河南农业科学,2014,43(11):59-64
Journal of Henan Agricultural Sciences

绵阳市农业面源污染特征与区域差异分析

李　华[1,2],马　丽[1]
(1.绵阳师范学院 资源环境工程学院,四川 绵阳 621000; 2.四川循环经济研究中心,四川 绵阳 621010)

摘要:对2003－2011年绵阳市农业面源污染情况及2011年其下辖9个地区的污染差异情况进行分析,为合理制定农业面源污染防控措施提供科学依据。结果表明,2003－2011年绵阳市农药、农膜、农作物秸秆污染总体上呈逐渐加重趋势,农村生活垃圾污染总体上呈减缓趋势;营养污染物(COD_{Cr}、TN、TP)主要来源于畜禽养殖业、化肥和农村生活,畜禽养殖业和化肥营养污染物污染总体上呈增加趋势,而农村生活营养污染物污染总体上呈减缓趋势,但营养污染物污染总体上呈增加趋势。2011年,涪城区的农药、农膜、农作物秸秆、农村生活垃圾污染总体最严重,其次是三台县和江油市;三台县营养污染物等标污染负荷最高,涪城区和盐亭县营养污染物耕地负荷较高。耕地负荷系数表明,COD_{Cr}、TN、TP污染在各地区之间差异明显,其对江油市、涪城区、盐亭县的环境构成严重威胁,对平武县环境不构成威胁;对所有污染物耕地负荷进行聚类分析表明,江油市、游仙区、涪城区、三台县、盐亭县为重度污染区,北川县、安县、梓潼县为中度污染区,平武县为轻度污染区。

关键词:农业面源污染;区域差异;绵阳市
中图分类号:X5　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1004-3268(2014)11-0059-06

Analysis of Agricultural Non-point Source Pollution and Regional Difference in Mianyang City

LI Hua[1,2],MA Li[1]
(1. College of Resource and Environmental Engineering, Mianyang Normal University, Mianyang 621000, China;
2. Sichuan Circular Economy Research Center, Mianyang 621010, China)

Abstract: Agricultural non-point source pollution situation in Mianyang city during 2003－2011 and the difference of agricultural non-point source pollution among nine regions under Mianyang city's respective jurisdiction in 2001 were analyzed, which could provide scientific basis for putting forward appropriate measures to control agricultural non-point source pollution. The results indicated that the pollutions of pesticides, agricultural film and crop straw increased, and rural domestic garbage pollution reduced during 2003－2011. The nutrient pollutants(COD_{Cr}, TN and TP) came from livestock and poultry, fertilizer and rural domestic waste, and showed an rising trend in general, nutrient pollutants from livestock and poultry and fertilizer increased, but the nutrient pollutants from rural domestic wast reduced. In 2011, the pollution of pesticide, agricultural film, crop straw and rural domestic waste was the most serious in Fucheng district, followed by Santai county and Jiangyou city; the total equivalent pollution load of nutrient pollutants was the highest in Santai county, and land loads of nutrient pollutants in Fucheng district and Yanting county were higher than the other regions. Land loads coefficient indicated that pollution of COD_{Cr}, TN and TP presented obvious regional differences, and posed a serious threat to environment of Jiangyou city, Fucheng district and Yanting county and little threat to environment of Pingwu county. The cluster analysis of all pollutants indicated that Jiangyou city, Youxian district, Fucheng district, Santai county and Yanting county were heavy pollution area,

收稿日期:2014-03-11
基金项目:绵阳师范学院青年项目(2013B08);四川循环经济研究中心项目(XHJJ-1308)
作者简介:李　华(1979-),女,四川绵阳人,讲师,硕士,主要从事环境分析与保护方面的研究。E-mail:dancinghouse@163.com

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

middle pollution area included Beichuan county, Anxian county and Zitong county, Pingwu county was slight pollution area.

