

艾比湖氮素的水平分布及环境意义

陈志军, 朱 健

(新疆博州水文水资源勘测局, 新疆 博乐 833400)

摘 要:针对艾比湖水域面积逐渐萎缩的现实,系统地研究了 TN 、 NH_4^+ 、 NO_3^- N 和 NO_2^- N 在艾比湖水体中的水平分布规律及其环境意义。结果表明,艾比湖水体中总氮分布特征有浅水区向深水区递减的特征,湖南部区域为总氮高值区,北部区域次之,中部最小。铵态氮为氮素的主要存在形态,其分布状况与总氮基本一致。硝态氮、亚硝态氮含量较小,分布水平与总氮基本一致。水体中总氮对底栖生物已经具有最低级别的生态毒性效应,对底栖生物群落及生态环境构成了威胁。

关键词:氮素;水平分布;艾比湖

中图分类号: X142 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-858X(2010)01-0029-04

湖泊水体作为湖泊湿地生态系统中氮素的重要源与汇,对氮素生物地球化学循环具有重要意义。氮素是湖泊生态系统中极其重要的生态因子,显著影响着湖泊湿地生态系统的生产力,目前已成为国际全球变化问题研究的核心内容之一^[1-5]。氮素在湖泊系统中以不同形态存在,表现出不同的地球化学行为,并在生物地球化学循环中起不同作用。不同形态氮素的空间分布格局则显著影响着湖泊湿地的诸多生态过程^[6],是研究氮素行为微观过程的重要基础和前提。本文探讨了艾比湖水体中 TN 、 NH_4^+ 、 NO_3^- N 和 NO_2^- N 水平分布格局及其环境意义,以期为氮素在湖泊湿地中的库存和通量等机理研究奠定基础^[7],并为揭示湖泊湿地中氮素的沉积过程及其生态效应,诊断湖泊湿地生态系统健康状况等提供指导和参考。

1 研究区域概况与分析方法

1.1 研究区概况

艾比湖区位于天山北侧准葛尔盆地的西南

隅,是艾比湖水系的尾间湖。地理坐标 $44^{\circ}54' \sim 45^{\circ}08' N$, $82^{\circ}35' \sim 83^{\circ}11' E$ 。艾比湖属典型的中温带干旱气候特征,区内多年平均气温 $7.8^{\circ}C$,多年平均降水量约 105.17 mm ,年蒸发量 $2\,221.3\text{ mm}$,湖泊水体经过强烈蒸发而浓缩。湖面海拔 195 m ,湖水平均深度 1.4 m 。艾比湖流域总径流量 $3.746 \times 10^9\text{ m}^3$,年径流量大于 $1 \times 10^8\text{ m}^3$ 的河流有 7 条,历史时期可直接注入湖中,20 世纪 50 年代以后,随着人类大量引水和修建水利工程,目前有地表水持续补给的只有博尔塔拉河和精河。

1.2 数据来源和分析方法

采用新疆博州环境监测站 2005~2006 年实测平均值,采样站位用全球卫星定位系统(GPS)定位,同时结合地形图校正(图 1)。

水体样品中的总氮(TN)测定采用半微量凯氏定氮法,氨氮(NH_4^+ N)测定采用纳氏试剂比色法,硝态氮(NO_3^- N)测定采用酚二磺酸光度法,亚硝酸盐氮测定采用 N-(1-萘基)乙二胺盐酸盐比色法。实验数据用 `surfur7.0` 及 `origin7.0` 等软件进行统计分析。

收稿日期: 2009-01-16; 修回日期: 2009-04-16

作者简介: 陈志军(1978-),男,工程师,主要从事水环境监测评价工作。E-mail: chenzhijun907@163.com。
(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

