

蓟运河流域地表水质时空变化特征分析

陈利顶¹, 李俊然¹, 郭旭东¹, 傅伯杰¹, 李广清² (1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 天津市汉沽区环境监测站)

摘要: 通过对不同时段和不同监测点环境监测数据的对比分析, 研究蓟运河干流地表水质的时空变化特征。 结果发现, 在空间上, 蓟运河干流自上游至下游, 地表水质总体上表现为不断恶化的趋势; 在时间上, 除了 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度有增加的趋势外, 其它各项监测指标的浓度, 1998 年与 1995 年和 1990 年相比, 没有明显的变化。 分析影响蓟运河地表水质变化的原因主要为: 土地利用结构变化, 如耕地面积增加和林草面积减少; 城镇集中区大量工业废水和生活污水的排放。

关键词: 蓟运河; 地表水质; 时空变化; 土地利用

中图分类号: X522 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2000)06-04-0061

Temporal and Spatial Characteristics of Surface Water Quality in Jiyun River

Chen Liding¹, Li Junran¹, Guo Xudong¹, Fu Bojie¹, Li Guangqing² (1. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 2. Hangu Strict Environmental Monitoring Station of Tianjin, Tianjin)

Abstract: The temporal and spatial characteristics of surface water quality in Jiyun river are analyzed based on environmental measurement data. It was found that ground water quality of Jiyun river is deterioration from upper to lower part. Compared to the 1995 and 1990, there is no obvious change for most pollutants content except for the content of ammonia nitrogen. The reasons inducing the temporal and spatial change of surface water quality in Jiyun river are following: the land use change, such as increase of agricultural land and decrease of woodland or grassland, discharge of industry wastewater and domestic sewage.

Keywords: Jiyun River; surface water quality; temporal and spatial change; land use

随着对点源污染的控制和治理, 农业非点源污染逐渐成为水体污染和富营养化的主要原因^[1-6], 研究地表水质的时空变化特征及其原因对于控制水体污染具有重要意义。 蓟运河流域的水污染早在 70 年代末和 80 年代初期就引起了国家环保部门和环境科学家们的的高度重视, 并为此进行了大量研究^[7-12]。 随着蓟运河上游地区于桥水库的修建, 作为天津市工农业和生活用水的主要水源, 于桥水库的水质和富营养化问题得到人们的广泛重视^[13,14], 而对蓟运河干流水质的恶化相对有所忽视。 蓟运河是我国流入渤海湾较大的一条水系, 水质恶化将直接导致渤海湾水体水质恶化的富营养化, 其结果将对我国渤海湾的捕捞业和水产养殖产生较大影响。 本文利用蓟运河干流上环境监测点

不同时段的环境监测数据, 分析了水质的时空变化特征, 结合社会统计资料和土地利用现状, 分析了影响地表水质变化的基本原因。

1 研究地区

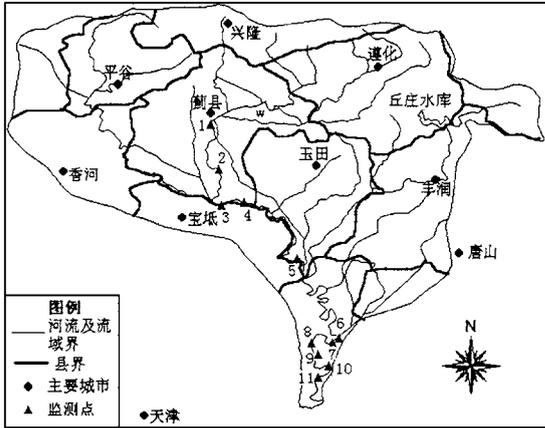
蓟运河水系位于河北省、北京市和天津市的辖区范围内, 在天津市蓟县汇集了洵河和州河 2 大支流后叫蓟运河, 全流域面积约 1.1 万 km^2 , 为我国北方较大的水系之一。 80 年代初期, 为了解决天津市工农业生产的用水问题, 在蓟运河的上游州河上修建了于桥水库, 通过从

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49831020)和面上项目(49971072)

作者简介: 陈利顶(1965~), 男, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为景观生态、环境遥感与生态环境评价。

收稿日期: 2000-01-19

滦河流域大黑汀水库调水来满足天津市工农业和生活用水需求.与此同时,在于桥水库和蓟运河河段上建立一系列的环境监测点,监测地表水质的动态变化.研究地区和环境监测点的位置见图1.