Key words: agricultural non-point source pollution; regional difference; Mianyang city

农业面源污染是指在农业生产活动中，氮、磷等营养物质，重金属、农药以及其他有机或无机污染物，通过地表径流和地下渗漏进入水体导致的污染[1-2]。农业生产中化肥、农药、农膜的使用，畜禽养殖粪便和农村生活污水的任意排放，以及农村生活垃圾的随意堆置是造成农业面源污染的主要原因。农业面源污染具有随机性、隐蔽性、分散性、污染负荷时空变异性、监测困难等特点，因此难以治理[3]。随着点源污染治理力度的加大和治理水平的提高，面源污染对环境污染的贡献比例和危害已逐步增加。在水体富营养化中，面源污染占污染总量的 2/3，而农业面源污染已占到面源污染总量的 68%～83%[4]，农业面源污染成为水环境污染的主要来源和控制关键。目前，农业面源污染研究主要以单个污染源或单个污染指标作为研究对象，如氮磷的污染特征及其影响因素[5-6]、农村生活垃圾的产生特征和处理[7-8]、生活污水的产生特征[9]以及畜禽养殖粪便处理等[10-11]，对农业面源污染的综合分析较少[12-17]，尤其是关于绵阳市的相关研究报道更少。为此，以绵阳市作为研究对象，对绵阳市农业面源污染特征及区域差异进行分析，以期为农业面源污染的防治、农业生态环境的保护提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 数据来源

本研究所用数据为 2003－2011 年绵阳市及其下辖的 9 个地区（涪城区、游仙区、三台县、盐亭县、安县、梓潼县、北川县、平武县、江油市）的农业人口、耕地面积、畜禽养殖状况、农资投入（化肥、农药、农膜使用量）、农作物产量以及播种面积等数据，来自 2004－2012 年《绵阳统计年鉴》以及相应年份各地区的国民经济和社会发展统计公报。

1.2 污染物排放量估算

1.2.1 营养污染物 以水体富营养化形式表现出来的主要通过水介质进行的污染统称为营养污染，其污染物主要包括总氮（TN）、总磷（TP）、化学需氧量（COD_{Cr}）。

1.2.1.1 畜禽养殖业 根据畜禽粪尿中污染物的排放系数和流失率[2,18]（表 1）以及公式（1）估算畜禽养殖污染物排放量。

畜禽养殖污染物排放量＝饲养量（存栏数）×排污系数×流失率 （1）

表 1 畜禽粪尿中污染物的排污系数和流失率

项目	污染物	牛粪	牛尿	猪粪	猪尿	羊粪	家禽粪
排污系数/[kg/(头、只)·a]	COD_{Cr}	226.30	21.90	20.70	5.91	4.40	1.17
	TN	31.90	29.20	2.34	2.17	2.28	0.27
	TP	8.61	1.46	1.36	0.34	0.45	0.11
流失率/%	COD_{Cr}	6.2	50.0	6.5	50.0	5.5	6.2
	TN	5.7	50.0	5.8	50.0	5.2	5.6
	TP	5.5	50.0	3.4	50.0	5.3	5.1

注：牛饲养周期按照 365 d 计算，猪、羊、家禽饲养周期分别按照 180、365、210 d 计算。

1.2.1.2 农村生活 根据农村生活污染物排污系数[19]（表 2）、流失率以及公式（2）估算农村生活污染物的排放量。农村生活污水和人粪尿的流失率分别为 85%和 10%[19]。

农村生活污染物排放量＝农业人口数×排污系数×流失率 （2）

表 2 农村生活污染物的排污系数 kg/(人·a)

污染物	农村生活污水	人粪尿
COD_{Cr}	5.99	19.8
TN	0.56	3.06
TP	0.16	0.524

1.2.1.3 化肥 根据公式（3）计算化肥使用过程中氮、磷流失量，化肥含氮、磷系数[13]见表 3，化肥氮、磷流失率分别为 30%和 10%[20]。

氮、磷流失量＝化肥用量×含氮、磷系数×流失率 （3）

表 3 化肥含氮、磷系数 %

化肥	含氮系数	含磷（P_2O_5）系数
氮肥	30	
磷肥		20
复合肥	15	50

1.2.2 其他污染物 除营养污染物外，污染物还包括农药及农业固体废弃物等，其中农业固体废弃物

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

包括农作物秸秆、农膜、农村生活垃圾。农药和农膜用量通过统计数据得到,其他的污染物排放量通过计算得到。

1.2.2.1　**农作物秸秆**　绵阳市种植的主要农作物为水稻、小麦、玉米、油菜、花生,其秸秆产出系数分别为 1.06、1.2、1.34、3、2[21]。根据公式(4)计算农作物秸秆产量。

