

基于文献计量学的中国面源污染研究概况分析*

于 飞 施卫明[#]

(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),江苏 南京 210008)

摘要 了解中国面源污染研究的发展历程、研究现状、活跃机构、研究者、权威机构、研究热点,及研究成果承载的主要媒介等信息,利用中国学术期刊网络出版总库进行相关文献调研,从文献计量学角度对检索得到的文献进行统计分析。结果表明,中国面源污染研究文献大量出现是发生在2000年后;环境科学与资源利用是面源污染文献发文量最大的学科,但学科交叉发展的态势不容忽视;西安理工大学的李怀恩及李家科团队、首都师范大学的王晓燕团队、中国科学院生态环境研究中心的尹澄清和单保庆团队、中国科学院南京土壤研究所的杨林章和施卫明团队及北京师范大学的沈珍瑶和刘瑞民团队等为中国面源污染研究做出了重要的贡献;中国科学院生态环境研究中心、中国科学院南京土壤研究所、西安理工大学、清华大学、浙江大学、北京师范大学、南京大学等机构,不但面源污染总文献发文量较多,且高频被引论文也较多,总被引频次也较高,是中国面源污染研究的权威机构;目前中国面源污染研究的热点集中在农村/农业面源污染发生(来源、影响因素)、量化(负荷量的估算)等方面,面源污染的系统防治对策研究还应加强。《环境科学》、《生态学报》、《环境科学学报》、《环境科学研究》、《中国农业科学》、《环境工程学报》、《农业环境保护》、《应用生态学报》、《地理科学》和《长江流域资源与环境》是高频被引面源污染论文发文量较多的期刊。

关键词 文献计量学 面源污染 发展历程 研究机构 研究内容

Non-point source pollution research in China based on bibliometrics YU Fei, SHI Weiming. (State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing Jiangsu 210008)

Abstract: In order to understand the development process and status quo, the active institutions and researchers, the authorities and hotspots, and the main medium of non-point source pollution research in China, the literatures from China Academic Journal Network Publishing Database were analyzed using bibliometrics method. The results showed that: the amount of the literatures on non-point source pollution increased dramatically since 2000; the literatures published on the subject of environmental science and resource utilization were most, and non-point source pollution research was an interdisciplinary field; group of LI Huaen and LI Jiak of Xi'an University of Technology, group of WANG Xiaoyan of Capital Normal University, group of YIN Chengqing and SHAN Baoqing of Research Center for Eco-Environmental Sciences, CAS, group of YANG Linzhang and SHI Weiming of Institute of Soil Science, CAS, group of SHEN Zhenyao and LIU Ruimin of Beijing Normal University, et al made a significant contribution to the field; Research Center for Eco-Environmental Sciences, CAS, Institute of Soil Science, CAS, Xi'an University of Technology, Tsinghua University, Zhejiang University, Beijing Normal University, Nanjing University, et al are the important scientific research units; at present non-point source pollution research in China focus on rural/agricultural non-point source pollution, and its influence factors and load estimation, the countermeasures must be given more attentions; the journals such as Environment Science, Acta Ecologica Sinica, Acta Scientiae Circumstantiae, Research of Environmental Sciences, Scientia Agricultura Sinica, Chinese Journal of Environmental Engineering, Agro-Environmental Protection, Chinese Journal of Applied Ecology, Scientia Geographica Sinica, Resources and Environment in the Yangtze Basin, published more highly cited articles.

Keywords: bibliometrics; non-point source pollution; development process; research institute; research contents

进入21世纪我国水污染事件频发:2002年南盘江水污染事件,2003年三门峡“一库污水”事件,2004年沱江“3·2”特大水污染事故,2005年重庆綦

河水污染事件,2006年牛河水污染事件,2007年太湖水污染事件等^[1]。水污染正使人们的日常生活遭受严重的威胁,水污染事件的不断升级使面源污染

第一作者:于飞,女,1979年生,博士研究生,主要从事农业面源污染研究。[#]通讯作者。

* 公益性行业(农业)科研专项课题(No. 201003014-1);国家科技支撑计划课题(No. 2012BAD15B03);国家科技重大专项课题(No. 2012ZX07101-004)。

研究得到普遍关注和重视。

通常所说的面源污染,即狭义的面源污染(或非点源污染)的实质就是水体的污染,但污染源进入水体的方式是广泛的、随机的,而没有固定的排放口。面源污染排放的特点决定了面源污染研究的复杂性、治理的困难性。根据美国、日本等国家的研究,即使在点源污染全面控制(达到零排放)之后,江河的水质达标率仅为 65%,湖泊的水质达标率为 42%,海域的水质达标率为 78%^[2]。张维理等^[3]报道,在我国水体污染严重的流域,农田、农村畜禽养殖和城乡结合部的生活排污是造成水体氮、磷富营养化的主要原因,其贡献率大大超过来自城市生活污水的点源污染和工业的点源污染。蒋鸿昆等^[4]研究表明,我国三湖(巢湖、滇池、太湖)的污染负荷中,来自农村面源的全氮、全磷和 COD 分别占 60%~70%、50%~60%和 30%~40%。《第一次全国污染源普查公报》显示,在我国主要污染物排放量中,农业面源(含禽畜养殖业、水产养殖业与种植业)排放的 COD、氮、磷等主要污染物质,已远超过工业与生活源,成为污染源之首,其中 COD 排放量占总量的 46%以上,氮、磷占 50%以上^[5]。随着点源污染的不断治理,面源污染成为水体污染的主要因素。

