

Research on the Spatial Distribution Characteristics of Livestock and Poultry Pollution

—A Case Study of Zhuxi County in Shiyan City

Tongwei Dai, Zhaohua Li, Yaqi Song

Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan Hubei
Email: 215324530@qq.com

Received: Mar. 19th, 2018; accepted: Apr. 11th, 2018; published: Apr. 18th, 2018

Abstract

Nowadays, agricultural non-point source pollution from livestock and poultry has become more prominent. Using the geographic information system (Arcgis), authors analyzed the poultry breeding situation and spatial distribution characteristics of pollution in Zhuxi County, which is a water conservation area in the Danjiangkou reservoir of the Central Line Project of South-to-North Water Diversion, in order to provide a reference indicator for livestock breeding development and pollution prevention in Zhuxi County. The results show that: the present situation of livestock and pollution in Zhuxi is from north to south, and from low to high altitude, presenting a decreasing trend of breeding density and pollution load; there is unreasonable spatial distribution, and pollution prevention and control measures are not perfect. Shuiping Town contributes the highest pollution load rate reaching 11.26%, the emission intensity of Chengguan Town even exceeds twice the level of the county average, and Xinzhou Town owns the greatest development potential among the residual farming potential towns.

Keywords

Livestock Industry Pollution, Breeding Density, Pollution Load, Emission Intensity, Breeding Bearing Capacity, Spatial Distribution

畜禽养殖污染空间分布特征研究

—以十堰市竹溪县为例

戴同威, 李兆华, 宋雅琦

湖北大学资源环境学院, 湖北 武汉

Email: 215324530@qq.com

收稿日期: 2018年3月19日; 录用日期: 2018年4月11日; 发布日期: 2018年4月18日

摘要

目前, 畜禽养殖产生的农业面源污染日渐凸显, 笔者采用地理信息系统(Arcgis)对南水北调中线工程丹江口水库的水源涵养区竹溪县的畜禽养殖现状和污染的空间分布特征进行了分析研究, 以期对竹溪县畜禽养殖发展及污染防控提供一定的参考指示作用。结果显示: 竹溪县畜禽养殖及污染现状基本呈现由北至南, 海拔从低至高, 养殖密度及污染负荷不断下降的趋势; 存在空间分布不合理, 污染防治措施不完善的问题。污染负荷最高的水坪镇综合贡献率达到了11.26%, 排放强度最高的城关镇水平甚至超过了全县平均水平的2倍; 剩余养殖潜力发展潜力最大的乡镇的是新州镇。

关键词

畜禽养殖污染, 养殖密度, 污染负荷, 排放强度, 养殖承载力, 空间分布

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人类社会的不断进步发展, 人们对于物质生活水平的要求也迅速提升, 对禽蛋肉制品的需求量也不断攀升, 促使畜禽养殖产业不断扩大, 随之而来的畜禽养殖污染物产生排放量也快速增加。畜牧业发展步伐的加速导致我国畜禽养殖规模化率快速提高, 现代化的集约型规模养殖方式导致了畜禽养殖业与种植业的完全脱离, 加之畜禽排放粪便的不合理处置, 使得畜禽养殖污染成为了我国农业面源污染的最主要来源, 甚至是整个环境污染的最主要来源。根据第一次全国污染源普查数据, 我国畜牧业污染排放的 COD、总氮和总磷的分别为 1268 万吨、102 万吨和 16 万吨, 分别占全国污染排放总量的 42%、22% 和 38% [1]。国家对畜禽养殖污染也越来越重视, 全国畜牧总站结合实际情况提出了种养结合模式、清洁回用模式、达标排放模式、集中处理模式等四种畜禽粪便资源化利用技术[2]。

目前, 关于畜禽养殖污染的研究主要分为三个层次: 养殖现状调查, 污染源头分析, 污染成因解析。例如包旭等以大庆市畜禽养殖污染及减排现状为例, 对污染产生的问题及成因进行了分析[3]; 程晓燕等通过走访调查的方式对建德市莲花镇规模化畜禽养殖面源污染进行了调查研究[4]; 孔祥才等运用 EKC 模型证实规模化养殖场与环境污染之前确实呈现“倒 U 型”关系, 同时结合养殖成本收益状况对养殖户的环境治理选择行为及影响因素进行了分析[5]。