1. 于桥水库坝下 2. 杨津庄 3. 九王庄 4. 新安镇
5. 江洼口 6. 芦台镇 7. 南湖 8. 防潮闸
9. 船洁闸 10. 大田 11. 汉化 W. 于桥水库

图1 研究地区及其环境监测点位置

2 研究方法和资料来源

2.1 研究方法

主要收集了蓟运河流域现有不同时段的环境监测数据,通过利用数理统计和对比分析的方法,从时空两种尺度上研究了蓟运河流域地表水质的变化特征.同时结合社会统计资料和土地利用结构变化,分析时空变化的原因.

2.2 资料来源

环境监测数据主要来自天津市环境监测站在于桥水库以下的州河、沟河和蓟运河干流上布设的11个监测点(图1).监测数据包括1990年、1995年和1998年3个时段,每一年中收集了不同水位条件下(枯水期、丰水期和平水期)的环境监测数据.在分析过程中,利用一年中不同水位条件下水质监测数据的平均值作为分析的基础.监测项目包括pH、 COD_{Mn} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、磷酸盐和TSP.考虑到环境监测数据的系统性和完整性,在分析地表水质时空变化特征时,主要选用了监测数据比较完整

的 COD_{Mn} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 4项指标进行分析.

通过天津市统计年鉴获得蓟运河流域不同地区近几年来人口、化肥、农药的使用概况.利用1996~1997年的遥感影像,通过解译获得蓟运河流域土地利用现状图.在此基础上,分析蓟运河流域地表水质时空变化的原因.

3 结果分析与讨论

3.1 分析结果

图2显示了于桥水库以下蓟运河干流11个监测点3个不同年段各项污染指标的变化规律.从中可以看出以下基本特征:

(1)在空间上,除 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度以外,从蓟运河上游(于桥水库以下)向下,总体上,其它各项污染指标浓度的年平均值呈现出不断增加的趋势,说明蓟运河干流从上至下,地表水质恶化趋势在加强.其中尤以 COD_{Mn} 和 BOD_5 增强的趋势显著,但 COD_{Mn} 的变化幅度明显较 BOD_5 大. $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度除了在监测点5出现异常偏高外,其它监测点各年的平均值从上游至下游表现出明显的增强趋势.对于 $\text{NO}_3\text{-N}$ 来说,其空间变化趋势不太明显,但总体上,表现为在蓟运河干流上游,3个年段硝态氮的浓度普遍较大,中部地区出现下降,但至下游又略有回升.

(2)在年度变化上,1998年与1990年和1995年相比,除了 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度略有上升以外,其它各项污染指标的浓度,总体上没有明显变化,但在个别监测点上浓度变化较大.

(3)与国家地表水质标准相比,蓟运河流域干流主要表现为 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 BOD_5 污染.无论在那个年段,几乎所有监测点 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度均超出了国家规定的地面水质V级标准; BOD_5 在3个年段,均有较多监测点的浓度超出了国家地面水的V级标准. COD_{Mn} 在多数点可以达到国家地表水III或IV级标准;但在空间上,表现出从上游向下游明显增加的趋势,特别是位于汉沽区的监测点,其浓度均超出了地表水国家V级标准. $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度在大多数监测点可以达到国家地表水质的I级标准.