中国学术期刊网络出版总库(简称 CAJD)是世界上最大的连续动态更新的中国学术期刊全文数据库。在实际的文献检索工作中,发现 CAJD 数据库检索得到的信息往往比其他数据库更丰富、更全面,而且该数据库能对检索得到的文献进行基本的文献计量学统计分析。因此,本研究利用 CAJD 数据库进行面源污染相关文献调研和文献计量学统计分析,以更清楚地了解我国面源污染研究的发展历程、研究现状、活跃机构、研究者、权威机构、研究热点,及研究成果承载的主要媒介等信息,以期为我国科技政策的制定提供决策依据,为相关领域的科学研究提供情报支持。

1 数据来源与研究方法

本研究数据来源于 CAJD 数据库,文献调研时间为 2013 年 5 月 27 日。检索我国面源污染文献的方法是:输入检索条件“主题”=“面源污染”或含“非点源污染”(精确),时间:不限,来源类别:全选,选择学科领域:全选。进行检索后,根据网页分组浏览提示:学科、发表年度、基金、研究层次、作者、机构,选择相应指标对文献进行计量学统计。同时,对检索结果进行被引频次降序排列,将被引频次前 100 位

的论文定义为高频被引论文,下载高频被引论文至 Excel 2003,统计分析高频被引论文第一作者单位、来源期刊、被引频次等信息。

2 结果分析与讨论

2.1 面源污染文献的时间分布

截至 2013 年 5 月 27 日在 CAJD 数据库中检索得到主题为“面源污染”或“非点源污染”文献 5 147 篇。其中,最早有关面源污染的文献发表于 1981 年,是汪晓沪^[6]撰写的《美国环境咨询委员会关于环境保护的年度报告摘要》,该文本并不是一篇严格意义的研究性论文。鲍全盛等^[7]认为,北京城市径流污染的研究及 20 世纪 80 年代初的全国湖泊、水库富营养化调查和河流水质规划研究,是我国面源污染研究的重要开端。图 1 显示了我国面源污染研究文献的时间分布。由图 1 可知,20 世纪 80 年代(1981—1989 年),我国面源污染文献发文量很少(1~12 篇),年均 6.1 篇;进入 90 年代(1990—1999 年),我国面源污染文献发文量稍有增加(9~38 篇),年均 24.4 篇;2000 年后,我国面源污染文献发文量急速增加,2000 年的发文量为 56 篇,2012 年的发文量激增为 644 篇,增加了 10.5 倍。我国面源污染文献的急速增加与近年来我国频发的水污染事件密切相关,表明水体的面源污染越来越引起更多的关注。

2.2 面源污染文献的学科分布

表 1 是 CAJD 数据库显示的我国面源污染文献分布的前 40 位学科。数据显示,我国面源污染研究横跨众多学科。其中,环境科学与资源利用、农业基础科学、农业工程、农艺学、农业经济、水利水电工程、农作物等学科面源污染文献发文量较大,是面源污染研究涉及较多的学科。面源污染的实质、来源及管理对策决定了它的学科方向。如面源污染的实质是水污染,与环境密切相关,因而在环境科学与资源利用学科发文量最大,为 3 870 篇,占总发文量的 75.2%。但是,随着科学技术的发展,学科间的渗透也越来越普遍和容易,因而面源污染的研究也呈现多学科交叉发展态势。

2.3 面源污染文献的机构分布

科研机构的论文产出数量可以从一个侧面反映该机构的科研实力及竞争力,也就是该机构在国内本专业的科研水平及所处层次的参考指标之一。就 CAJD 数据库显示的我国面源污染文献中文发文量前 40 位研究机构来看(见表 2),参与我国面源污染

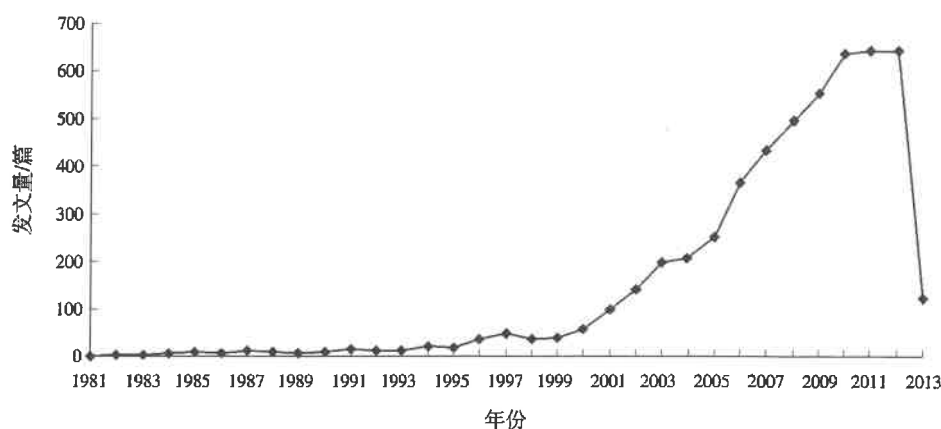


图1 我国面源污染研究文献时间分布

Fig. 1 Time distribution of the literatures on non-point source pollution in China

