

上海某饮用水源地不同形态氮的时空分布研究

王 琳

(上海市环境监测中心, 上海 200030)

摘 要: 在 2010~2012 年进行的上海某水源地水质监测资料的基础上, 应用纳氏试剂分光光度法等分析方法研究该水源地 2011 年 1~10 月总氮、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮等不同形态的氮素在水体中的空间分布规律及时间变化规律。并就其氮的来源、迁移转化机理和对氮的迁移转化有较大影响的因素进行研究和分析, 得出该水库水体中各种形态氮以硝酸盐氮为主, 平均占总氮的 71.6%, 氨氮及亚硝酸盐氮各占总氮的 4.39% 及 0.95%; 水体中的温度、光照条件、溶解氧、点位位置分布、水深等是影响各氮形态含量与分布的重要环境因子。

关键词: 饮用水; 水源地; 不同形态氮; 时空分布

中图分类号: X832

文献标志码: A

Research of Temporal and Spatial Distribution of Nitrogen in Different Forms of One Drinking Water Source in Shanghai

Wang Lin

(Shanghai Environmental Monitoring Centre, Shanghai 200030, China)

Abstract: In this paper, based on the monitoring data obtained from a water source in Shanghai from 2010 to 2012, the laws of spatial and temporal distribution of nitrogen in different forms in waters from January to October of 2011 were studied by utilization of Nessler reagent spectrometry method. The different forms of nitrogen included total nitrogen, ammonia nitrogen, nitrate and nitrite. The sources of nitrogen, the mechanisms of nitrogen migration and transformation and the factors that would exert significant influences on nitrogen migration and transformation were further researched and analyzed. The results showed that nitrogen in the form of nitrate occupied the majority, accounting for 71.6% of the total nitrogen, while nitrogen in the forms of ammonia nitrogen and nitrite accounted for 4.39% and 0.95% respectively. Therefore, the water temperature, light condition, dissolved oxygen, point distribution and water depth were the key environmental factors which had great influences on the content and distribution of nitrogen in different forms.

Key words: Drinking Water; Water Source; Nitrogen in Different Forms; Temporal and Spatial Distribution

CLC number: X832

城市水源的安全直接影响社会发展及居民生活, 对上海水源地的调查, 掌握饮用水源地环境状况, 并进一步提出具有科学性、可操作性的污染防治措施, 使饮用水水源得到合理利用, 对维持上海地区可持续发展具有十分重要的意义^[1]。

氮是自然界动植物生长和生存离不开的基本元素^[2]。但是, 氮在水环境中超标也会对动植物产生危害, 使水体生态环境恶化, 形成富营养化。其中, 硝态氮对水质的影响最为显著^[3]。因此, 有必要对水环境中, 特别是大型湖泊水库中

氮的来源、分布特征、迁移机理和对氮的迁移有较大影响的因素进行研究和分析, 为水环境中氮污染的控制和治理提供科学依据。

本文研究了上海某水源地 2011 年 1~10 月总氮等不同形态氮素在水体中的时空分布规律, 并就其各种形态氮素的来源及迁移做了探讨。

1 实验与方法

1.1 样品采集

1.1.1 采样点位分布及采样频次 设置采样点

收稿日期: 2013-12-18

作者简介: 王 琳 (1980-), 女, 工程师。研究方向: 环境监测。

11个, 其中库区1#~10#共10个站位, 库外取水口 11#共1个站位。采样点位分布见表1。

表1 采样点位分布

常规监测点位	实测深度/m	采样层数及样品数
1#	/	表层, 每层 1 个样品
2#	3.8	表层, 每层 1 个样品
3#	2.7	表层, 每层 1 个样品
4#	5.8	表、底两层, 每层 1 个样品
5#	2.5	表层, 每层 1 个样品
6#	11.0	表、中、底三层, 每层 1 个样品
7#	3.6	表层, 每层 1 个样品
8#	7.2	表、底两层, 每层 1 个样品
9#	13.1	表、中、底三层, 每层 1 个样品
10#	10.0	表、中、底三层, 每层 1 个样品
11#	/	表层 (高平潮、低平潮), 每层 2 个样品

水深 ≤ 5 m时, 在水面下0.5 m处设个采样点, $5\text{ m}\leq\text{水深}\leq 10$ m时, 采样垂线上设2点, 分别在水面下0.5 m处和水底上0.5 m处。水深 >10 m时, 采样垂线上设3点, 分别在水面下0.5 m处、总高度的一半处和水底上0.5 m处。

