元/亩。为算出最低盈利,水稻的种子、农药和机械成本均用中稻的 32 元、90 元和 233 元,人工成本(劳务和共同生产费)采用中稻和早稻的平均值 120 元。

表 2 OPT 处理(NPK)水稻施肥量(4 年平均值)^[15]

Table 2 The fertilizer capacity for rice dealing by OPT (NPK) (the average of 4 years)^[15] kg/hm²

地点	作物	施氮量	施 P ₂ O ₅ 量	施 K ₂ O 量
黑龙江方正	水稻	150.0	60.0	75.0
江苏通州	中稻	300.0	90.0	225.0
浙江绍兴	中稻、晚稻	193.4 ± 14.8	97.0 ± 15.7	126.0 ± 13.4
上海奉贤	晚稻	140.0 ± 77.0	125.0 ± 52.7	150.0 ± 57.0

由表 2 对比黑龙江方正地区(代表种植模式为农场化经营)^[15],及太湖若干地区化肥的投入量的对比,可得施肥量的比值约为 1.5:1。据此比例得出水稻化肥的每亩费用为 125 元。

2) 土地租金。太湖流域主要的水稻品种为粳

米。粳米的出场价格长期稳定在 1.4 ~ 1.5 元/斤。土地租金参考近年东北土地寻租价格,土地转租价最高为 2007 年的 300 元,最低为 2008 年的 200 元。考虑地区消费差异因素,将水稻部分初期租赁价格定为 350 元/亩。

据中国粮食网提供的关于 2008—2009 年度的预测,受到国际粮价以及国内政策因素的影响,粮价将稳定在 0.8 元/斤左右。农民的实际收益大约能维持在 250 ~ 280 元(不含中央财政补贴)。因此,小麦部分土地租金定为 200 元/亩。

根据 SPSS 分析问卷调查结果显示,平均土地寻租价格为 476.6 元/亩。与这地租设为 550 元/亩(水稻和小麦)相比,超出农民期望 15.4 %。

3) 回报率。由于地域、劳动力成本、水稻品种多样等因素,在取值时使用最大值作为成本预算。

水稻的生产成本 600 元/亩,土地租金 350 元/亩,预计产量为 1 000 斤/亩,总产量为 500 t,总投入 95 万元。水稻价格定为 1.4 元/斤,则企业的总收入 140 万元,总利润 45 万元,回报率为 47 %;同理小麦的回报率为 13 %,总的回报率为 36 %,如表 3

所示。这里的回报率没有考虑税收以及天气等自然因素造成的影响。保守估计,在环太湖流域的建设一个这样千亩农场的年回报率至少应该在 20 % 以上,5 年之内应该能回收成本并且开始盈利,进行商业投资完全可行。

3.3 集约化预算分析模型

图 1 是利用微软 Excel 软件、Visual Basic 语言以及宏命令,在微软 Excel 程序框架下,利用其强大的科学计算,制表,绘图功能,结合相关 VB 宏命令建立起来的一个农业面源污染预算管理的模型^[16-18]。

农业生产各项的成本、亩产和粮食价格均可以按照各地不同情况不同作物进行设定,根据各地的实际情况可以得出具体的回报率,衡量各种实际生产情况,适合集约化管理的预算分析。

		每亩资金量/元	每亩 现金投入 合计/元	土地面积 /亩	平均亩产 /0.5 kg	粮食价格 /元	总 投入 /万元	总 产值 /万元	总 利润 /万元	回报率 /%
水稻	农药	90	950	1 000	1 000	1.40	95	140	45	47
	化肥	125								
	种子	32								
	机械	233								
	人工	120								
土地租金	350	456	750	0.69	45.6	51.75	6.15	13		
生产成本	256									
小麦	土地租金	200								
合计			1 406				140.6	191.75	51.15	36

图 1 集约化预算分析模型

Fig. 1 The analyzing model of intensive budget

4 集约化效果评估

4.1 直接化肥施用减少量

4.1.1 氮肥

目前流域内耕地平均化肥施用量(折纯量)为 667.5 kg/hm²^[19]。而根据测土配方的实际的测量,专家建议用量 268.5 kg/hm²^[20],同比下降 59.78 %。

4.1.2 磷肥

目前流域内耕地平均磷肥施用量(P₂O₅) 98 kg/hm²^[7]。而根据测土配方的实际的测量,专家建议磷肥施用量为 P₂O₅ 48 kg/hm²^[20],即下降 51 %。

4.2 运用 GIS 技术估算化肥施用量^[4-6]

由 GIS 核算结果得出,太湖流域的可用耕地面积为 150 × 10⁴ hm² 集约化实施之后,平均每公顷可节省氮肥 399 kg,磷肥 50 kg。如表 3 所示共计可节省 7.54 亿元人民币^[21]。

表 3 化肥费用统计

Table 3 The cost statistics of the fertilizer

种类	价格/ (元·t ⁻¹)	减少量/ × 10 ⁴ t	共计/ 亿元
尿素 (尿素)	1 200.00	59.85	7.18
磷肥 (过磷酸钙)	480.00	7.5	0.36
合计			7.54

4.3 总体效果评估^[22,23]