据统计 2016 年十堰市畜禽养殖产业生产总值达 100.5 亿元, 生猪、牛、羊和家禽的出栏量分别达到 192.5 万头、13.5 万头、111.8 万头、2536 万只[6]。从总体上来看, 养殖规模不算太大, 但十堰市地处国家南水北调中线工程丹江口水库的关键地区, 其水质安全对于国家稳定和社会发展具有举足轻重的意义[7]。竹溪县是十堰辖区内的县级市, 位于鄂、陕、渝三省交界出, 南水北调中线工程核心水源区西南部, 是汉江上游堵河水系的源头地区, 随着南水北调中线工程正式通水, 如果竹溪县畜禽养殖污染得不到有效防治, 不仅对全县的生态环境会造成严重危害, 甚至还会对北方的供水安全及保障产生影响。

2. 研究区概况及数据来源

竹溪县位于大巴山脉东段北坡，十堰市西南部，为鄂西北的边陲。地处东经 109°29'~110°8'，北纬 31°32'~32°31'。县境南北长 104 公里，东西宽 51 公里。幅员面积 3310.52 km²，下辖 11 镇 4 乡。2016 年常住人口为 31.39 万人，城镇化率为 36.8%，农业人口为 19.84 万人，常用耕地面积为 45.58 万亩，地区生产总值达 72.81 亿元，其中畜禽养殖业生产总值为 13.44 亿元。

竹溪县是汉江最大支流堵河的源头(正源、西源)、国家南水北调中线工程水源区之一。竹溪县域内河流均属堵河水系，有大小河流 197 条，多年平均降水量 1089 mm，多年平均水资源为 22.5 亿 m³ [8]。

本次研究的所采用的数据资料来自于收集文献和实地调查。文献资料主要为《竹溪县统计年鉴》(2014~2016 年)以及环境局、畜牧局提供的有关数据资料，实地调查主要以现场勘探咨询为主。

3. 研究方法

3.1. 分析指标及计算方法

1) 畜禽养殖密度

畜禽养殖密度是值单位面积的土地畜禽养殖量，单位是头猪当量/km²。他能系统的反应整个区域内畜禽养殖的整体状态及各分区之间畜禽养殖数量分布的差异，对于研究区域内的总氮、总磷的综合流失量具有重要意义[9]。本次研究的畜禽基本单位为成年生猪当量，计算方法为先将研究区域内所有畜禽养殖量转化为生猪当量，再与区域国土面积相除。

2) 畜禽养殖污染负荷

目前国内外的畜禽养殖污染负荷的计算只能通过经验系数法进行计算，通过地区分布特征的畜禽粪尿产生量估算源强系数，即每次牲畜每日产生的污染负荷，在于畜禽养殖总量以及养殖天数相乘得到污染负荷。本次研究的畜禽养殖污染负荷量的计算根据《全国水环境容量技术指南》以及竹溪县的实地情况对相关系数进行取值[10]。

计算公式如下：

$$W_j = kc_j \sum n_i m_i$$

其中， W_j 为第 j 中污染物的负荷量， k 为污染物入河系数， c_i 为污染物排放系数， n_i 为第 i 种畜禽养殖数量， m_i 为转换系数。

选取的负荷污染物主要有 COD、氨氮、总氮和总磷，畜禽养殖污染物的入河系数 k 以 12% 计算；(参照经验系数估算，中南地区生猪畜禽养殖场育肥、干清粪)主要污染物排放系数 c_i 为：化学需氧量 50 g/头·天，氨氮 10 g/头·天，总氮 21.6 g/头·天，总磷 6.8 克/头·天；转换关系即 m_i 的取值情况如下：30 只蛋鸡相当于 1 头猪，60 只肉鸡相当于一头猪，3 只羊相当于一头猪，1 头牛相当于 5 头猪(本次调查资料由于肉鸡、蛋鸡没有明确分清养殖数量，转化系数取中间值 45)。