表1 我国面源污染研究文献的学科分布

Table 1 Subject category of the literatures on non-point source pollution in China

序号	学科	发文量/篇	序号	学科	发文量/篇
1	环境科学与资源利用	3 870	21	工业经济	22
2	农业基础科学	947	22	计算机软件及计算机应用	20
3	农业工程	657	23	新能源	16
4	农艺学	389	24	有机化工	16
5	农业经济	242	25	经济体制改革	16
6	水利水电工程	139	26	海洋学	15
7	农作物	112	27	经济理论与经济思想史	14
8	建筑科学与工程	81	28	自动化技术	12
9	生物学	57	29	财政与税收	12
10	宏观经济管理与可持续发展	56	30	预防医学与卫生学	11
11	地球物理学	54	31	工业通用技术及设备	10
12	资源科学	53	32	数学	9
13	园艺	43	33	人物传记	9
14	水产和渔业	42	34	法理、法史	6
15	自然地理和测绘学	41	35	电力工业	6
16	地质学	28	36	轻工业、手工业	4
17	畜牧与动物医学	27	37	中国政治与国际政治	4
18	行政法与地方法制	26	38	矿业工程	4
19	植物保护	26	39	出版	3
20	林业	23	40	市场研究与信息	3

研究的机构众多,但主要为高校和研究所,各研究机构面源污染文献发文量为24~129篇。北京师范大学面源污染文献发文量最多,为129篇;其次,河海大学、西安理工大学、中国科学院生态环境研究中心面源污染文献发文量也较多,大于100篇。表明这些机构是我国面源污染研究领域较为活跃的研究机构,其科研实力和竞争力值得关注。

2.4 面源污染文献的作者分布

根据文献调研,CAJD数据库统计的作者为署名作者,而不仅仅是第一作者,但发文量前40位的作者绝大部分均为面源污染领域的知名专家(教授或研究员)。表3中序号2、3均为作者“李怀恩,西安理工大学”,是CAJD数据库自动统计分组的结

果。究其原因,是因为两者所署名的下一级部门不同而致,实则两者为一人。序号21(谢德体,西南大学)和39(谢德体,西南农业大学)为同一人,出现在不同的分组是因为单位的合并改名所致,西南农业大学与西南师范大学于2005年合并成立西南大学。因此,面源污染中文文献署名最多的是西安理工大学的李怀恩(73篇),其次是首都师范大学的王晓燕(41篇)、中国科学院生态环境研究中心的尹澄清(28篇)、西安理工大学的李家科(26篇)、中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所的朱波(22篇)、西南大学的谢德体(22篇)、北京师范大学的沈珍瑶(21篇)、中国科学院南京土壤研究所的杨林章(19篇)、中国科学院生态环境研究中心的陈利顶

表 2 我国面源污染文献中文发文量前 40 位的研究机构¹⁾

Table 2 First forty research institutions publishing literatures in Chinese on non-point source pollution in China

序号	机构	发文量/篇	序号	机构	发文量/篇
1	北京师范大学	129	21	西北农林科技大学	44
2	河海大学	119	22	北京林业大学	38
3	西安理工大学	107	23	云南省环境科学研究院	38
4	中国科学院生态环境研究中心	103	24	中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所	37
5	武汉大学	88	25	上海市环境科学研究院	35
6	中国科学院研究生院	88	26	华中农业大学	35
7	清华大学	83	27	重庆大学	35
8	浙江大学	78	28	南昌大学	30
9	中国科学院南京土壤研究所	73	29	吉林大学	29
10	南京大学	73	30	厦门大学	27
11	中国科学院地理科学与资源研究所	72	31	中国科学院东北地理与农业生态研究所	27
12	南京农业大学	66	32	长江水资源环境保护科学研究所	27
13	西南大学	66	33	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	26
14	华东师范大学	62	34	沈阳农业大学	25
15	北京大学	55	35	中国地质大学	25
16	中国科学院南京地理与湖泊研究所	54	36	西南农业大学	25
17	首都师范大学	52	37	中国农业部环境保护科研监测所	24
18	中国农业大学	51	38	南京林业大学	24
19	同济大学	50	39	湖南农业大学	24
20	国家环境保护总局中国环境科学研究院	48	40	广东省科学院广东省生态环境与土壤研究所	24

注:¹⁾以发文量降序排列,表 3 同。

表 3 我国面源污染中文文献发文量前 40 位的作者

Table 3 First forty authors publishing literatures in Chinese on non-point source pollution in China