$$\text{农作物秸秆产量}=\text{作物产量}\times\text{秸秆产出系数} \tag{4}$$

1.2.2.2　**农村生活垃圾**　根据文献[22],绵阳市农村生活垃圾产生量为 0.685 kg/(人·d),根据农业人口数量,估算农村生活垃圾排放量。

1.3　**污染评价方法**

1.3.1　**等标污染负荷法**　等标污染负荷是指污染物的绝对排放量与评价标准之比,按照统一的标准转化,增强了污染评价的可比性和科学性。其计算公式[2]见公式(5)。

$$P_{ij}=\frac{M_{ij}}{C_{i0}} \tag{5}$$

式中,P_{ij} 表示第 j 个污染源第 i 种污染物的等标污染负荷,M_{ij} 表示第 j 个污染源中第 i 种污染物的排放量,C_{i0} 为 GB 3838－2002 中第 i 种污染物的Ⅲ类标准值(COD_{Cr}:20 mg/L,TN:1 mg/L,TP:0.2 mg/L)。

1.3.2　**耕地污染负荷法**　耕地污染负荷表示污染物对耕地产生的环境压力,可对不同地区的污染程度进行比较[2],其计算公式见公式(6)。

$$L=\frac{Q_{ij}}{S} \tag{6}$$

式中,L 表示耕地污染负荷,Q_{ij} 表示污染物的排放量,S 表示耕地面积。

1.3.3　**耕地负荷系数法**　通过公式(7)、(8),计算污染物耕地负荷系数(K),根据 K 的大小评价各地区 COD_{Cr}、TN、TP 对环境影响的空间差异,划分为 4 个等级:$K<60$ 时表示污染物对环境不构成威胁(Ⅰ级),K 介于 60～80 时表示污染物对环境稍有威胁(Ⅱ级),K 介于 80～100 时表示污染物对环境构成威胁(Ⅲ级),$K>100$ 时表示污染物对环境构成严重威胁(Ⅳ级)[1,23]。

$$K=\frac{\sum q_i}{\sum \overline{q_i}}\times 100 \tag{7}$$

$$q_i=\frac{Q_i}{S_i} \tag{8}$$

式中,q_i 表示某地区单位耕地面积污染物流失负荷量,$\overline{q_i}$ 表示所有地区单位耕地面积污染物流失平均负荷量,Q_i 表示某地区化肥、生活污水、畜禽粪便的 COD_{Cr}、TN、TP 流失量,S_i 表示某地区耕地面积。

2　结果与分析

2.1　绵阳市农业面源污染总体特征

绵阳市农业面源污染的非营养污染物(农药、农膜、农作物秸秆和农村生活垃圾)的污染情况见表 4。由表 4 可知,2003－2011 年绵阳市农药、农膜、农作物秸秆污染总体日益严重,农村生活垃圾污染程度总体呈现减缓趋势。农药主要通过大气、水体、土壤、食品等途径对人体健康和环境造成危害。2003－2006 年,农药耕地负荷逐年增加,从 2003 年的 16.36 kg/hm² 增加至 2006 年的 19.92 kg/hm²;2009－2011 年,农药耕地负荷从 20.69 kg/hm² 下降为 19.82 kg/hm²,但仍高于 2003－2005 年数据。土壤中残留的农膜破坏土壤的理化性状,影响农作物对水分和养分的吸收,导致农作物减产,并且造成“白色污染”。2003－2011 年,农膜耕地负荷总体呈逐年增加趋势,从 2003 年的 23.77 kg/hm² 增加至 2011 年的 31.34 kg/hm²,这是由于种植业的迅速发展,导致农膜用量增加,同样导致秸秆耕地负荷持续增加,从 2003 年的 9.46 t/hm² 增加到 2011 年的 11.76 t/hm²。2003－2011 年,农村生活垃圾耕地负荷总体下降,从 2003 年的 3.62 t/hm² 下降为 2011 年的 3.49 t/hm²。这是由于城市化水平逐渐提高,外出务工人员不断增加、农业人口减少而使农村生活垃圾污染减缓。