3) 畜禽养殖污染物排放强度

目前，虽然我国畜禽养殖规模化、专一化程度越来越高，但总体上来说大部分地区特别是贫困山区还是以农户散养模式为主，畜禽粪便的最终处理方向主要还是农田生态系统。污染物排放强度是指污染负荷与研究区耕地面积的比值，他能在一定程度上反映区域内污染物的排放状况和农业耕种活动消解转化畜禽粪便污染物的能力[11]。

4) 畜禽养殖承载容量

本次畜禽养殖承载容量的计算采用基于作物养分需求的单位农田载畜数量算法以 N、P₂O₅ 为标准，

根据作物养分需求量和畜禽粪便养分产量来确定单位农田地(有效耕地面积)承载的畜禽数量[12][13]。研究表明竹溪县每公顷农用地每年承载的生猪数量大致如下:大田类作物为 25~50 头,蔬菜类作物为 20~40 头,果茶类作物为 3~10 头。通过获取研究区农业用地耕种资料即可估算出畜禽养殖环境承载容量范围。

3.2. 分析方法

通过 Arcgis 软件将计算结果空间可视化,得出竹溪县各乡镇畜禽养殖密度、污染负荷、排放强度、承载容量及养殖潜力的分布情况,并分析上述指标在全县内的分布规律和不同区域间的差别与联系。

4. 结果与分析

4.1. 竹溪县畜禽养殖总量现状

2016 年竹溪县肉牛出栏量 336,430 头,存栏量 50,870 头;生猪出栏量 260,700 头,存栏量 169,800 头;肉羊出栏量 74,503 只,存栏量 70,612 只;禽类出栏量 1,094,600 羽,存栏量 1,535,300 羽。其中规模化养殖均不超过 5%,绝大多数还是个体农户散养方式。据调查农户散养畜禽粪污往往不能有效的进行处理,大多数直接通过冲刷,清扫等方式直接将粪污排放入水体,仅有极少的一部分通过简单的堆肥处理后转移到农田。

根据表 1 显示,从绝对数量上来说近三年来竹溪县畜禽养殖结构仅有生猪在 2016 年减少了约 20%,牛、羊和禽类近三年养殖总量基本保持不变。畜禽种类不同,养殖投入和持续时间也存在差异,污染物产生量也不同。为便于比较畜禽养殖变化趋势,现根据上述转换关系将其他主要畜禽数量转换为猪当量。2016 年竹溪县畜禽总养殖量为 95.9 万头猪当量,其中生猪占 44%,牛占 45%,羊占 5%,禽类占 6%。因此可以说竹溪县的养殖畜禽为生猪和肉牛为主,各占半边天。

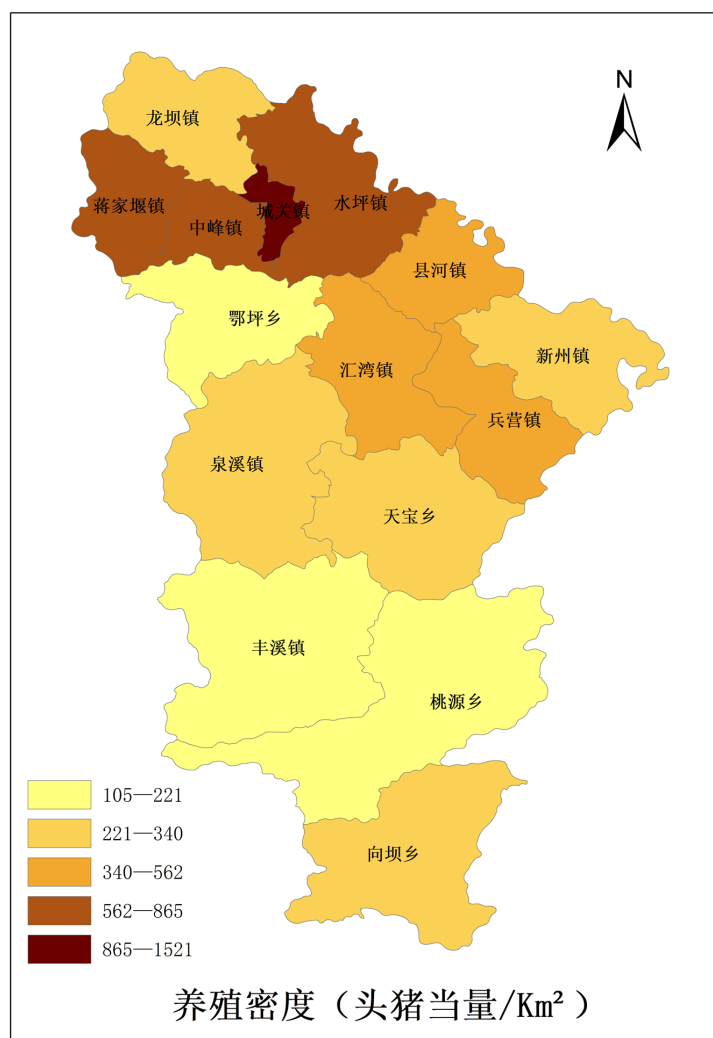
据不完全调查统计竹溪县共有规模养殖场(小区) 198 家,生猪 59 家,肉牛 33 家,肉羊 82 家,禽类 24 家。其中有 69 家没有任何清粪工艺,仅有 24 家有完备的干粪清理设备,其它都仅仅只是对粪污进行简单处理就直接排放至水体。普遍存在以下问题:1) 未落实干清粪制度,干清粪收集处理力度不足;2) 缺少雨污分流设施,雨污混流现象普遍;3) 干粪未按指定地点收集、处理;4) 未建立封闭的排污沟和污水分级处理沉淀池,存在明渠道输送污水现象,缺盖板;5) 沼气设施未能实现粪便资源化利用。