1.1.2 采样方法 表层水: 在水库等可以直接汲水的场合, 使用适当的容器如水桶采样。要注意不混入漂浮于水面上的物质。

一定深度的水: 在水库等处采集一定深度的水时, 使用直立式或有机玻璃采水器。

1.1.3 采样时间 2010年至2012年共监测22次。2010年9次; 2011年10次; 2012年3次。

1.2 实验方法及仪器

实验内容包括总氮、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、溶解氧等因子。具体的分析方法及仪器见表2。

表2 分析因子

分析因子	分析方法	分析仪器
NH_4^+-N	纳氏试剂分光光度法	UV-2501紫外分光光度计
TN	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	UV-2501紫外分光光度计
NO_3^--N	酚二磺酸分光光度法	UV-2501紫外分光光度计
NO_2^--N	N-(1-萘基)-乙二胺光度法	UV-2501紫外分光光度计
DO	电化学探头法	YSI MODEL 58溶解氧测定仪

2 结果与讨论

2.1 氮的存在形式

根据水样分析结果, 该水源地水库中氮的组成主要是硝酸盐氮、氨氮、亚硝酸盐氮。2011年1~10月总氮的平均含量为1.48 mg/L, 其中氨氮的平均浓度为0.065 mg/L, 占总氮的4.39%, 亚硝酸盐氮的平均浓度为0.014 mg/L, 占总氮的0.95%, 硝酸盐氮的平均浓度为1.06 mg/L, 占总氮的71.6%。可见该水源地水库中氮的组成主要是硝酸盐氮, 其次是氨氮, 亚硝酸盐氮的含量最低。

2.2 氮的平面分布特征

不同点位氮的平均浓度见图1。

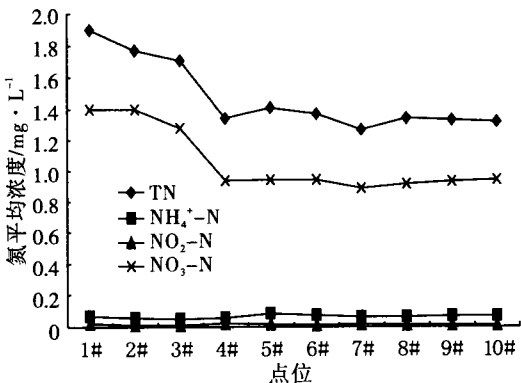


图1 不同点位氮平均浓度

其中1#位于库首, 2#至9#位于库区中段, 10#位于库尾。由图1可见, 库首的总氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮浓度都是整个水库最高的。随着库区的深入, 各类氮素的浓度都有所降低, 中段及库尾变化不大, 较平稳。即氮的平面分布特征为首高尾低。

2.3 氮的垂直分布特征

不同深度氮的平均浓度见图2。

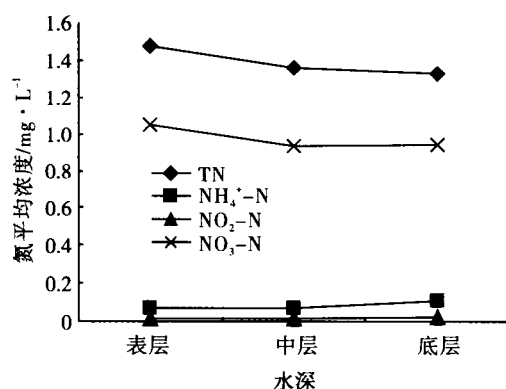


图2 不同水深氮平均浓度

由图2可见, 表层水硝酸盐氮含量较高, 底层则以氨氮为主, 亚硝酸盐氮无明显变化。但以总氮来说还是表层水中的含量较高。即氮的垂直分布特征为表高底低。

2.4 氮随时间的分布特征

不同时间氮的平均浓度见图3。

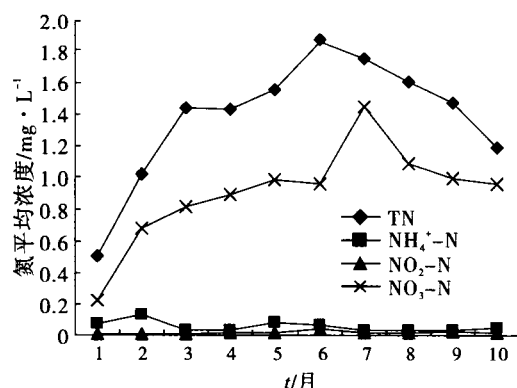


图3 不同时间氮平均浓度

由图3可见总氮及硝酸盐氮的浓度与时间的变化呈正相关, 氨氮及亚硝酸盐氮随时间的变化不是很明显。尤其在天气较为炎热的6~9月, 总氮等浓度都出现了年度峰值。可推出氮随时间分布

