

江苏省畜禽粪便污染现状与防治对策^①

张绪美^{1,2,3}, 董元华^{1,2,3*}, 王 辉^{1,2,3}, 沈 旦⁴

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室 (中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 2 中国科学院南京土壤研究所-香港浸会大学土壤与环境联合开放实验室, 南京 210008; 3 中国科学院研究生院, 北京 100049; 4 江苏省农调局, 南京 210008)

摘 要: 根据 2000 年以来江苏省畜禽饲养状况的有关资料, 利用各类畜禽粪便日排泄系数估算畜禽粪便量, 在此基础上计算江苏省各地畜禽粪便污染负荷量。研究发现, 江苏省畜禽养殖业产生的粪便及各类污染物数量巨大, 盐城市产生的粪便及各类污染物居全省首位, 南通市次之; 江苏省畜禽粪便污染负荷量平均为 16.5 t/(hm²·a), 南通市畜禽粪便污染负荷量最高, 达 26.7 t/(hm²·a)。全省畜禽粪便污染负荷最高的县是南通市的海安县, 其次是盐城市的盐都县。最后本文分析了畜禽粪便污染环境的主要原因并提出了畜禽养殖污染防治的对策。

关键词: 江苏省; 畜禽粪便; 污染; 防治对策

中图分类号: S141.3

20 世纪 60—70 年代, 在一些人口密度大、规模化养殖发展较快的国家和地区, 首先出现了畜禽粪便污染环境^[1-7]。近些年, 我国规模化养殖业不断发展, 许多地区的畜禽粪便污染物排放量已超过居民生活、农业、乡镇工业和餐饮业的污染排放量, 成为许多重要水源地严重污染及其富营养化的主要原因^[8-14]。加强畜禽养殖业的污染防治与环境管理已成为现阶段农村环境保护的紧迫任务和重要内容。江苏省畜禽养殖业发展迅速, 畜牧生产规模不断扩大, 产生的畜禽粪便也日益增多, 已成为污染环境的重要污染源。本研究对最近几年江苏省的养殖业污染状况进行了定量分析, 讨论了江苏省畜禽粪便污染的产生原因并给出了可行的防治对策, 对江苏省以及其他地区今后养殖业的健康发展提供了借鉴意义。

1 畜禽养殖量数据获取与畜禽粪便污染物计算方法

本研究采用的是由江苏省农调局提供的江苏省 2000—2004 年的分县市畜禽养殖量数据。

在计算畜禽每年产生的粪便量时当前主要有两种计算方法, 一种是国家环保总局^[15]提出的方法: 存栏量×日排泄系数 (单个动物每天排出粪便的数量) × 饲养周期。由此所得数据应该是畜禽一个饲养周期的粪便量, 而不是一年的粪便量, 所以计算所得的粪便量

偏小。另一种计算方法是由刘培芳等人^[16]采用: (畜禽出栏量 + 年末存栏量) × 日排泄系数 × 饲养周期。这一方法来计算每年粪便量, 式中年末存栏畜禽在当年并未经历一个饲养周期, 所以用此方法计算的粪便量也有些不妥。

在比较以上两种畜禽粪便量计算方法的基础上, 本项研究认为, 牛、羊的饲养周期较长, 当年出栏量很少, 所以只采用存栏量来计算粪便量毋庸置疑。而对于猪、家禽来说, 猪的饲养周期一般为 180 天, 肉禽的饲养周期一般为 55 天, 蛋禽的饲养周期一般为 210 天, 将猪、家禽的存栏量看作当年中一个相对稳定的饲养量, 在未考虑饲养周期的前提下, 采用以下计算方法: 存栏量 × 日排泄系数 (kg/天) × 365 (天)。其中, 各畜禽日排泄系数如表 1^[15]所示。

表 1 各类畜禽粪便排泄系数 (kg/(头·天))
Table 1 Feces discharge rate of livestock and poultry

	牛	猪	羊	家禽
粪	20	2	2.6	0.125
尿	10	3.3	—	—

2 江苏省畜禽粪便污染物的产生量与污染负荷量

2.1 江苏省畜禽饲养量与粪便污染物产生量

①基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划 (2006BAD10B05)、中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX3-SW-435、KZCX2-YW-N-51-02) 和江苏省自然科学基金项目 (BK2004219) 资助。