4.2. 畜禽养殖密度分布

计算结果表明:2016 年竹溪县畜禽养殖密度为 290 头猪当量/km²,低于十堰市的 324 头猪当量/km²,各乡镇中养殖密度最大的城关镇甚至达到了 1521 头猪当量/km²,达到了十堰市全市平均水平的 4~5 倍,竹溪县全县品均水平的 5~6 倍,其次是中峰镇为 865 头猪当量/km²。通过 Arcgis 软件,将数据导入地图文件中,使计算结果空间化,获得 2016 年竹溪县畜禽养殖密度空间分布图,见图 1。通过养殖密度空间分布图,可以发现竹溪县畜禽养殖密度呈现由北至南依次降低的现象。这与竹溪县地势高程有密切关系,竹溪县北部的蒋家堰镇、城关镇、水坪镇处于地势较低的低山丘陵地带,地势相对平坦,交通便利,林木覆盖率也相对较低,且这些乡镇的行政面积相对较小,属于全县人口相对密集的区域,农户养殖相对专一化,大多实行集约型养殖,主要的养殖品类为生猪、肉鸡,因而畜禽养殖密度较大,畜禽养殖污染面临严重风险;相反的位于竹溪县南部高中山地区的丰溪镇、桃源乡、向坝乡,平均海拔面积达到了 1500 米左右,林木覆盖率很高,行政面积相对较大,属于全县人口稀疏的贫困山区,农户养殖多采用山区自由放养模式,主要以食草类牲畜如本地山羊、勐巴黄牛等特色养殖为主,因此畜禽养殖密度较小,尽管该地区的养殖业生态化程度很高,但仍需要对养殖总量进行严格控制在环境承载力之内。

Table 1. Statistics of livestock and poultry breeding in Zhuxi County of 2014~2016**表 1.** 2014~2016 年竹溪县畜禽养殖情况统计

畜禽类别	2014 年		2015 年		2016 年	
	养殖总数	转换成生猪当量	养殖总数	转换成生猪当量	养殖总数	转换成生猪当量
牛	88,151	440,755	90,470	452,350	84,333	421,665
猪	577,946	577,946	555,867	555,867	430,500	430,500
羊	149,261	49,754	148,355	49,452	145,115	48,372
禽类	2,591,897	57,958	2,604,000	57,867	2,629,900	58,442

**Figure 1.** Density distribution of livestock and poultry in Zhuxi County**图 1.** 竹溪县畜禽养殖密度分布

4.3. 畜禽养殖污染负荷及分布

根据上文提出的公式计算竹溪县畜禽养殖污染负荷, 计算结果如表 2。

因此 2014 年至 2016 年竹溪县畜禽养殖污染负荷具有明显下降趋势, 但从总量来说直至 2016 年竹溪县畜禽污染仍十分严重。据统计 2013 年竹溪县工业源 COD 排放量为 1138.88 吨, 随着减排任务的不断