表 4　2003－2011 年绵阳市非营养污染物污染情况

年份	农药耕地负荷/(kg/hm²)	农膜耕地负荷/(kg/hm²)	农作物秸秆耕地负荷/(t/hm²)	农村生活垃圾耕地负荷/(t/hm²)
2003	16.36	23.77	9.46	3.62
2004	16.43	24.12	10.17	3.64
2005	18.61	22.77	10.58	3.65
2006	19.92	25.17	10.09	3.59
2007		27.33	10.73	3.57
2008		28.38	10.83	3.61
2009	20.69	29.18	11.26	3.61
2010	20.18	29.17	11.43	3.53
2011	19.82	31.34	11.76	3.49

注:2007－2008 年农药耕地负荷数据缺失。

绵阳市营养污染物(COD_{Cr}、TN、TP)的污染情况见表 5,其主要来源于畜禽养殖业,其次是化肥和农村生活。由表 5 可知,2003－2011 年营养污染物

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的污染总体日益严重，其等标污染负荷从 2003 年的 426.39 亿 m^3 增加至 2011 年的 487.21 亿 m^3，其耕地负荷从 2003 年的 15.06 万 m^3/hm^2 增加至 2011 年的 17.31 万 m^3/hm^2。2003－2007 年，畜禽养殖污染呈逐年增加趋势，2003 年畜禽粪尿中 COD_{Cr}、TN、TP 的等标污染负荷分别为 13.36 亿、115.35 亿、70.38 亿 m^3，2007 年达到最高值，分别为 15.49 亿、133.35 亿、82.17 亿 m^3。2008 年由于汶川地震的影响，畜禽养殖业损失严重，其污染物排放量降低。2009－2011 年，由于畜禽养殖业的恢复和发展，营养污染物的排放量增加，至 2011 年 COD_{Cr}、TN、TP 的等标污染负荷分别增加为 15.06 亿、127.42 亿、80.40 亿 m^3。随着化肥施用量的增加，TN、TP 的等标污染负荷逐年增加，从 2003 年的 95.85 亿、46.20 亿 m^3，增加至 2011 年的 113.53 亿、69.18 亿 m^3。随着农业人口的减少，农村生活的 COD_{Cr}、TN 和 TP 3 种污染物的等标污染负荷均总体呈现下降趋势，2003 年 3 种污染物的等标污染负荷分别为 14.51 亿、32.09 亿、38.65 亿 m^3，2011 年分别降为 13.89 亿、30.72 亿、37.01 亿 m^3。

表 5 2003 — 2011 年绵阳市营养污染物污染情况

年份	畜禽粪尿			化肥		农村生活			营养污染物等标污染负荷总量/亿 m^3	营养污染物耕地负荷/(万 m^3/hm^2)
	COD_{Cr} 等标污染负荷/亿 m^3	TN 等标污染负荷/亿 m^3	TP 等标污染负荷/亿 m^3	TN 等标污染负荷/亿 m^3	TP 等标污染负荷/亿 m^3	COD_{Cr} 等标污染负荷/亿 m^3	TN 等标污染负荷/亿 m^3	TP 等标污染负荷/亿 m^3		
2003	13.36	115.35	70.38	95.85	46.20	14.51	32.09	38.65	426.39	15.06
2004	13.68	117.81	72.33	97.48	47.72	14.45	31.97	38.51	433.95	15.45
2005	14.28	123.82	75.57	99.89	49.68	14.30	31.62	38.09	447.25	16.13
2006	14.64	126.18	77.63	107.26	54.41	14.27	31.57	38.03	463.99	16.49
2007	15.49	133.35	82.17	113.04	56.61	14.31	31.66	38.13	484.76	17.09
2008	14.00	118.57	74.42	115.28	58.23	14.32	31.67	38.15	464.64	16.55
2009	14.65	124.06	78.03	118.00	60.48	14.28	31.59	38.06	479.15	17.12
2010	14.85	125.50	79.21	118.51	61.27	14.02	31.01	37.35	481.72	17.17
2011	15.06	127.42	80.40	113.53	69.18	13.89	30.72	37.01	487.21	17.31