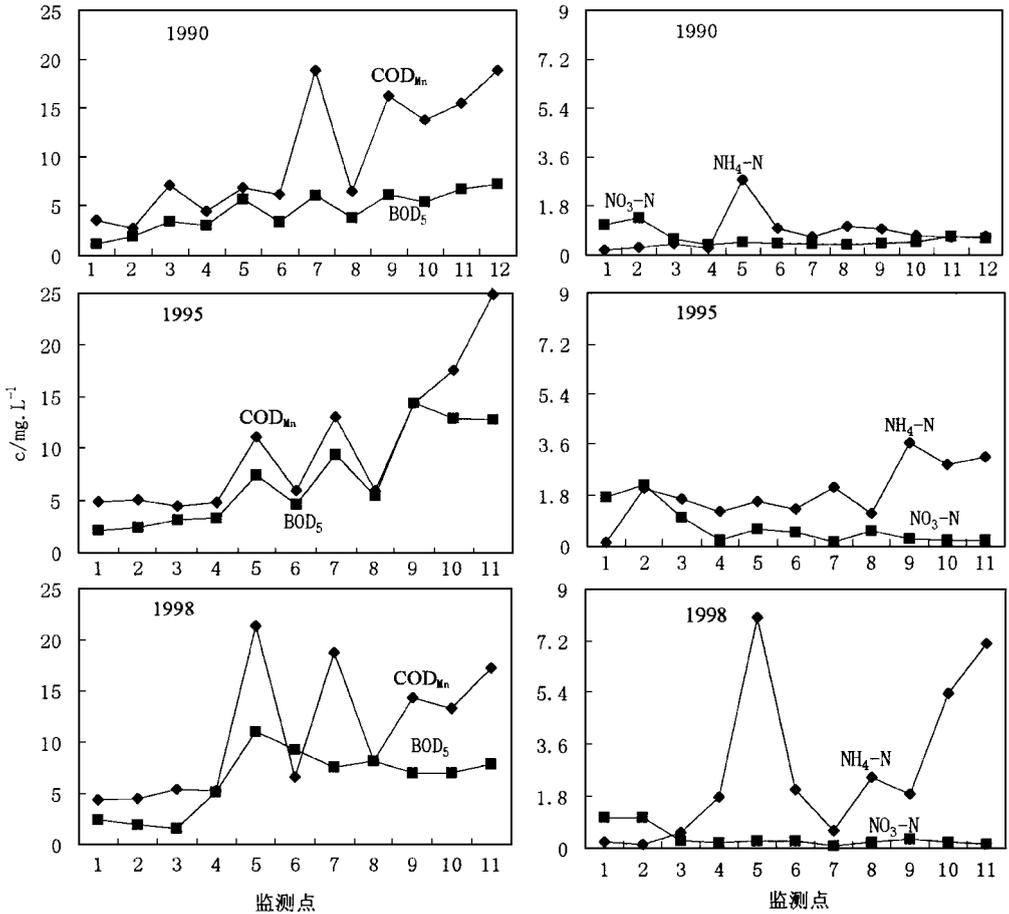


图 2 蓟运河流域地表水质空间变化规律

3.2 讨论

(1) 土地利用变化对地表水质的影响 表 1 给出了蓟运河流域干流主要县区土地利用结构的概况, 并根据地表水系和地表径流方向概略地分析了不同县区对各环境监测点的影响程度. 与图 1 比较, 除了宁河县由于靠近渤海湾, 耕地面积所占的百分比略有下降外(但水体面积百分比大), 从蓟运河上游至下游, 耕地所占的百分比基本为不断上升趋势, 而林地和草地面积的百分比则为下降趋势. 从一方面可以说明, 土地利用结构变化对地表水质的影响, 即随着耕地面积增加, 农业非点源污染负荷在加大, 导致区域地表水质下降, 特别是地表水中氨氮浓度的增加.

(2) 城镇工业、居住区对地表水质的影响 分析图 2 可知, 监测点 7 在 1995 年和 1998 年

的 COD_{Mn} 浓度均明显高于其上下两个相邻监测点; 监测点 9、10、11 在 3 个年段的 COD_{Mn} 和 BOD_5 的浓度均较高, 并且在 1995 年和 1998 年 2 个年段 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度高于其以上的监测点. 监测点 7 刚好位于宁河县芦台镇下游, 各项污染指标偏高的原因可能是受城镇工业和生活污水排放的影响而造成的. 监测点 9、10、11 位于天津市汉沽区, 随着人口增加和工业发展, 城镇地区排放的生活污水和工业污水明显增加, 由此导致各项污染指标浓度偏高.

(3) 进一步分析可知, 监测点 5 的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 浓度无论在那个年份均高于其上下相邻监测点, 并且在 1990 年和 1998 年显著偏高. 而对该点影响较大的地区主要为玉田县, 玉田县的人口密度、耕地面积所占百分比、单位耕地面积化肥施用量均是该地区较高的, 单位土地面积上

表 1 蓟运河流域主要县市土地利用面积统计/%

县区	总耕地	旱地	水田	林地	草地	城镇建筑用地	水体	未利用地	区域范围内的环境监测点	可能影响的环境监测点 ¹⁾
兴隆县	7.33	7.33		67.09	24.00	1.01	0.22	0.01		1
遵化市	36.4	35.71	0.69	42.8	11.5	8.36	0.03	0.07		1
蓟县	46.33	42.93	3.41	25.26	7.62	13.31	7.34	0.15	1; 2; 3; 4	1; 2+; 3+ +; 4
宝坻县	75.44	55	20.44	1.14	1.68	13.63	8.08	0.03	3; 4; 5	3-; 4-; 5-; 12
玉田县	70.57	62.51	8.06	9.22	0.12	19.66	0.43		5	5+ +
宁河县	54.38	42.77	11.6	0.82	5.23	8.83	30.34		6; 7; 8	6; 7+ +; 8+; 9
汉沽区	15.57	11.08	4.49			21.16		54.06 ²⁾	9; 10; 11	9-; 10+; 11+