Table 2. Pollution load and emission intensity of livestock and poultry in Zhuxi County of 2014~2016
表 2. 2014~2016 年竹溪县畜禽养殖污染负荷及排放强度

污染物类别	2014 年		2015 年		2016 年	
	污染负荷(吨)	排放强度(kg/hm ²)	污染负荷(吨)	排放强度(kg/hm ²)	污染负荷(吨)	排放强度(kg/hm ²)
COD	2466.84	78.7	2443.02	76.05	2100.16	62.69
NH ₄ -N	493.37	15.7	488.60	15.21	420.03	12.54
TN	1065.68	34.0	1055.39	32.85	907.27	27.08
TP	335.49	10.7	332.25	10.34	285.62	8.53

达成, 2016 年的排放量肯定低于 1138.88 吨, 由此可以看出竹溪县畜禽养殖 COD 排放量达到了工业排放量的 2 倍左右。县政府对于全县畜禽养殖的污染总量控制必须做出足够重视, 而不仅仅只是对工业等点源污染进行严格控制, 提高全县畜牧业可持续发展水平。

利用公式计算出各乡镇畜禽养殖污染负荷以及排放强度, 结果如表 3 并将计算结果导入 Arcgis 数据中得到竹溪县畜禽养殖污染负荷空间分布图, 将调查结果以图片形式表现出来, 具体见图 2。

从总体排放数量来看, 竹溪县畜禽养殖污染负荷量最大的乡镇是水坪镇, COD 排放量达到了 228.81 吨, TN 排放量达到了 98.84 吨, TP 排放量达到了 31.12 吨, 综合贡献率达到了 11.26%, 其次是兵营镇和丰溪镇均 COD 排放量均达到了约 190 吨, 贡献率约为 9.4%, 负荷量最少的是林场及保护区, COD 排放量为 63.87 吨, 贡献率仅为 3.14%。其总体趋势还是随着地势的升高污染负荷不断下降, 从北至南污染负荷不断降低, 其中南部地区的丰溪镇和天宝乡可能由于人口密度相对较大, 畜禽养殖量相对较多, 污染负荷也随之升高。

竹溪县平均污染物排放强度为: COD 60.68 kg/hm²、总氮 26.21 kg/hm²、总磷 8.25 kg/hm²。北方低海拔丘陵区污染物排放强度基本稳定在全县平均水平以下, 南部高山地区的排放强度反而普遍较高, 这主要是由于辖区内耕地面积分布不均导致的, 北部地区虽然畜禽养殖负荷较高但耕地面积也多, 农业作物消解吸收畜禽粪便的能力更强, 反之南部地区虽然土地面积广阔, 但地处高海拔山区耕种条件不利, 养殖种类也以肉牛等高产污牲畜为主, 且养殖规模大, 排放强度反而较高, 对周边山区生态环境产生了巨大压力。COD 排放强度最大的是城关镇, 达到了 144.05 kg/hm², 远超过竹溪平均值 62.69 kg/hm², 这主要是由于城关镇处于全县行政及商务中心, 人口密集, 土地集约利用程度高, 耕地面积相对较少, 同时由于交通方便许多大型规模化养殖场都设立在周边。

4.4. 畜禽养殖承载力及养殖潜力

由表 4 可知, 采用最高系数计算时, 竹溪县环境承载容量为 3,898,030 头猪当量, 剩余承载比例为 76.19%, 全县乡镇中畜禽养殖承载容量最高的是水坪镇, 达到了约 50 万头猪当量, 同时 2016 年水坪镇的畜禽养殖规模最大, 养殖总量也达到了约 10 万头猪当量, 但剩余畜禽养殖环境承载容量 39.5 万头猪当量, 比例为 79.10%, 剩余畜禽养殖环境承载容量最高的是兵营镇, 达到了 86.39%, 最低的是城关镇为 50.56%。