序号	作者及单位	发文量/篇	序号	作者及单位	发文量/篇
1	王晓燕,首都师范大学	41	21	谢德体,西南大学	12
2	李怀恩,西安理工大学	39	22	张乃明,云南农业大学	12
3	李怀恩,西安理工大学	34	23	杨桂山,中国科学院南京地理与湖泊研究所	12
4	尹澄清,中国科学院生态环境研究中心	28	24	苏保林,北京师范大学	11
5	李家科,西安理工大学	26	25	段淑怀,北京市水土保持工作站	11
6	朱波,中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所	22	26	阎百兴,中国科学院东北地理与农业生态研究所	11
7	沈珍瑶,北京师范大学	21	27	郝芳华,北京师范大学	11
8	杨林章,中国科学院南京土壤研究所	19	28	程声通,清华大学	11
9	陈利顶,中国科学院生态环境研究中心	19	29	王学军,北京大学	11
10	傅伯杰,北京大学	17	30	倪喜云,云南省大理市农业环境保护监测站	11
11	洪华生,厦门大学	17	31	李强坤,黄河水利委员会黄河水利科学研究院	11
12	单保庆,中国科学院生态环境研究中心	17	32	施卫明,中国科学院南京土壤研究所	11
13	李田,同济大学	15	33	李俊奇,北京建筑工程学院	10
14	刘瑞民,北京师范大学	15	34	叶阔,长江水资源环境保护科学研究所	10
15	李恒鹏,中国科学院南京地理与湖泊研究所	14	35	陆根法,南京大学	10
16	马友华,安徽农业大学	14	36	王桂苓,安徽农业大学	10
17	唐浩,上海市环境科学研究院	13	37	陈吉宁,清华大学	10
18	许世远,华东师范大学	13	38	杨正礼,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所	10
19	车伍,北京建筑工程学院	13	39	谢德体,西南农业大学	10
20	黄沈发,上海市环境科学研究院	12	40	吴志峰,广东省科学院广东省生态环境与土壤研究所	10

(19 篇)、北京大学的傅伯杰(17 篇)等。说明他们及其所在的团队是面源污染研究的活跃力量。

从表 3 还可以发现,发文量前 40 位的高产出作者中,中国科学院生态环境研究中心有 3 位(尹澄清,陈利顶,单保庆),北京师范大学有 3 位(沈珍瑶,

苏保林,刘瑞民),西安理工大学有 2 位(李怀恩,李家科),中国科学院南京土壤研究所所有 2 位(杨林章,施卫明),北京大学有 2 位(傅伯杰,王学军),中国科学院南京地理与湖泊研究所所有 2 位(李恒鹏,杨桂山),上海市环境科学研究院有 2 位(唐浩,黄沈发)。

借助 CAJD 数据库,对作者及其论文进一步分析,发现如果将同一单位互有论文合作的个人之间定义为一个研究团队的话,中国科学院生态环境研究中心的尹澄清和单保庆为同一研究团队,合作论文 13 篇,整个团队发文量应为 32 篇,而陈利顶与前两者无论文合作,则为另一团队的核心,发文量 19 篇;北京师范大学的沈珍瑶和刘瑞民为同一研究团队,合作论文 10 篇,整个团队发文量 26 篇,而苏保林与前两者无论文合作,则为另一团队的核心,发文量 11 篇;西安理工大学的李怀恩和李家科为同一研究团队,合作论文 26 篇,整个团队发文量 73 篇;中国科学院南京土壤研究所杨林章和施卫明为同一研究团队,合作论文 3 篇,整个团队发文量 27 篇;北京大学的傅伯杰和王学军没有论文合作,属于各自团队的核心,发文量分别为 17、11 篇;中国科学院南京地理与湖泊研究所的李恒鹏和杨桂山为同一研究团队,合作论文 6 篇,整个团队发文量 20 篇;上海市环境科学研究院唐浩和黄沈发为同一研究团队,合作论文 6 篇,整个团队发文量 19 篇。由此,对我国面源污染研究做出重大贡献的研究团队应该是西安理工大学的李怀恩及李家科团队(73 篇)、首都师范大学的王晓燕团队(41 篇)、中国科学院生态环境研究中心的尹澄清和单保庆团队(32 篇)、中国科学院南京土壤研究所的杨林章和施卫明团队(27 篇)及北京师范大学的沈珍瑶和刘瑞民团队(26 篇)等。

2.5 高频被引论文的第一作者单位分析

在文献计量学中,被引频次是指以一定数量的统计源(来源期刊)为基础而统计的特定对象被来源期刊所引用的总次数。该指标可以客观地说明该论文或期刊总体被使用和受重视的程度,以及在学术交流中的作用和地位^[8]。对高频被引论文的第一作者单位发文量及总被引频次、篇均被引频次进行分析,有助于了解该领域具有突出成果的研究机构。本研究 100 篇高频被引论文第一作者单位有 39 个,高频被引论文发文量 ≥ 2 篇的第一作者单位 20 个,中国科学院生态环境研究中心发文量最多,为 11 篇,其次,中国科学院南京土壤研究所 9 篇,西安理工大学和清华大学 6 篇,浙江大学、北京师范大学和南京大学 5 篇,中国科学院长春地理研究所和中国环境科学研究院 4 篇,中国农业科学院和中国农业大学 3 篇,北京建筑工程学院、华东师范大学、中国科学院沈阳应用生态研究所、水利部、河海大学、安徽师范大学、华中农业大学、中国科学院南京地理与湖泊研究所 2 篇(见表 4)。高频被引论文总被引频次与高频被引