* 通讯作者 (yhdong@issas.ac.cn)

作者简介: 张绪美 (1977—), 女, 山东德州人, 博士研究生, 主要研究方向为污染生态学。E-mail: hbjiao@sohu.com

江苏省畜牧业主要以家禽、猪、牛、羊的养殖为主。近 5 年来,这 4 种畜禽的养殖规模不断扩大,平均每年饲养生猪 4929.9 万头,家禽 88301.5 万羽,牛 63.0 万头,羊 2654.1 万只。随着各类畜禽养殖量的不断扩大,全省产生的畜禽粪便量以及各种污染物也日益剧增,其产生量巨大。根据畜禽粪便量的计算结果(表 2),江苏全省畜禽粪总量已达 4618.3 万 t,畜禽尿液总量达 2701.9 万 t,粪尿总量 7320.2 万 t。其中,盐城市畜禽粪便量居全省之首,比例在 20% 左右;其次是南通市,占总量比例 14.9% 左右,其他地区如徐州市、淮安市等地区,畜禽粪便产生量比例也较高。根据各类畜禽粪便中污染物的浓度^[15](表 3),计算了江苏省各地近 5 年各类畜禽粪便污染物的产生量(表 4)。由表 4 显示,江苏省畜禽养殖业年均产生的各类污染物生化需氧量(BOD₅)、化学耗氧量(COD_{Cr})、氨态氮(NH₃-N)、总 P(TP)、总 N(TN) 分别为 185.4、169.4、13.3、15.1 和 37.3 万 t。其中盐城市各类污染物产生量最高,南通市其次。一般畜禽粪便污染物的流失率介于 30%~40%^[16]之间,将表 4 中各类污染物按流失率 30% 计算,得到各污染物的流失量(表 5)。由表 5 看出,江苏省畜禽粪便污染物年均流失 BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N、TP、TN 分别为 55.6、50.8、4.0、4.5 和 11.2 万

t。其中盐城、南通两市畜禽粪便污染物流失量是全省最高的。巨大的污染物流失量势必对附近水源造成严重威胁,因此必须合理处置养殖业产生的畜禽粪便以减少各类污染物的流失量,降低对水体污染的潜在威胁。

表 2 近 5 年江苏省各地畜禽粪便年均产生量(万 t)
Table 2 Output of livestock and poultry feces in the past five years of Jiangsu

市域	粪	尿
江苏省	4618.3	2701.9
南京市	200.2	134.7
无锡市	104.1	80.1
徐州市	687.4	291.3
常州市	101.1	75.3
苏州市	131.0	89.8
南通市	738.6	336.1
连云港市	357.8	237.2
淮阴市	356.0	279.4
盐城市	1019.1	444.5
扬州市	176.8	131.9
镇江市	92.7	71.8
泰州市	280.2	187.5
宿迁市	373.5	222.5

表 3 畜禽粪便中污染物浓度(kg/t)
Table 3 Pollutant concentrations of feces of livestock and poultry

项目		COD _{Cr}	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
牛	粪	31	24.53	1.71	1.18	4.37
	尿	6	4	3.47	0.4	8
猪	粪	52	57.03	3.08	3.41	5.88
	尿	9	5	1.43	0.52	3.3
羊粪		4.63	4.1	0.8	2.6	7.5
禽粪		45.7	38.9	2.8	5.8	10.4

表 4 近 5 年江苏省各地各类畜禽粪便污染物年均产生量(万 t)
Table 4 Output of pollutants with livestock and poultry feces in the past five years of Jiangsu