2.2 绵阳市各地区农业面源污染特征

以 2011 年为例，对绵阳市各地区的非营养污染物污染情况进行分析发现（表 6），在绵阳市下辖的 9 个地区中，涪城区、游仙区、盐亭县、江油市的农药耕地负荷较大，分别为 31.60、22.91、40.49、32.42 kg/hm^2，均超过绵阳市农药耕地负荷（19.82 kg/hm^2）[24]；涪城区、三台县、江油市农膜耕地负荷较大，分别为 51.28、58.15、38.18 kg/hm^2，均超过绵阳市农膜耕地负荷（31.34 kg/hm^2）[24]；三台县是种植业大县，其农作物秸秆耕地负荷最高，其次为游仙区、涪城区、安县、梓潼县，农作物秸秆耕地负荷分别为 14.22、13.25、13.13、12.06、11.87 t/hm^2，均超过绵阳市农作物秸秆耕地负荷（11.76 t/hm^2）[24]；涪城区、三台县、江油市农业人口密度大，其农村生活垃圾耕地负荷较大，分别为 4.11、3.97、4.05 t/hm^2，均超过绵阳市农村生活垃圾耕地负荷（3.49 t/hm^2）[24]。综上所述，涪城区非营养污染物总体污染最严重，其农药、农膜、秸秆、生活垃圾耕地负荷均高于绵阳市相应的平均值，其次是三台县和江油市。

表 6 2011 年绵阳市各地区非营养污染物污染情况

地区	农药耕地负荷/(kg/hm^2)	农膜耕地负荷/(kg/hm^2)	农作物秸秆耕地负荷/(t/hm^2)	农村生活垃圾耕地负荷/(t/hm^2)
涪城区	31.60	51.28	13.13	4.11
游仙区	22.91	18.88	13.25	3.48
三台县	12.20	58.15	14.22	3.97
盐亭县	40.49	24.45	11.42	3.34
安县	13.23	8.77	12.06	3.10
梓潼县	13.92	11.84	11.87	2.81
北川县	9.60	9.17	4.94	3.64
平武县	1.53	2.85	3.63	1.91
江油市	32.42	38.18	11.63	4.05

以 2011 年为例，对绵阳市各地区的营养污染物污染情况进行分析发现（表 7），在绵阳市下辖的 9 个地区中，三台县 COD_{Cr}、TN、TP 的等标污染负荷均最高，分别达 8.91 亿、71.93 亿、52.07 亿 m^3，这是因为三台县是农业大县，农业人口较多，种植业和畜禽养殖业发达，从而导致其营养污染物的排放量最高。COD_{Cr} 耕地负荷较高的地区为涪城区、盐亭县、江油市，分别为 1.14 万、1.16 万、1.14 万 m^3/hm^2；TN 耕地负荷较高的地区为涪城区和盐亭县，分别为 12.33 万、12.53 万 m^3/hm^2；TP 耕地负荷较高的地区是涪城区和盐亭县，分别为 11.02 万、8.82 万 m^3/hm^2。综上，三台县营养污染物等标污染负荷最高，涪城区和盐亭县营养污染物耕地负荷较高。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 7　2011 年绵阳市各地区营养污染物污染情况