据 WADDELL 和 BOWER 估计,施用的磷肥约 5 % 扩散到大气中,土壤吸附固定 55 % ~ 75 %,植物吸收 7 % ~ 15 %,被径流带入地表水 5 % ~ 10 %,沥滤到根区以下的土壤或地下水 < 1 %^[8]。

太湖流域现有耕地 150 × 10⁴ hm²,按目前稻麦两熟的耕作制度,平均施氮量 667.5 kg/hm²^[19] 计算,全流域年施氮量约 100 × 10⁴ t,通过径流损失的

氮素约占 5 % ,即每年流入太湖的总氮量为 5×10^4 t。通过农业集约化管理,实施测土配方法^[20], 全流域年施氮量将减少约 60×10^4 t,每年流入太湖的总氮量将减少约 3×10^4 t。按 2005 年太湖流域总氮排放量 14.16×10^4 t 计算,总氮排放量将下降 21 %^[24]。

同时该地区平均磷肥施用量 (P_2O_5) 98 kg/hm^2 ^[7],全流域年施肥量约 14.7×10^4 t,若以 5 % 的径流损失计算,约 7 350 t,折算为总磷是 3 210 t。通过农业集约化管理,实施测土配方法^[20],全流域磷肥施用量 (P_2O_5) 将减少约 7.5×10^4 t,每年流入太湖的总磷量减少约 $1 640 \times 10^4$ t。按 2005 年太湖流域总磷排放量 $10 350 \times 10^4$ t 计算,总磷排放量将下降 16 %^[24]。

5 结语

笔者对太湖流域农业生产进行集约化管理分析,得出农业面源污染物总氮、总磷排放比 2005 年各下降 21 % 和 16 %。结论显示在太湖流域套用集约化管理能够很好地控制农业面污染源,将农业面污染源的问题与实际社会成本、农业体制改革结合,从根本上解决农业面污染源。

如果农业集约化可以在太湖地区推广实施并长期坚持,太湖流域水体富营养化状况将得到很大程度的改善。同时辅之以工业废水和生活污水的排放管理和有效处理,以及拆除围箱养殖、疏通入江河道和恢复太湖湿地生态系统的工作,那么太湖的环境问题将从根本上得到控制,太湖流域也将重现昔日的秀美风光。

参考文献

[1] 王应荣.太湖治污难在何处[J].中国应急救援,2008,(1):11-13

[2] 中国科学院南京地理与湖泊研究所.太湖流域水污染控制与生态修复的研究与战略思考[J].湖泊科学,2006,18(3):193-198

[3] 李兆富,杨桂山.太湖流域非点源污染特征与控制[J].湖泊科学,2004,16(增刊):83-88

[4] 高以新,李 锦.1:400 万中国土壤图[M].北京:地图出版社,2000

[5] 国家科学数据共享工程——地球系统科学数据共享网[OL].www.geodata.cn

[6] 地球系统科学数据共享网项目.长江三角洲地区土壤剖面数据集[A].2006

[7] 段 亮,段增强,夏四清.太湖旱地非点源污染定量化研究[J].水土保持通报,2006,26(6):40-43

[8] 自由路,卢艳丽,杨俐苹,等.农业种植对水体富营养化的影响[J].中国农业资源与区划,2008,29(3):11-15

[9] 梁 婕,曾光明,郭生练,等.湖泊富营养化模型的研究进展[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(6):24-29

[10] 许 海,刘兆普,焦佳国,等.太湖上游不同类型过境水氮素污染状况[J].生态学杂志,2008,27(1):43-49

[11] 张维昊,张锡辉,肖邦定,等.内陆水环境修复技术进展[J].上海环境科学,2003,22(11):811-816,849

[12] 周策群.适度规模经营:我国农业发展的必由之路[J].广西社会科学,1996,(4):12-20

[13] 省政府关于印发江苏省太湖水污染治理工作方案的通知[N].苏政发(2007)97号

[14] 钱兴林.机插秧是靖江市水稻种植的发展方向[J].农业开发与装备,2008,(5):42-43

[15] 何瑞银,王耀华,马培刚,等.农场农业机器作业成本动态预测模型的研究[J].农业工程学报,2008,24(6):141-145

[16] 王鸿儒.Excel VBA 程序设计[M].北京:中国铁道出版社,2005

[17] 蔡士源.Excel VBA 语法字典[M].北京:中国青年出版社,2005

[18] (美) Bill Jelen, Tracy Syrstad, 王 军,等.巧学巧用 Excel 2003 VBA 与宏[M].北京:电子工业出版社,2005

[19] 陈荷生,华瑶青.太湖流域非点源污染控制和治理的思考[J].水资源保护,2004,(1):33-36

[20] 中国测土配方施肥网 <http://ccps.net.cn/>[EB/OL]

[21] 闫 湘.我国化肥利用现状与养分资源高效利用研究[D].北京:中国农业科学院,2008

[22] 向 晶.集约化农业及其环境效应[J].世界科技研究与发展,2005,19(6):87-93

[23] 郑 伟.中国化肥施用区域差异及对粮食生产影响的研究[D].北京:中国农业大学,2005

[24] 张乃明,洪 波,张玉娟.农田土壤磷素非点源污染研究进展[J].云南农业大学学报,2004,19(4):453-465

(下转 136 页)