市域	BOD ₅	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	TN
江苏省	185.4	169.4	13.3	15.1	37.3
南京市	9.2	8.3	0.6	0.6	1.8
无锡市	5.5	5.2	0.3	0.4	1
徐州市	22.4	20.2	1.6	1.9	4.7
常州市	5	4.7	0.3	0.3	0.9
苏州市	6.3	5.9	0.4	0.4	1.2
南通市	26.8	24.6	2.1	2.7	5.6
连云港市	14.8	13.1	1.2	0.9	3.1
淮安市	16.5	15.1	1.2	1.1	3.2
盐城市	38.9	35.4	3	4	8.2
扬州市	9.4	8.7	0.5	0.6	1.7
镇江市	4.1	3.9	0.2	0.2	0.7
泰州市	12.1	11.3	0.8	1	2.3
宿迁市	14.4	13	1.1	1	2.9

表 5 近 5 年江苏省各地各类畜禽粪便污染物年均流失量 (万 t)

市域	BOD ₅	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP	TN
江苏省	55.6	50.8	4.0	4.5	11.2
南京市	2.8	2.5	0.2	0.2	0.5
无锡市	1.7	1.6	0.1	0.1	0.3
徐州市	6.7	6.1	0.5	0.6	1.4
常州市	1.5	1.4	0.1	0.1	0.3
苏州市	1.9	1.8	0.1	0.1	0.4
南通市	8.0	7.4	0.6	0.8	1.7
连云港市	4.4	3.9	0.4	0.3	0.9
淮安市	5.0	4.5	0.4	0.3	1.0
盐城市	11.7	10.6	0.9	1.2	2.5
扬州市	2.8	2.6	0.2	0.2	0.5
镇江市	1.2	1.2	0.1	0.1	0.2
泰州市	3.6	3.4	0.2	0.3	0.7
宿迁市	4.3	3.9	0.3	0.3	0.9

2.2 江苏省畜禽粪便污染负荷量

本研究采用畜禽粪便负荷量这一量化指标可以间接衡量当地畜禽养殖导致的污染状况。目前,江苏省畜禽养殖业产生的大量粪便主要是直接还田,所以把农田耕地面积作为畜禽粪便实际的负载面积。各类畜禽粪便的肥效养分差异较大,根据各类畜禽粪便的猪粪当量换算系数(以含 N 量为标准^[17])计算各类畜禽粪便量的猪粪当量。将猪粪当量除以当地实际耕地面积,得到每单位耕地面积上畜禽粪便负荷量。经统计,近 5 年江苏省畜禽粪便负荷量平均为 16.5 t/(hm²·a),其中南通、盐城、徐州 3 市超过了全省平均值,而且南通市负荷量最高,达 26.7 t/(hm²·a)。

为了直观显示江苏省畜禽粪便负荷量的空间分布特征,利用 ARCVIEW 软件的空间分析模块,将近 5 年江苏省各县市畜禽粪便平均负荷量编制成图(图 1)。由图 1 可见,江苏省畜禽粪便负荷量绝大多数介于 0~30 t/(hm²·a)之间,只有南通市的海安县,盐城市的海盐县、盐都县和东台县,以及扬州郊区 5 个县市高于 30 t/(hm²·a)。其中,全省畜禽粪便负荷最高的县是南通市的海安县,其次是盐城市的海盐县。

3 畜禽粪便污染环境原因分析

3.1 全社会对畜禽粪便污染环境的严重性认识还不足

长期以来,各级政府和有关部门一直将城市和工业污染作为环境治理的重点,对畜禽养殖业污染防治缺乏足够的重视,没有将其及早提上议事日程。虽然

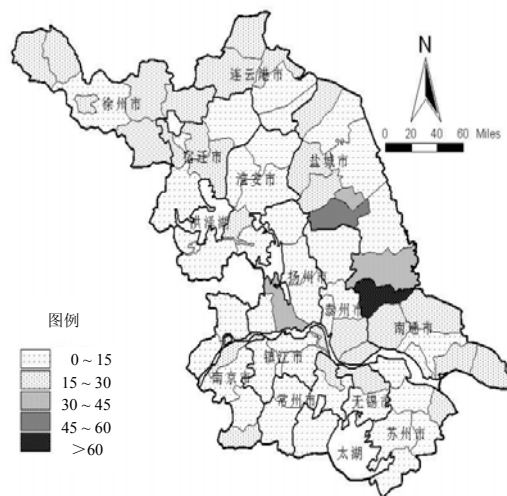
图 1 江苏省畜禽粪便农田负荷量空间分布 (t/(hm²·a))