地区	COD_{Cr}		TN		TP	
	等标污染负荷/亿 m^3	耕地负荷/(万 m^3/hm^2)	等标污染负荷/亿 m^3	耕地负荷/(万 m^3/hm^2)	等标污染负荷/亿 m^3	耕地负荷/(万 m^3/hm^2)
涪城区	1.37	1.14	14.79	12.33	13.22	11.02
游仙区	2.45	0.98	25.97	10.37	16.54	6.60
三台县	8.91	1.12	71.93	9.06	52.07	6.56
盐亭县	4.25	1.16	46.01	12.53	32.39	8.82
安县	2.48	0.83	22.35	7.45	13.24	4.41
梓潼县	2.77	0.98	28.08	9.89	14.67	5.17
北川县	1.23	1.08	11.87	10.36	7.01	6.12
平武县	1.17	0.57	11.66	5.74	7.49	3.69
江油市	4.34	1.14	39.00	10.22	29.97	7.85

2.3　绵阳市农业面源污染区域差异

2.3.1　绵阳市营养污染物区域分布特点　根据营养污染物 COD_{Cr}、TN、TP 耕地负荷系数 K,判断不同地区污染物对环境的影响。图 1 表明,对于 COD_{Cr}污染来说,其对北川县、江油市、游仙区、涪城区、三台县、盐亭县的环境构成严重威胁,对安县、梓潼县的环境构成威胁,对平武县的环境不构成威胁;对于 TN 污染来说,其对北川县、江油市、游仙区、涪城区、梓潼县、盐亭县的环境构成严重威胁,对三台县的环境构成威胁,对安县的环境稍有威胁,对平武县的环境不构成威胁;对于 TP 污染来说,其对江油市、涪城区、盐亭县的环境构成严重威胁,对北川县、游仙区、三台县的环境构成威胁,对安县、梓潼县的环境稍有威胁,对平武县的环境不构成威胁。综上,COD_{Cr}、TN、TP 污染对江油市、涪城区、盐亭县的环境构成严重威胁,即该 3 个地区污染最严重;对平武县环境不构成威胁,即该地区污染最轻。

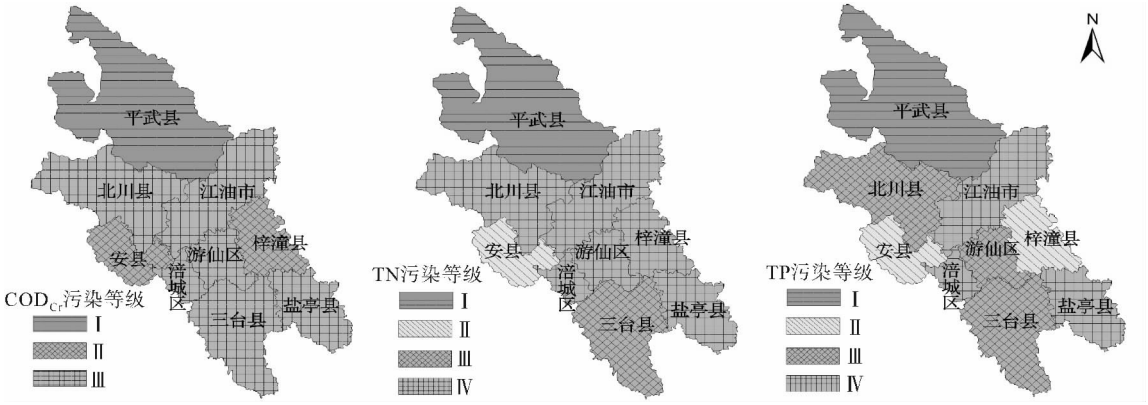


图 1　绵阳市各地区营养污染物空间分布

2.3.2　绵阳市农业面源污染的空间差异　选取农药、农膜、农作物秸秆、农村生活垃圾耕地负荷以及畜禽粪尿、化肥、农村生活营养污染物耕地负荷 7 个指标,利用软件 SPSS 19.0 对绵阳市下辖 9 个地区的农业面源污染进行聚类分析(图 2、表 8)发现,根据农业面源污染情况,绵阳市下辖的 9 个地区可分为 3 类:第 1 类地区包括江油市、游仙区、涪城区、三台县、盐亭县,该区域农业经济发达,农业人口多,种植业、农村生活、畜禽养殖污染均很严重,各指标的平均值均高于第 2、3 类地区,为重度污染地区;第 2 类地区包括北川县、安县、梓潼县,各指标均值均为中等,为中度污染地区;第 3 类地区为平武县,该县为盆地西北部山地县,地貌为山地,地域面积广,农业不发达,各指标平均值均较低,为轻度污染地区。