论文发文量密切相关,一般高频被引论文发文量越多,总被引频次也越高,如中国科学院生态环境研究中心、中国科学院南京土壤研究所等发文量较多,总被引频次也较高。说明中国科学院生态环境研究中心、中国农业科学院、中国科学院南京土壤研究所、浙江大学、西安理工大学、清华大学、北京师范大学等机构发表文章得到了较多的关注,一定程度上成为面源污染研究的导向。综合表 2 和表 4 排名前 10 位的研究机构可以看出,中国科学院生态环境研究中心、中国科学院南京土壤研究所、西安理工大学、清华大学、浙江大学、北京师范大学、南京大学不但总发文量较多,且高频被引论文也较多,总被引频次也较高,是我国面源污染研究的权威机构。

表 4 数据还显示,100 篇高频被引论文篇均被引频次为 88.0~571.0 次/篇,相差极大;第一作者单位为美国西密歇根大学、中国农业科学院的面源污染论文篇均被引频次相当突出,分别为 571.0、414.3 次/篇。究其原因,这几篇论文均为该领域专家发表的较早综述/专论类论文。一般认为,综述能系统反映国内外某一专题的研究概况和发展趋势,帮助读者了解最新研究动态,对于启发思路具有导向作用,因而被较多地引用^[9],越早发表的论文越容易获得较高的被引次数^[10]。

2.6 高频被引论文的研究内容分析

本研究调研的 100 篇高频被引论文包含综述论文 55 篇,其中与城市面源污染直接相关的 2 篇,与农业面源污染直接相关的 27 篇,综合性面源污染论文 13 篇,其余较少直接涉及面源污染内容的相关性综述 13 篇。数据表明,综述一般具有较高的引用频次,而更容易进入高频被引论文。但是综述论文的全面性和系统性反过来使得研究领域的侧重点反映不够突出。综述论文数量的统计说明农业面源污染的关注度高于城市面源污染,但是这些农业面源污染综述论文普遍介绍的是国家或地区农业面源污染的现状、发展趋势及可能性的对策,而研究的热点、难点问题不够明确。研究性论文则相反。因此,本研究对 100 篇高频被引论文中的 39 篇研究性论文(另有 6 篇是土壤基本性质的研究性论文,讨论的是面源污染风险,不直接和面源污染相关,因此不予统计)进行研究内容分析。

根据面源污染发生区域和发生过程的特点,面源污染可分为城市和农村面源污染两大类。城市面源污染主要是指地表的污染物和沉积在下水管网的污染物在降雨的淋浴和冲刷作用下,通过径流进入

表 4 高频被引中文论文第一作者单位分析¹⁾
Table 4 Institutions of first authors of highly cited papers in China

序号	单位	发文量/篇	总被引频次/次	篇均被引频次/(次·篇 ⁻¹)
1	中国科学院生态环境研究中心	11	2 204	200.4
2	中国农业科学院	3	1 243	414.3
3	中国科学院南京土壤研究所	9	1 197	133.0
4	浙江大学	5	883	176.6
5	西安理工大学	6	838	139.7
6	清华大学	6	725	120.8
7	北京师范大学	5	725	145.0
8	中国科学院长春地理研究所	4	648	162.0
9	南京大学	5	625	125.0
10	中国环境科学研究院	4	593	148.3
11	美国西密歇根大学	1	571	571.0
12	中国农业大学	3	540	180.0
13	首都师范大学	4	404	101.0
14	北京建筑工程学院	2	383	191.5
15	华东师范大学	2	283	141.5
16	中国科学院沈阳应用生态研究所	2	271	135.5
17	北京市环境保护监测中心	1	267	267.0
18	水利部	2	251	125.5
19	河海大学	2	245	122.5
20	安徽师范大学	2	229	114.5
21	上海农学院	1	193	193.0
22	安徽农业大学	1	193	193.0
23	华中农业大学	2	191	95.5
24	北京大学	1	183	183.0
25	中国科学院南京地理与湖泊研究所	2	176	88.0
26	天津市环境保护科学研究所	1	137	137.0
27	广东省生态环境与土壤研究所	1	131	131.0
28	华北水利水电学院	1	129	129.0
29	同济大学	1	128	128.0
30	西南农业大学	1	126	126.0
31	西安公路交通大学	1	116	116.0
32	水电部南京水文水资源研究所	1	116	116.0
33	中国人民大学	1	109	109.0
34	青岛海洋大学	1	106	106.0
35	中国灌溉排水发展中心	1	104	104.0
36	中国科学院成都山地灾害与环境研究所	1	102	102.0
37	中国科学院亚热带农业生态研究所	1	100	100.0
38	国家环境保护总局南京环境科学研究所	1	99	99.0
39	北京市环境保护科学研究院	1	85	85.0