Fig. 1 Spatial distribution of livestock and poultry feces loading in farmland of Jiangsu

国家环保总局已经公布畜禽养殖业污染物排放标准,用于监督管理畜禽粪便的排放,但是在具体实施过程中难度较大。

3.2 畜禽粪便的利用率低

近 20 年来,江苏省农业中化肥日渐代替有机肥,造成了禽畜粪便的浪费并污染环境,形成了化肥与禽畜粪便双重污染。当前,全省年产生的约 4500 万 t 农作物秸秆还田利用率不到 1/2; 禽畜粪便利用率不到一半,其中规模化养殖业产生的畜禽粪便经无害化处理的不足 10%。

出现这一现象,一方面是由于随着江苏省经济发展和产业结构的调整,以有机肥投入为主的传统农业逐渐被以机械化为特征的现代农业所取代。从事农业特别是传统种植业的人口大量减少,有机肥使用量也逐渐减少,取而代之的是容易进行大面积机械化播撒、肥效快的化肥。另一方面,在比较利益的驱动下,农村劳动力投向耕地的也明显减少,也缺乏有力机构将农民组织起来施用畜牧场的畜禽粪便。这样,在很大程度上改变了传统的种植业生产方式,农民主要施用方便干净的化肥,单位耕地上有机肥的施用量大幅度减少。

3.3 饲养基地布局与畜禽结构对粪便产生的影响

江苏省规模化、集约化养殖场过于集中于沿江、沿湖、近海地区,使得这些地区产生过量的畜禽粪便污染物,如果这些大量的畜禽粪便处理不当,就有可能导致这些地区的环境受到污染威胁。

目前,江苏省畜禽饲养呈现规模化集中饲养与分散小规模家庭饲养并存的局面。一般来说,小型或家庭饲养场限于条件,不可能建立污染处理设施进行粪便处理。纵观全省规模养殖场,绝大部分没有足够的粪污处理能力。大多数污染物均直接或间接地冲刷入地表水环境。而大中型饲养场布局时多从生产、销售、运输等经济利益的角度出发,而较少考虑其对周围生态环境的影响。

4 控制与治理畜禽养殖业污染的对策

畜禽粪便对环境造成严重污染,因此许多国家都将畜禽污染的管理作为环境保护工作的重要内容,并制定法律、法规严加管理。江苏省在我国的国民经济增长中处于举足轻重的地位,在本省经济、社会、生态追求持续发展的过程中,应特别重视防治畜禽养殖业对环境的污染。

4.1 大力宣传、依法治污

要加强养殖污染的科普知识宣传,让人们了解养殖业可能造成环境污染和对人类的危害。要把养殖污染纳入法制轨道,依法治理。20世纪60—70年代,英国、日本即着手研究“畜产公害”的对策。80年代中期我国台湾省也开始颁布了包括治理养殖业排污在内的《水污染防治事业放流水标准》,并限制养殖业解决排污问题。到90年代,在台湾省,凡5000头以上的规模猪场全部配套了排污处理设备。我国上海、北京也于90年代着手治理养殖污染。2000年6月,国家环保局发布《畜禽养殖业污染排放标准》、《畜禽养殖场污染防治管理办法》。这一系列政策法规的出台是我国在畜牧生态文明建设和环境保护法制建设的重要里程碑,应大力宣传贯彻,付诸实施。目前国家环保总局正联合有关部门抓紧拟订《畜禽养殖污染防治条例》,畜禽养殖的污染防治将作为重大工程纳入将在“十一五”实施的全国“农村小康环保行动计划”中。

4.2 加强畜禽养殖建设项目的管理

(1) 新建、改建、扩建畜禽养殖场(区),必须按建设项目环境管理的有关条例进行环境影响评价,按照建设项目管理程序报批。

(2) 畜禽场的建设,应尽可能地实行畜牧业与种植业相结合。畜禽场的选址,要考虑周围有足够的土地对其粪便进行消化。禁止在环境敏感区如生活饮用水源保护区、风景名胜、自然保护区的核心区与缓冲区、城镇中的居民区、文教科研区、医疗区等人口集中地区和当地人民政府依法划定的禁养区域建设畜禽养殖场。