采用最低系数计算时, 全县畜禽养殖环境承载容量为 1,599,168 头猪当量, 剩余承载比例为 41.95%, 此时承载容量最低的城关镇仅为 42,536 头猪当量, 已经低于 2016 年全镇的养殖总量, 其畜禽养殖产生的污染负荷已经超过了环境允许量。同时, 蒋家堰镇、兵营镇和丰溪镇的剩余环境承载比例也低于 25%, 对环境造成了严重威胁, 如果养殖规模继续保持或上升可能会对生态环境带来难以恢复的伤害。

Table 3. Distribution of pollution load and emission intensity of livestock and poultry in Zhuxi County of 2016
表 3. 2016 年竹溪县畜禽养殖污染负荷及排放强度分布情况

乡镇	耕地面积 (hm^2)	COD 负荷量 (吨)	COD 排放强度 (kg/hm^2)	TN 负荷量 (吨)	TN 排放强度 (kg/hm^2)	TP 负荷量 (吨)	TP 排放强度 (kg/hm^2)
蒋家堰镇	2903	167.31	57.63	72.28	24.90	22.75	7.84
中峰镇	2062	115.91	56.21	50.07	24.28	15.76	7.65
龙坝镇	1568	94.51	60.27	40.83	26.04	12.85	8.20
城关镇	733	105.59	144.05	45.62	62.23	14.36	19.59
县河镇	2247	103.87	46.23	44.87	19.97	14.13	6.29
水坪镇	4114	228.81	55.62	98.84	24.03	31.12	7.56
新州镇	3357	114.08	33.98	49.28	14.68	15.51	4.62
兵营镇	2377	190.11	79.98	82.13	34.55	25.85	10.88
鄂坪乡	1489	75.35	50.61	32.55	21.86	10.25	6.88
汇湾镇	2593	150.34	57.98	64.95	25.05	20.45	7.89
泉溪镇	1476	130.07	88.12	56.19	38.07	17.69	11.98
丰溪镇	1896	189.29	99.84	81.77	43.13	25.74	13.58
天宝乡	2865	148.33	51.77	64.08	22.37	20.17	7.04
桃源乡	1348	78.10	57.94	33.74	25.03	10.62	7.88
向坝乡	734	77.39	105.44	33.43	45.55	10.53	14.34
其他林场及保护区	1739	63.87	36.73	27.59	15.87	8.69	4.99