的特征是冬季低夏季高。具体原因在下文进行具体分析。

2.5 各种形态氮间的相关性讨论

2.5.1 氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮之间的转化原理

在水环境中, 氮既是生命元素, 又是环境污染的主要因子, 其转化是多变的^[4]。

水体中的三氮之间通过硝化和反硝化作用可相互转化。硝化作用指的是有机氮在充氧条件下受到微生物作用分解成氨氮, 氨氮被亚硝化杆菌氧化成亚硝酸盐氮, 并进一步被硝化杆菌氧化成硝酸盐氮^[5]。反硝化作用指的是硝酸盐氮被还原为亚硝酸盐氮, 并进一步被微生物作用还原为氨氮, 最终被藻类生化合成成为有机氮。

其中, 硝酸盐氮是各种形态氮中最稳定的含氮化合物, 一般浓度较高。而亚硝酸盐氮主要是硝化作用和反硝化作用的中间产物, 一般浓度较低。该水库的三氮占总氮的含量, 如2.1所述, 基本符合该规律。

2.5.2 影响三氮间相互转化的主要因素

在三氮转化的过程中, 影响硝化作用及反硝化作用的因素主要有温度、光照条件、pH值、溶解氧、降水、细菌种群等。

(1) 硝化反应是吸热反应, 所以温度升高对硝化有利。同时硝化细菌生长也需要温度的提高。

由图3可见, 温度较低的一月, 三氮之间浓度差距不大; 随着气温的增高, 光照条件充足, 促进了硝化作用, 氨氮的浓度降低, 而硝酸盐氮的浓度升高; 然后随着温度的降低, 硝酸盐氮浓度缓步下降, 而氨氮浓度有所回升。

(2) 硝化过程又是个耗氧过程, 溶解氧越多, 反应速率越快。2011年1月至10月该水库各点表层, 中层, 底层水溶解氧的数据计算得出平均值为10.0、9.59、9.01。而三氮随溶解氧变化规律如下:

随着溶解氧的减少, 底层水的氨氮浓度明显高于表层水, 而底层水的硝酸盐氮浓度明显低于表层水, 见图4。

(下转第44页)

(5) 温度与pH值正相关,即随着温度的升高,降水pH值有减小的趋势。但春季湿度小的时候,随着温度的升高,大气对流作用增强,有利于酸性物质的扩散,会使pH值随着温度的升高而有所变大。

参考文献

- [1]中国气象局监测网络司.酸雨观测业务规范[M].北京:中国气象出版社,2005:23-25.
- [2]汤洁,徐晓斌,巴金,等.近年来京津地区酸雨形势变化的特点分析[J].中国科学院研究生院学报,2007,24(5):668-669.
- [3]商兆堂.江苏降水pH值的特征分析[J].环境科学与技术,2009,32(3):100-101.
- [4]姜勇,沈红军.江苏省酸雨形势与污染状况分析[J].江苏环境科技,2006,19(1):55-56.
- [5]石敏.辽宁省大气湿沉降化学特征分析[J].环境保护科学,2012,36:33-37.

- [6]Migliavacca D, Teixeira E C, Pires M, et al. Study of chemical elements in atmospheric precipitation in South Brazil[J].Atmospheric Environment, 2004, 38(11):1641-1656.
- [7]冯砚青.中国酸雨状况和自然成因综述及防治对策探究[J].云南地理环境研究,2004,(1):25-28.
- [8]胡倬.酸雨的气象解释及可能性探讨[J].环境科学,1984,5(1):73-76.
- [9]连东英,李白良,林长城,等.厦门市酸雨分布特征与气象条件的关系分析[J].环境科学与技术,2009,5:108-109.
- [10]李艳.辽中地区酸沉降对气象要素及气团轨迹的响应[D].济南:山东师范大学,2009:29-37.
- [11]张小曳.大气成分与大气环境[M].北京:气象出版社,2010:18-20.
- [12]林长城,林祥明,邹燕,等.福州气象条件与酸雨的关系研究[J].热带气象学报,2005,21(3):330-336.
- [13]张宝贵,孙丽华.秦皇岛市空气污染与气象要素的关系[J].气象与环境学报,2009,25(4):43-47.
- [14]李明明,王雁,韩照宇,等.大同市酸雨变化特征及其与气象要素的关系[J].气象与环境学报,2011,27(4):31-33.
- [15]郑美秀,周学鸣.厦门空气污染指数与地面气象要素的关系分析[J].气象与环境学报,2010,26(3):54-57.