(3) 畜禽养殖场污染防治设施必须与主体工程同

时设计、同时施工、同时投产使用。畜禽废渣综合利用措施必须在畜禽养殖场投入运营的同时予以落实。

(4) 畜禽养殖场必须设置畜禽废渣的储存设施和场所,其地面要进行水泥硬化,防止畜禽废渣渗漏、散落、溢流、雨水淋失及其恶臭气味对周围环境造成污染和危害。

(5) 在政策指导和宣传引导上,明确在城镇周围不宜建设大中型集约化畜禽养殖场,提倡发展中小型畜禽养殖场和农村畜禽养殖专业户,走农牧结合的道路。

(6) 严格控制国外畜禽养殖企业在境内盲目发展,防止污染转移。

4.3 加强对现有畜禽养殖企业的监督管理

(1) 对现有的畜禽养殖企业进行技术改造,对严重污染环境的畜禽养殖场依法实行限期治理,对处在环境敏感区的要坚决采取关闭或搬迁措施。

(2) 严格执行GB18596-2001《畜禽养殖业污染物排放标准》,监督畜禽养殖企业做到达标排放。在实施污染物排放总量控制的区域内,畜禽养殖场必须按规定取得排污许可证,并按照排污许可证的规定排放污染物。

(3) 禁止向水体倾倒畜禽废渣。畜禽养殖场应采取畜禽废渣还田、生产沼气、制造有机肥料、制造再生饲料等方法进行综合利用。用于直接还田利用的畜禽粪便,应当经处理达到规定的无害化标准,防止病菌传播。

(4) 运输畜禽废渣,必须采取防渗漏、防流失、防遗撒及其他防止污染环境的措施,妥善处置贮运工具的清洗废水。

4.4 研究和开发畜禽粪便的处理和利用技术,提高畜禽粪便利用率

(1) 研究畜禽粪便污水处理实用技术。江苏省现阶段许多畜禽养殖场没有任何污水处理设施,已有的一些治理设施治理效果也不好,难以做到达标排放。而且同一治理技术在不同地区适应性差异较大,故建议建立一些经济适用的示范试点工程,在各地推广应用。

(2) 研究开发畜禽粪便综合利用技术。由于化肥使用方便,而畜禽粪便又臭又脏,影响了畜禽粪便的推广应用。将畜禽粪便进行无害化处理来生产商品有机肥,这种经现代工艺制成的有机肥完全不同于传统的农家肥,长期施用不仅可以改善土壤理化性质,而且可以减少化肥用量,增加作物产量,对于瓜果、蔬菜类作物及特种园林经济作物具有改善品质、提高产量、增加效益的显著效果。从而既可减轻畜禽粪便污染,又能使畜禽粪便走商业化道路。但这类产品与化肥相比没有价格优势,影响了该类产品的市场竞争力。

和企业的发展。因此建议政府对这类减轻污染的环保型企业实行一定的优惠政策和财政扶持,来促进该类产品的发展^[18-19]。

4.5 加强对畜禽污染的环境监测工作

畜禽业的迅速发展对区域环境质量产生严重影响,一些地方的地表水甚至地下水直观上已经污染。但至今没有开展畜禽养殖污染的典型监测,不利于对畜禽养殖污染管理工作的开展。建议选择一些典型畜禽养殖场进行污染现状调查和环境监测,这对强化畜禽养殖行业的环境管理将起到重要作用^[20]。

参考文献:

- [1] Centner TJ. Developing institutions to encourage the use of animal wastes as production inputs. *Agriculture and Human Values*, 2004, 21(4): 367-375
- [2] US Department of Agriculture and Environmental Protection Agency. Unified National Strategy for Animal Feeding Operations. Washington DC: US Environmental Protection Agency, 1999
- [3] Bhatti AU, Khan Q, Gurmani AH. Effect of organic manure and properties and crop yield on chemical amendments on soil a salt affected entisol. *Pedosphere*, 2005, 15(1): 46-51
- [4] Zhang GL, Yang JL, Zhao YG. Nutrient aischarges from a typical watershed in the hilly area of Subtropical China. *Pedosphere*, 2003, 13(1): 23-30
- [5] Metcalfe M. State legislation regulating animal manure management. *Review of Agricultural Economics*, 2000, 22: 519-532
- [6] Sharpley A. Agricultural phosphorus, water quality, and poultry production: Are they compatible. *Journal of Poultry Science*, 1999, 78: 660-673
- [7] Parker D. Controlling agricultural nonpoint water pollution: Costs of implementing the Maryland Water Quality Improvement Act of 1998. *Agricultural Economics*, 2000, 24: 23-31
- [8] Chen ZL, Xu SY, Xu QX, Hu XF, Yu LZ. Surface water pollution in the Yangtze river delta: Patterns and countermeasures. *Pedosphere*, 2002, 12 (2): 111-120
- [9] 孙玉焕, 骆永明, 吴龙华, 滕应, 宋静, 钱薇, 李振高. 长江三角洲地区污水污泥与健康安全风险研究 I .粪大肠菌群数及其潜在环境风险. *土壤学报*, 2005, 42 (3): 397-403
- [10] 吕耀. 农业生态系统中氮素造成的非点源污染. *农业环境保护*, 1998, 17 (1): 35-39
- [11] 李远, 单正军, 徐德徽. 我国畜禽养殖业的环境影响与管理政策初探. *中国生态农业学报*, 2002, 12 (2): 136-138
- [12] 盛学良, 舒金华, 彭补拙, 吴化前, 黄文钰, 杨静. 江苏省太湖流域总氮、总磷排放标准研究. *地理科学*, 2002, 22 (4): 449-452
- [13] 单艳红, 杨林章, 王建国. 土壤磷素流失的途径、环境影响及对策. *土壤*, 2004, 36 (6): 602-608
- [14] 曹志洪. 施肥与土壤健康质量—论施肥对环境的影响. *土壤*, 2003, 35 (6): 450-455
- [15] 国家环境保护总局自然生态保护司. 全国规模化畜禽养殖业污染情况调查及防治对策. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 77-78
- [16] 刘培芳, 陈振楼, 许世远, 刘杰. 长江三角洲城郊畜禽粪便的污染负荷及其防治对策. *长江流域资源与环境*, 2002, 11 (5): 456-460
- [17] 沈根祥, 汪雅谷, 袁大伟. 上海市郊农田畜禽粪便负荷量及其警报与分级. *上海农业学报*, 1994, 10: 6-11
- [18] 沈玉英. 畜禽粪便污染及加快资源化利用探讨. *土壤*, 2004, 36 (2): 164-167
- [19] 杨玉爱. 我国有机肥料研究及展望. *土壤学报*, 1996, 33 (4): 414-422
- [20] 赵其国, 叶方. 信息化与农业现代化. *土壤学报*, 2004, 41 (3): 449-455

Pollution of Livestock and Poultry Feces in Jiangsu and Countermeasures

ZHANG Xu-mei^{1,2,3}, DONG Yuan-hua^{1,2,3}, WANG Hui^{1,2,3}, SHEN Dan⁴

(1 State Key laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China;

2 Joint Open Laboratory of Soil and the Environment, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences and Hongkong Baptist University,

Nanjing 210008, China; 3 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4 Jiangsu Rural Survey Organization, Nanjing 210008, China)

Abstract: Based on investigations in the past five years in Jiangsu, on feces discharge rates of different species of livestock and poultry, feces pollution loads of different regions of the province were calculated. Results of the research revealed that the amount of feces and various wastes generated by the animal husbandry industry of the province was tremendous, Yancheng ranks first in pollution generation, and was followed by Nantong. The average pollution loading of the province reached 16.5 t/(hm²·a), and Nantong City was on the top of the list, being 26.7 t/(hm²·a). Meanwhile, five counties exceed the average of the pollution loading of Jiangsu. After analysis of the causes of fecal pollution of the environment in Jiangsu, and countermeasures were put forward to prevent and control the problem.

Key words: Jiangsu, Feces of livestock and poultry, Pollution, Counter measures