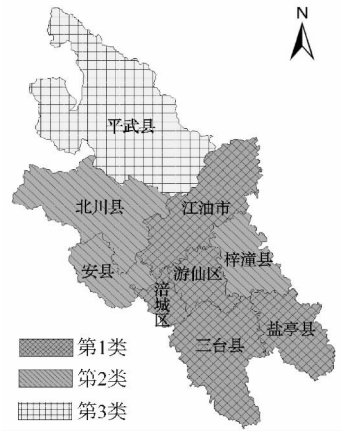


图 2　绵阳市各地区农业面源污染空间分布

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 8 聚类分析各类地区农业面源污染指标平均值

地区类别	农药耕地负荷/(kg/hm²)	农膜耕地负荷/(kg/hm²)	农作物秸秆耕地负荷/(t/hm²)	农村生活垃圾耕地负荷/(t/hm²)	营养污染物耕地负荷/(万 m³/hm²)		
					畜禽粪尿	化肥	农村生活
第 1 类	27.92	38.19	12.73	3.79	8.35	8.68	3.15
第 2 类	12.25	9.93	9.62	3.18	7.49	5.29	2.65
第 3 类	1.53	2.85	3.63	1.91	4.85	3.56	1.58

3 结论与讨论

本研究表明，2003－2011 年，农药、农膜、农作物秸秆污染总体日益严重。2003－2006 年，农药耕地负荷逐年增加；2009－2011 年，农药耕地负荷呈现下降趋势，但仍高于 2003－2005 年。可通过农药减量使用、农膜和农作物秸秆的回收利用等一系列措施减缓种植业的污染。农村生活垃圾耕地负荷总体呈现下降趋势，由于农业人口的减少，减缓了农村生活污染，但农村生活垃圾收集和处理措施仍需进一步完善。营养污染物主要来源于畜禽养殖业，其次是化肥和农村生活，且污染总体日益严重。畜禽养殖业发展迅速，除 2008 年受到汶川地震影响降低外，其营养污染物的排放量均逐年增加，应对畜禽养殖废弃物进行综合利用，减少流失。随着化肥施用量的增加，TN、TP 等标污染负荷增加。农村生活营养污染物的等标污染负荷呈现下降趋势。以 2011 年为例，绵阳市各地区的农业面源特征为涪城区的农药、农膜、农作物秸秆、农村生活垃圾污染总体最严重，其次是三台县和江油市；三台县营养污染物等标负荷最高，涪城区和盐亭县营养污染物耕地负荷较高。

营养污染物 COD_{Cr}、TN、TP 对环境的影响在绵阳市各地区间差异明显，对江油市、涪城区、盐亭县的环境构成严重威胁，该地区污染最严重；对平武县环境不构成威胁，该地区污染最轻。根据农业面源污染情况，绵阳市下辖 9 个地区分为 3 类，第 1 类地区包括江油市、游仙区、涪城区、三台县和盐亭县，该区域农业经济发达，农业人口多，污染严重；第 2 类地区包括北川县、安县、梓潼县，各指标均值均为中等；第 3 类地区为平武县，该县为盆地西北部山地县，农业不发达，污染较轻。根据不同区域的污染特征，采取适宜的措施，控制农业面源污染。

农业面源污染源分散，地区差异大，难以治理，影响绵阳市农业经济以及农业生态环境的可持续发展。根据各地区农业面源污染特征，通过多种措施相结合进行控制。改变农业生产方式，建立“畜－沼－粮(菜、果)”的循环农业模式，减少污染物的产生。将工程性措施(湿地工程、沼气工程)和非工程性措施(营养管理、耕作管理)相结合，通过政府资金、政策法规的支持，构建绵阳市农业面源污染控制体系。