注:¹⁾以总被引频次降序排列。

受纳水体而引起的水体污染。农村面源污染包括农业生产和农村生活引起的面源污染,前者主要指在农业生产活动(种植业、养殖业)中,农田、池塘、养殖场等的泥沙、营养盐、农药及其他污染物在降水、灌溉、排水等过程中,通过地表径流、壤中流和地下渗漏进入水体而形成的污染;后者主要指农村生活污水排放、固体废弃物堆放和村镇地表径流引起的污染^[11-13]。参照面源污染的发生、分类,将 39 篇高频被引论文研究内容统计如表 5 所示。

由表 5 数据可知,100 篇高频被引论文中,农村/

农业面源污染研究性论文 22 篇,城市面源污染研究性论文 4 篇,农村/生活污水面源污染研究性论文 1 篇,综合性面源污染研究性论文 11 篇。可见,我国对农村/农业面源污染的研究力度是大于城市面源污染的。这一方面可能因为城市面源污染发生相对简单,由于城市地表的特殊性,降雨径流无下渗等过程,因而较易模拟和评价^[14],而农村/农业面源污染来源复杂,如来自农田、畜禽养殖、水产养殖等,进而防控也复杂,因而吸引了较多的关注;另一方面可能因为在点源污染逐步得到控制后,农村面源污

表 5 高频被引论文研究内容¹⁾
Table 5 Research contents of highly cited papers

序号	题名	污染类型	影响因素	发生过程	污染物	负荷估算方法	管理对策
1	城市路面径流污染的调查	城市		径流	氮,磷,COD,BOD		
2	北京城区雨水径流水质及其主要影响因素	城市		径流	COD,SS		
3	城市径流污染系统分析	城市		径流	氮,磷,BOD ₅	降雨-径流-地表冲刷-受纳水体系统数学模型化	
4	苏州水网城市暴雨径流污染的研究	城市		径流	有机污染物	径流量-污染负荷模型	
5	二元社会结构的再生产——中国农村面源污染的社会学分析	农村/农业	社会学				
6	上海市郊区非点源污染综合调查评价	农村/农业			氮,磷,COD	排污系数	
7	密云水库小流域土地利用方式与氮磷流失规律	农村/农业	土地利用	径流			
8	异质景观中非点源污染动态变化比较研究	农村/农业	土地利用		氮		
9	杭嘉湖水网平原农业非点源污染的综合调查和评价	农村/农业		地表径流			
10	基于 GIS 的汉江中下游农业面源氮磷负荷研究	农村/农业		径流	氮,磷	SCS 模型	
11	三峡库区典型小流域氮磷流失特征	农村/农业		径流	氮,磷	径流量与氮、磷排放负荷回归方程	
12	典型流域土地利用/覆被变化及对水质的影响——以太湖上游浙江西苕溪流域为例	农村/农业	土地利用		氮,磷,BOD ₅		
13	巢湖流域不同土地利用类型地表径流污染特征研究	农村/农业	土地利用	径流			
14	丘陵地区流域土地利用对氮素径流输出的影响	农村/农业	土地利用	径流	氮	径流量-污染负荷模型	
15	磷氮在水田湿地中的迁移转化及径流流失过程	农村/农业		径流	氮,磷		湿地
16	农田非点源污染研究中的降雨径流关系——SCS 法的修正	农村/农业		径流		SCS 模型	
17	GIS 支持下三峡库区典型小流域土壤养分流失量预测	农村/农业	施肥	径流	氮,磷	水土流失模型	
18	提高水稻氮肥利用率、控制氮肥污染的新途径-SSNM	农村/农业	施肥		氮		源头减量
19	苏南太湖水系农业面源污染及其控制对策研究	农村/农业	降雨、灌溉	径流、渗漏	氮,磷		
20	土地利用结构对非点源污染的影响	农村/农业	土地利用		氮,磷,COD,BOD		
21	巢湖流域农业活动与非点源污染的初步研究	农村/农业	土地利用		氮,磷		
22	农民施肥行为及农业面源污染研究	农村/农业	施肥行为				
23	北京密云水库小流域非点源污染负荷估算	农村/农业	土地利用	径流	氮,磷	土壤流失方程和 SCS 模型	
24	农田径流非点源污染特征及负荷量化方法探讨	农村/农业		径流	氮,磷,BOD ₅ ,SS	径流量-污染负荷模型	
25	重庆市畜禽粪便年排放量的估算研究	农村/农业			氮、磷		
26	长江三角洲城郊畜禽粪便的污染负荷及其防治对策	农村/农业			氮,COD,BOD	流失率	
27	不同深度人工复合生态床处理农村生活污水的比较	农村/生活污水			氮,磷,COD		人工复合生态床
28	太湖地区湖、河和井水中氮污染状况的研究	综合			氮		
29	流域非点源污染的量化识别方法及其在桥水库流域的应用	综合					
30	非点源模型中的水文模拟——以 SWAT 模型在芦溪小流域的应用为例	综合	土地利用	径流		SWAT 模型	
31	基于 GIS 的潘家口水库面源污染负荷计算	综合			氮,磷	SWAT 模型	
32	水质水量相关法在非点源污染负荷估算中的应用	综合		径流	氮,磷	水质水量相关法	
33	非点源污染负荷的水文估算方法	综合		径流	氮,BOD	水文估算法	
34	改进的输出系数法在流域非点源污染负荷估算中的应用	综合	降雨		氮	输出系数模型	
35	流域非点源污染模型的建立与应用实例	综合				逆高斯分布瞬时单位线模型及流域产污过程模型	