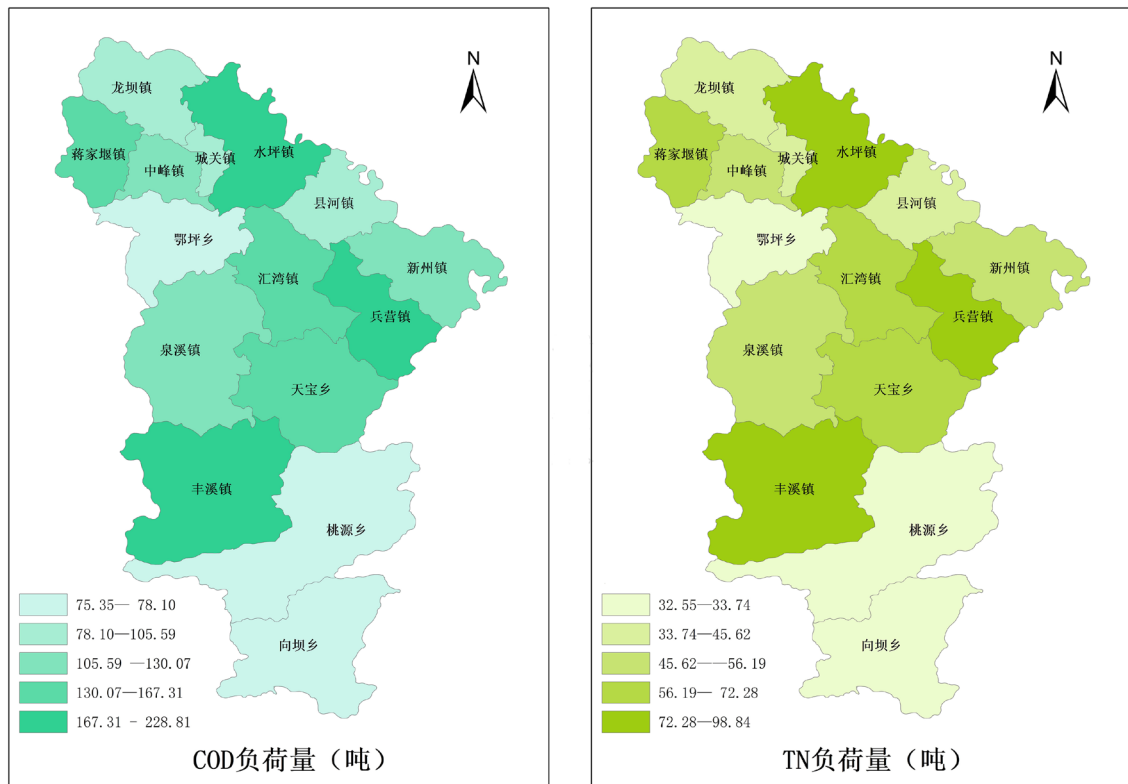


Figure 2. Spatial distribution of COD and ammonia nitrogen load in Zhuxi County of 2016
图 2. 2016 年竹溪县 COD、氨氮负荷空间分布

Table 4. The bearing capacity of livestock and poultry and the distribution of residual culture potential in Zhuxi County
表 4. 竹溪县畜禽养殖承载力及剩余养殖潜力分布情况

乡镇	最高理想承载量(头猪当量)	剩余承载比例	最低理想承载量(头猪当量)	剩余承载比例
竹溪县	3,898,030	75.40%	1,599,168	40.03%
蒋家堰镇	216,080	64.64%	88,975	14.13%
中峰镇	200,780	73.64%	82,439	35.80%
龙坝镇	226,500	80.95%	93,608	53.90%
城关镇	97,530	50.56%	42,536	-13.35%
县河镇	278,990	83.00%	113,301	58.14%
水坪镇	499,950	79.10%	201,304	48.10%
新州镇	382,810	86.39%	154,978	66.39%
兵营镇	282,430	69.26%	115,012	24.52%
鄂坪乡	185,480	81.45%	76,523	55.04%
汇湾镇	348,220	80.29%	137,713	50.15%
泉溪镇	199,470	70.23%	85,112	30.22%
丰溪镇	244,130	64.59%	101,948	15.22%
天宝乡	294,170	76.98%	122,410	44.67%
桃源乡	139,930	74.51%	58,524	39.06%
向坝乡	133,070	73.44%	56,321	37.26%
其他林场及保护区	168,490	82.69%	68,464	57.40%

4.5. 畜禽养殖污染防治面临的主要问题

1) 畜禽养殖粪便综合利用率偏低。目前，竹溪县已经完成了“禁养区、限养区、适养区”的三区划定，对于规模化畜禽养殖小区(场)污染防治做出了严格要求，截止至 2017 年县畜牧局携手环保局完成了全县“一场一策”调查研究，对于全县 198 家养殖小区养殖状况做出了合理评估并因地制宜的一一提出了防治对策，极大的降低了县域内规模化畜禽养殖污染风险。据不完全统计，全县规模化畜禽养殖粪便无害化处理率达到了 90%以上。但竹溪县规模化畜禽养殖比例相对较小，不到 10%。农户散养的畜禽粪便，由于农户自身物质条件和思想观念等因素限制，很少会进行严格的无害化处理，往往只是进行简单的处理或就地还田。综合来看，全县畜禽养殖粪便无害化综合利用率偏低。

2) 畜禽养殖布局、结构不合理。由前文可知竹溪县畜禽养殖主要呈现由北至南依次递减的趋势，各乡镇养殖量的分布不均匀，特别是人口密集的城关镇，畜禽养殖密度太大。生猪和肉牛养殖是竹溪县养殖比例占 90%左右，排放粪便量较多，对生态环境造成了严重危险，某些乡镇污染负荷甚至超过了承载容量。生猪和禽类养殖主要集中在南方地区，北方林地密集，林下经济发展潜力巨大，对于本地香猪、野猪、土鸡和三合乌鸡等禽类发展具有巨大潜力，但未充分发掘。