(上接第21页)

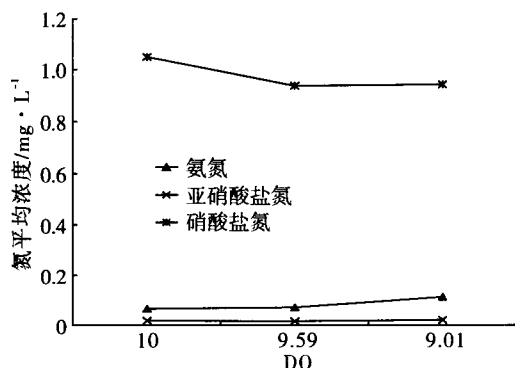


图4 不同溶解氧氮平均浓度

2.5.3 水库水体中氮的来源研究探讨 ①地表径流:水库水质受到上游入库河流水质的直接影响^[6]。一方面,周边地区的生活污水和农业化肥等污染通过地表径流流入水库。另一方面汇入水库的河流在产流和汇流过程中溶蚀了土壤中可溶性的含氮盐分进入水库水体中成为水库水体中氮的来源。②降水:降水量和降水强度对水库水体中氮的分布也有一定的影响。由于降水中氮含量较大,降水进入水库水体后,产生生物作用、硝化和反硝化作用使水体中的氮含量增加。③底泥:水库底泥沉积物是水库生态系统重要组成部分,在水库环境演变过程中,进入水库的大部分污染物通过物理化学生物等过程,不断沉积在水库底部,在适宜条件下,重新进入水体,对水体造成二次污染。所以说水库底泥是水库水体氮的重要来源^[7]。

3 结论

(1) 该水库水体中各种形态氮以硝酸盐氮

为主,平均占总氮的71.6%,氨氮及亚硝酸盐氮各占总氮的4.39%及0.95%。

(2) 相关分析表明,水体中的温度、光照条件、溶解氧、点位位置分布、水深等是影响各氮形态含量与分布的重要环境因子。

(3) 该水库水体中氮的主要来源包括上游入库河流水质,降雨以及底泥与水体中氮的交换。

(4) 根据《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)^[8]水源地水质控制标准二类水域标准,该水库水体的硝酸盐氮、亚硝酸盐氮及氨氮均符合国家标准,即表明此水源地的水质较为良好。但总氮超过相应类别的标准,但其指标不直接影响到水体功能效应,水体功能没有受到明显损害,但在一定程度上受到总氮污染的制约。

参考文献

- [1]王健.淮北市水源地保护与污染对策研究[J].淮北煤炭师范学院学报,2009,30(3):55-57.
- [2]梁秀娟,肖长来,杨天行,等.密云水库中氮分布及迁移影响因素研究[J].中国科学,2005,35:272-280.
- [3]刘相超,吕平毓,吴林键,等.三峡库区箭滩河硝酸盐氮及亚硝酸盐氮分布特征[J].重庆交通大学学报,2011,30(6):1379-1383,1387.
- [4]李萍.水中氨氮、亚硝酸盐氮及硝酸盐氮相互关系探讨[J].上海环境科学,2006,25(6):245-246,250.
- [5]陈穗玲,李锦文,崔明超,等.广州大学城某校园地表水“三氮”浓度的时间变化特征及自净状态分析[J].环境化学,2013,32(4):704-705.
- [6]李宗逊,丁宏伟.昆明市松华坝水库氮、磷主要来源的间接证据[J].西南农业学报,2007,20(3):430-434.
- [7]杜春富,董昌伟,崔维本.田庄水库氮素转化机理和水质改善研究[J].中国农村水利水电,2010,(5):87-88.
- [8]中华人民共和国环境保护部.GB3838-2002《地表水环境质量标准》[S].北京:中国环境科学出版社,2002.