续表 5 高频被引论文研究内容¹⁾
Table 5 Research contents of highly cited papers

序号	题名	污染类型	影响因素	发生过程	污染物	负荷估算方法	管理对策
36	密云水库非点源污染负荷评价研究	综合		径流	氮,磷,BOD,COD		
37	广东省东江流域典型小流域非点源 污染物流失规律研究	综合		径流	氮,磷,COD	降雨量-径流量、径流 量-污染负荷模型	
38	估算非点源污染负荷的平均浓度法及其应用	综合		径流	氮,磷,COD,BOD	平均浓度法	
39	复合植物床式人工湿地研究	综合			氮,COD		人工湿地

注:1) 污染类型为“综合”表示文章中未明确是城市面源污染还是农村面源污染,或因为测定及估算方法的原因,包含了城市面源污染和农村面源污染。

表 6 高频被引论文来源期刊分析¹⁾
Table 6 Journals of highly cited papers

序号	期刊	发文量 /篇	总被引频次 /次	序号	期刊	发文量 /篇	总被引频次 /次
1	环境科学	11	1 916	21	科技导报	1	195
2	生态学报	7	1 405	22	上海农业学报	1	193
3	中国农业科学	4	1 343	23	中国农学通报	1	193
4	环境科学学报	7	1 155	24	环境保护	2	187
5	环境工程学报(曾用名为环境污染治理 技术与设备,环境科学进展)	4	854	25	生态学杂志	1	181
6	农业环境科学学报(曾用名为农业环境保护)	4	700	26	土壤学报	1	181
7	应用生态学报	4	680	27	西安理工大学学报	2	174
8	地理科学	4	643	28	水利学报	1	153
9	环境科学研究	5	617	29	土壤侵蚀与水土保持学报	1	131
10	生态与农村环境学报(曾用名为农村生态环境)	3	504	30	重庆环境科学	1	128
11	长江流域资源与环境	4	482	31	农业工程学报	1	126
12	水土保持学报	3	407	32	中国给水排水	1	116
13	中国水利	3	366	33	社会学研究	1	109
14	给水排水	2	295	34	环境科学与技术	1	108
15	浙江大学学报(农业与生命科学版)	3	294	35	湖泊科学	1	104
16	水科学进展	2	292	36	水力发电学报	1	99
17	环境与可持续发展(曾用名为环境科学动态)	2	260	37	农业技术经济	1	96
18	土壤	3	260	38	城市环境与城市生态	1	91
19	水资源保护	2	246	39	首都师范大学学报(自然科学版)	1	84
20	中国环境科学	1	200	40	中国水土保持	1	81

注:1) 以总被引频次降序排列,括号内为期刊曾用名。

染问题日益突出,已成为目前水环境污染控制的重点和难点^{[15]1-8}。

表 5 数据还显示,高频被引的城市面源污染研究性论文主要针对地表径流中的氮、磷、COD、BOD 等进行了估算;农村/农业面源污染研究性论文讨论较多的是土地利用变化、施肥、降雨及灌溉等对面源污染的影响,主要考察的是径流引起的面源污染及主要污染物种类是氮、磷,对污染负荷进行估算的主要方法是排污系数、SCS 模型、径流量-污染负荷模型、土壤流失方程、流失率;综合性面源污染研究性论文主要利用各种模型对径流引起的氮、磷面源污染负荷进行了研究。39 篇高频被引论文仅 4 篇较系统地研究了防治面源污染的对策。这一方面是文献统计时间的限制,因为科技期刊论文的高被引用率一般是在论文发表后的 6~10 年^[16],另一方面也

说明在面源污染防治方面我国研究者还必须给予更多的关注。面源污染防治是面源污染研究的最终目标。目前我国科研工作者对面源污染防治,已经做出了有益的尝试。中国科学院南京土壤研究所杨林章研究团队在“十五”期间太湖地区面源污染研究中,针对我国农业面源污染防治提出了“减源-拦截-修复”的(3R)理论,并于 2011 年撰文发表^[17],2013 年杨林章等^{[15]1-8}对该理论进行了丰富和发展,提出了农村面源污染治理的“4R”理论与技术,即源头减量、过程阻断、养分再利用和生态修复技术,提出了农村面源污染治理的总体思路、相关技术集成与工程化应用框架,并在工程实践中取得了良好的效果。薛利红等^[18]通过文献调研及自己的研究实践,证明源头减量技术的可行性。源头减量可以通过减少肥料用量或减少排水量 2 种途径实现。源头减量(化