参考文献：

[1] 张金恒，王军强，万玉，等. 青岛市农业面源污染评价研究[J]. 中国农学通报，2010，26(10)：276-280.
[2] 陈勇，冯永忠，杨改河. 陕西省农业非点源污染现状与区域特征研究[J]. 西北农林科技大学学报：自然科学版，2010，38(11)：75-83.
[3] 柴世伟，裴晓梅，张亚雷，等. 农业面源污染及其控制技术研究[J]. 水土保持学报，2006，20(6)：192-195.
[4] 仓恒瑾，许炼峰，李志安，等. 农业非点源污染控制中的最佳管理措施及其发展趋势[J]. 生态科学，2005，24(2)：173-177.
[5] 王晓辉，张之源，贾良清，等. 巢湖流域非点源 N·P 污染控制措施研究[J]. 安徽农业科学，2007，35(32)：10452-10453，10456.
[6] 李高明. 湖南农业面源污染中氮、磷损失的影响因素研究[D]. 长沙：湖南农业大学，2009.
[7] 顾卫兵，乔启成，花海蓉，等. 南通市农村生活垃圾现状调查与处理模式研究[J]. 江苏农业科学，2008(3)：283-286.
[8] 邵立明，何品晶，刘永德. 农村生活垃圾源头分流收集效果影响因素分析[J]. 农业环境科学学报，2007，6(1)：326-329.
[9] 张磊，裴国霞，张玉华. 华北平原地区农村生活污水产污特征研究[J]. 农业环境科学学报，2012，31(2)：410-415.
[10] 陈庆斌，苏亚勋，代娜，等. 畜禽养殖废水在硝化反应器内的硝化性能研究[J]. 天津农业科学，2011，17(3)：43-46.
[11] 陈康林，李江涛，钟晓兰，等. 广东省畜禽粪便时空变化特征及耕地负荷分析[J]. 安徽农业科学，2012，40(12)：7177-7181，7185.
[12] 冉江华，黄洁. 农业面源污染研究现状及发展趋势[J]. 山西农业科学，2009，37(3)：7-10.
[13] 王海燕，杜一新，梁碧元. 我国化肥使用现状与减轻农业面源污染的对策[J]. 现代农业科技，2007(20)：135-136.
[14] 代伟. 北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染测算及特征分析[J]. 河南农业科学，2013，42(2)：58-61.
[15] 张绍冰. 农业面源污染的来源及防治措施[J]. 现代农业科技，2007(8)：110-111.
[16] 陶梅，萨仁娜. 植被过滤带防治农业面源污染研究进展[J]. 山西农业科学，2012，40(1)：91-94.
[17] 丁晓雯，李薇，陈庆伟. 农业非点源污染模型研究现状与发展趋势[J]. 现代农业科技，2008(14)：261-262，265.
[18] 金春久，李环，蔡宇. 松花江流域面源污染调查方法初探[J]. 东北水利水电，2004，22(6)：54-55，60.
[19] 希尔扎提·巴依孜. 新疆昌吉州农业非点源污染综合评价及防治措施研究[D]. 西安：西北大学，2009.
[20] 姚桂蓉. 甘肃省农村面源污染现状分析及节能减排对策研究[D]. 兰州：甘肃农业大学，2009.
[21] 冉瑞平，李娟，魏晋. 丘区农村环境污染影响因素的实证分析——以四川省为例[J]. 农村经济，2011(4)：112-115.
[22] 高洁. 四川省农村生活污染防治规划研究[D]. 成都：西南交通大学，2009.
[23] 陈守越. 南通市农业面源污染负荷研究与综合评价[D]. 南京：南京农业大学，2011.
[24] 绵阳市统计局，国家统计局绵阳调查总队. 绵阳统计年鉴 2011[M]. 北京：中国统计出版社，2011.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net