1) 带“-”的监测点表示影响较小或无影响; 随着“+”号增多, 表示其对监测点污染物浓度的影响增强。

2) 汉沽区的水体主要指位于海滨的盐田和未利用地。

化肥施用量为该地区最高。许多研究发现, 因使用化肥和农药引起的农业非点源污染可以导致地表水质恶化^[1-3, 6], 由此可知, 较高比例的农业用地和化肥施用量是导致监测点 5 污染指标

表 2 蓟运河流域主要县市人口密度、耕地面积和化肥用量情况(1998)

地区	人口密度 /人·km ⁻²	国内生产总值 /万元·km ⁻²	单位耕地面积化肥 施用量/kg·hm ⁻²	单位土地上化肥 使用量/kg·hm ⁻²	农药施用量 /kg·hm ⁻²	粮食单产 /kg·hm ⁻²
兴隆县	97	46.70	472.14	34.61	/	5256
遵化市	452	485.39	543.14	197.70	/	5104
蓟县	493	316.61	493.77	228.76	2.90	6060
宝坻县	429	534.14	253.33	191.03	3.60	5800
玉田县	494	434	460.14	324.76	4.97	5196
宁河县	303	343.99	278.67	151.54	1.16	7210
汉沽区	593	388.67	239.32	37.26	4.79	6700

异常的主要原因。

4 结语

蓟运河的地表水质的变化直接影响到渤海湾的水质、富营养化和天津市的工农业和生活用水。本文通过利用蓟运河干流上收集的环境监测数据分析了地表水质的时空变化特征, 发现土地利用结构变化对该区地表水质有较大影响。主要表现为 2 个方面: ①耕地面积百分比的增加和林地、草地百分比的下降, 在一定程度上可以增加非点源污染负荷, 由此将导致地表水质恶化; ②城镇建设用地控制的地区, 地表水中的各项污染物浓度明显偏高; 主要原因是城镇地区集中了大量的工厂和居住区, 排放了大量的工业废水和生活污水, 对地表水质产生直接影响。

致谢: 野外采样中得到马克明博士、李耀和李金利先生的大力帮助; 资料收集得到天津市环境监测站秦保平站长和袁倩的大力支持, 在此一并表示感谢。

参考文献:

1 贺缠生等. 非点源污染管理及控制. 环境科学, 1998, 19

(5): 87~ 91.

- Line D E et al. Nonpoint sources pollution. Wat. Environ. Res., 1998, 70(4): 895~ 911.
- 鲍全盛等. 我国水环境非点源污染研究与展望. 地理科学, 1996, 16(1): 66~ 71.
- 杜桂森, 孟繁艳, 李学东等. 密云水库水质现状及发展趋势. 环境科学, 1999, 20(2): 110~ 112.
- 何萍, 王家骥. 非点源污染控制与管理研究现状、困境与挑战. 农业环境保护, 1999, 18(5): 234~ 237.
- 陈利顶, 傅伯杰. 农田生态系统管理与非点源污染. 环境科学, 2000, 21(2): 98~ 100.
- 林玉环, 康德梦, 刘静宜. 蓟运河下游底质中汞的迁移转化. 环境科学, 1984, 5(4): 9~ 14.
- 林玉环, 康德梦. 蓟运河下游含汞底泥水力迁移作用研究. 环境科学, 1984, 5(5): 25~ 29.
- 林玉环, 康德梦, 刘静宜. 蓟运河底泥中汞的形态分布. 环境化学, 1983, 2(6): 10~ 19.
- 中国科学院环境化学所农药组. 蓟运河有机氯农药残留分布研究. 环境科学, 1983, 4(1): 12~ 19.
- 彭安, 贾金平, 周移. 蓟运河底泥及其组成成分对甲基汞的吸附作用. 环境化学, 1987, 6(2): 22~ 31.
- 王淑琴, 孙思恩, 王相明, 彭安. 蓟运河水中有机污染物的分离鉴定. 环境科学, 1983, 4(4): 30~ 33.
- 王刚, 郭柏权. 于桥水库水体状况分析与污染防治对策. 城市环境与城市生态, 1999, 12(2): 27~ 28.
- 李万庆, 李金中, 吴雷等. 于桥水库网箱养鱼对水质影响分析. 城市环境与城市生态, 1999, 12(4): 33~ 35.