肥用量)不减产(作物产量)可实现经济效益和环境效益共赢。

2.7 高频被引论文的来源期刊分析

期刊是承载科研成果的载体。面源污染研究呈现多学科交叉发展态势。分析高频被引论文来源期刊有助于研究者高效查阅文献,掌握本领域研究进展、研究热点。由表6数据可以看出,面源污染高频被引论文来源广泛,100篇高频被引论文出自40种期刊。其中,高频被引论文发文量最多的期刊是《环境科学》,为11篇;其次《生态学报》、《环境科学学报》、《环境科学研究》、《中国农业科学》、《环境工程学报》、《农业环境保护》(现名《农业环境科学学报》)、《应用生态学报》、《地理科学》和《长江流域资源与环境》高频被引论文发文量也较多,分别为7、7、5、4、4、4、4、4、4篇。就高频被引论文来源期刊的总被引频次而言,据CAJD数据库统计,截至2013年5月27日,《环境科学》、《生态学报》、《中国农业科学》和《环境科学学报》具有较高的总被引频次,均高于1000次。

3 结论与展望

(1)从文献计量学看,我国面源污染的研究大致可划分过3个阶段:1981—1989年、1990—1999年、2000年后。

(2)环境科学与资源利用学科发文量最大,为3870篇,占总发文量的75.2%。

(3)西安理工大学的李怀恩及李家科团队、首都师范大学的王晓燕团队、中国科学院生态环境研究中心的尹澄清和单保庆团队、中国科学院南京土壤研究所的杨林章和施卫明团队及北京师范大学的沈珍瑶和刘瑞民团队等为我国面源污染研究做出了重要的贡献。

(4)中国科学院生态环境研究中心、中国科学院南京土壤研究所、西安理工大学、清华大学、浙江大学、北京师范大学、南京大学不但总发文量较多,且高频被引论文也较多,总被引频次也较高,是我国面源污染研究的权威机构。

(5)《环境科学》、《生态学报》、《环境科学学报》、《环境科学研究》、《中国农业科学》、《环境工程学报》、《农业环境保护》、《应用生态学报》、《地理科学》和《长江流域资源与环境》是高频被引面源污染论文发文量较多的期刊。

(6)目前我国面源污染研究的热点集中在农

村/农业面源污染发生(来源、影响因素)、量化(负荷量的估算)方面,面源污染系统防治对策的研究还应加强。

参考文献:

- [1] 丁莞歆. 中国水污染事件纪实[J]. 环境保护, 2007(14): 83-85.
- [2] 朱兆良, NORSE D, 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.
- [3] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008-1017.
- [4] 蒋鸿昆, 高海鹰, 张奇. 农业面源污染最佳管理措施(BMPs)在我国的应用[J]. 农业环境与发展, 2006, 23(4): 64-67.
- [5] 中华人民共和国环境保护部, 中华人民共和国国家统计局, 中华人民共和国农业部. 第一次全国污染源普查公报[R/OL]. (2013-07-11). http://www.stats.gov.cn/tjgb/qttjgb/qgqt-tjgb/t20100211_402621161.htm.
- [6] 汪晓沪. 美国环境咨询委员会关于环境保护的年度报告摘要[J]. 国外化工装备技术, 1981(2): 60.
- [7] 鲍全盛, 王华东. 我国水环境非点源污染研究与展望[J]. 地理科学, 1996(1): 66-71.
- [8] 韩维栋, 薛泰芬, 王丽珍. 挖掘高被引论文有利于提高科技期刊的学术影响力[J]. 中国科技期刊研究, 2010, 21(4): 514-518.
- [9] 姚玮华. 食品工业类核心期刊 2005—2010 年高被引论文研究[J]. 中国科技期刊研究, 2012, 23(4): 577-580.
- [10] 刘雪立, 徐刚珍, 方红玲, 等. 如何提高医学期刊的影响因子——从《眼科新进展》论文分类被引情况谈起[J]. 中国科技期刊研究, 2008, 19(4): 659-661.
- [11] SHAN Yanhong, YANG Linzhang, YAN Tingmei, et al. Downward movement of phosphorus in paddy soil installed in large-scale monolith lysimeters[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2005, 111(1/2/3/4): 270-278.
- [12] SHI Weiming, YAO J, YAN F. Vegetable cultivation under greenhouse conditions leads to rapid accumulation of nutrients, acidification and salinity of soils and groundwater contamination in South-Eastern China[J]. Nutrient Cycling and Agroecosystem, 2009, 83(1): 73-84.
- [13] YANG Linzhang, XIA L Z, ZHANG G L, et al. Nitrogen discharge from aquacultural ponds and the possible impact on water body[J]. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology, 2003, 71(4): 866-871.
- [14] 郑一, 王学军. 非点源污染研究的进展与展望[J]. 水科学进展, 2002, 13(1): 105-110.
- [15] 杨林章, 施卫明, 薛利红, 等. 农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践——总体思路与“4R”治理技术[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(1).
- [16] 聂兰英. 我国 11 种医学影像学核心期刊的高被引论文分析[J]. 中国科技期刊研究, 2011, 22(3): 377-380.
- [17] 吴永红, 胡正义, 杨林章. 农业面源污染控制工程的“减源-拦截-修复”(3R)理论与实践[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 1-6.
- [18] 薛利红, 杨林章, 施卫明, 等. 农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践——源头减量技术[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(5): 881-888.

编辑: 贺锋萍 (修改稿收到日期: 2013-12-27)