3) 农户个人思想观念落后，对于畜禽养殖环境保护没有正确概念意识。笔者通过与农户交谈发现，个体农户认为环境保护的主要责任在于环保机构和规模养殖户，农户自身对于畜禽养殖污染的认识程度仅仅局限于不能将粪污直接排放入水体，对于畜禽养殖粪污通过地表径流产生的农业面源污染基本不能理解。

5. 结论与建议

通过本次实地调查和资料统计，采用经验系数法和 Arcgis 软件全面的计算分析了竹溪县 2016 年畜禽

养殖结构和污染负荷分布现状, 得出以下主要结论: 竹溪县畜禽养殖污染与地区海拔高度、人口密度、交通状况以及水源地密切相关, 基本呈现以汇湾河为界, 汇湾河以北的蒋家堰镇、中峰镇等乡镇的污染状况远高于十堰市和竹溪县平均水平, 汇湾河以南的乡镇都基本低于十堰市和竹溪县的平均水平, 且呈现越往南方高海拔地区越低的趋势。同时, 基于 N、P₂O₅ 等农作物所需营养物质为基准计算得到的竹溪县畜禽养殖环境承载容量为 160~390 万头猪当量, 总体而言竹溪县畜禽养殖总量处于环境安全范围内, 具有一定的扩展潜力, 但其中部分乡镇如城关镇、蒋家堰镇的养殖总量过大, 对生态环境具有极大的威胁。

总而言之, 目前竹溪县畜禽养殖污染防治已刻不容缓。竹溪县政府应以整体规划和个体推动实施相结合的手段, 采取各种行之有效的措施, 优化养殖结构布局, 提高养殖户环保意识, 促进畜禽粪便减量化、无害化和资源化处理, 推动竹溪县畜禽养殖可持续发展。

基金项目

中央引导地方科技发展专项“秦巴山区农村生态脱贫科技特派员工作站”项目资助。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 第一次全国污染源普查公报[EB/OL]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/qtjgb/gqqtjgb/201002/t20100211_30641.html, 2010-02-11.
- [2] 全国畜牧总站. 畜禽粪便资源化利用技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.
- [3] 包旭, 宋坤. 大庆市畜禽养殖环境污染解决对策与研究[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(9): 101-104.
- [4] 陈晓燕, 王学渊, 赵连阁. 规模化畜禽养殖业的面源污染问题及治理对策分析——以浙江省建德市莲花镇为例[J]. 农村经济与科技, 2012, 23(9): 5-7.
- [5] 孔祥才. 畜禽养殖污染的经济分析及防控政策研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2017.
- [6] 彭勇, 余书栋, 李金元, 等. 湖北十堰市畜牧产业区域化发展趋势初探[J]. 养殖与饲料, 2017(6): 116-118.
- [7] 徐文佳, 李天宏, 贾振邦, 毛小琴. 十堰市非点源污染状况及其区域分布特征[J]. 北京大学学报, 2010, 46(4): 667-673.
- [8] 竹溪县人民政府. 十堰市竹溪县国家生态文明建设示范县规划(2015-2019) [Z]. 竹溪县人民政府, 2016.
- [9] 李昭阳, 张勇, 等. 规模化畜禽养殖污染的空间分布特征及减排潜力分析——基于吉林省松辽流域典型区[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(9): 17-20, 291-294.
- [10] 中国环境规划院. 全国水环境容量核定技术指南[R]. 北京: 中国环境规划院, 2003.
- [11] 冯倩, 刘聚涛, 付莎莎, 等. 江西省畜禽养殖粪便污染物产生量及其耕地负荷分析[J]. 安全与环境学报, 2007, 26(6): 2350-2357.
- [12] 潘瑜春, 孙超, 刘玉, 等. 基于土地消纳粪便能力的畜禽养殖承载力[J]. 农业工程学报, 2015, 31(4): 232-239.
- [13] 尚洪磊, 周婷婷, 高馨婷, 等. 基于农田畜禽承载力的县域养殖业环境管理研究——以寿光市为例[J]. 环境工程技术学报, 2015, 5(4): 299-305.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7540，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sd@hanspub.org