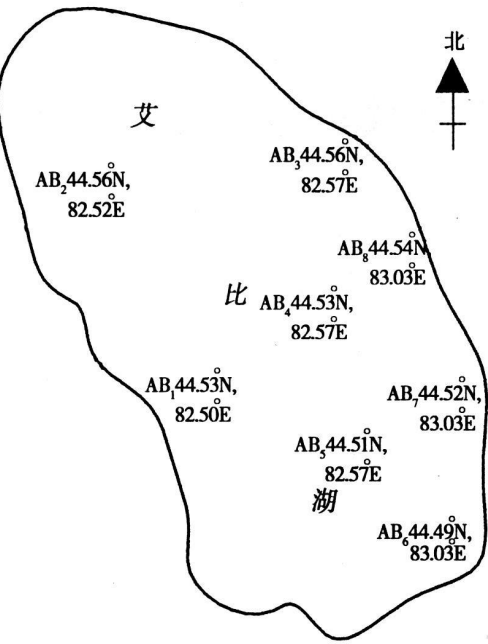


图 1 艾比湖采样站位分布图

Fig 1 Location of the sampling sites in Ebinue lake

2 结果与讨论

2.1 艾比湖水体中形态氮的水平分布格局

艾比湖水体 (0~10 cm) 中氮素的水平分布表明, 氮素含量受早期矿化作用、水体的氧化还原环境等因素影响, 在不同湖区有所差异。艾比湖水体中总氮含量介于 469 ~ 1 844 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间, 平均值为 1 121 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 0.35。总氮含量在艾比湖水体中的水平分布特征是南北部较大, 且南部大于北部, 中部较小, 由浅水区向深水递减。湖心深水区 AB_4 、 AB_7 为总氮低值区, 总氮含量为 469 和 548 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。湖区南部和北部则为总氮高值区, 南部监测点 AB_1 、 AB_5 、 AB_6 含量分别为 1 386 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、1 844 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、1 787 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。北部监测点 AB_2 、 AB_3 、 AB_8 含量分别为 889 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、1 068 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、978 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。艾比湖水体中总氮的水平分布特征揭示出艾比湖的氮素主要分布于南岸和北岸。据 2005 年入河排污口调查资料显示, 农田灌溉退水为 $9.87 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 大量未被充分利用的化肥、农

药通过淋溶、渗漏等途径以地表径流的形式进入水体, 农田面源污染为艾比湖提供了大量的氮源; 生活污水和工业废水未经任何处理直接排入河道, 最终流入艾比湖, 亦成为艾比湖的外源氮负荷。总氮含量在湖心区较低是由于氮素在扩散过程中, 湖中沉积物逐步对氮素吸附及湖水也逐渐稀释氮素等原因, 使湖心氮素水平低于周边区域。

艾比湖水体中铵态氮的含量介于 370 ~ 1 750 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间, 平均值为 1 028 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 0.32。水体沉积物氧化还原状况对铵态氮的累积与赋存影响较大。一般而言, 沉积物氧化还原电位越高, 沉积物就具有越高的氧化能力, 越不利于铵态氮的累积与赋存。艾比湖水体中铵态氮的高值区主要分布于南部和北部湖区, 其中 AB_1 、 AB_5 、 AB_6 的含量较高, 分别为 1 300 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、1 750 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、1 680 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 北部湖区 AB_2 、 AB_3 、 AB_8 分别为 810 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、980 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、870 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。铵态氮分布状况在一定程度上反映了南北部水域的氧化还原电位较低, 有利于铵态氮的累积和赋存。铵态氮低值区出现在湖中部, AB_4 铵态氮的含量为 370 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, AB_7 含量为 460 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 说明该区域具有较高的氧化能力, 不利于铵态氮的累积和赋存。铵态氮是氮的还原态, 水体中的氧化还原能力是决定铵态氮含量高低的主要因素。

硝态氮在艾比湖水体中含量范围为 30 ~ 90 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 平均值为 64.3 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 0.31。硝态氮高值区主要分布于湖区西南部, 其中 AB_1 水域硝态氮含量为 90 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, AB_5 含量为 80 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 这主要由于博尔塔拉河和精河从艾比湖西南部入湖, 为湖泊输入了大量氮素所致。硝态氮在艾比湖中部区域含量较低, 主要与该区域的水深和受地表径流影响较小有关。亚硝酸盐氮在艾比湖水体中的含量范围为 6 ~ 18 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 0.21 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其分布状况与硝态氮基本一致。

艾比湖南部和北部的总氮、铵态氮、硝态氮和亚硝态氮比中部大, 这还可能与湖区南北部为盐碱地带有关系, 大量泥土携带氮素被暴雨洪水冲刷侵蚀而进入湖区, 导致该区域含量升高。

2.2 艾比湖水体中氮的环境意义

水体中的氮素含量与底栖生物关系密切,其质量对底栖生物生态环境有重要影响,若污染物超过某一含量水平将对底栖生物产生毒性效应。根据加拿大安大略省环境和能源部门(1992)按生态毒性效应制定的水体质量评价指南^[8],水体中能引起最低级别生态毒性效应的 TN 浓度为 $550 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,此时水体虽已污染,但多数底栖生物仍可承受;具有严重级别生态毒性效应的浓度为 $4\,800 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,此时生物群落已遭明显的损害。

艾比湖水体中总氮含量介于 $469 \sim 1\,844 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,除 AB_4 、 AB_7 监测点外,其余总氮含量均高于 $550 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的最低级别生态毒性效应标准值,表明艾比湖水体中总氮对底栖生物已经具有一定的生态毒性效应,并随艾比湖盐化进程的加快而由最低级向严重级过渡,将对底栖生物群落及生态环境构成威胁。

近年来,以农田退水、工业废水和生活污水排放,以及湖泊水生生物残骸等各种形式输入艾比湖的氮素大量增加,在一系列物理、化学及生物作用的影响与控制下,其中大部分氮素逐渐沉积于湖底,形成极大的内源负荷。艾比湖水体中累积和赋存的内源性氮素会在湖泊外部环境条件发生变化时,在质量作用定律和浓度梯度作用下重新从水体中释放出来,引起内源氮污染。

3 结 论

艾比湖水体中总氮含量介于 $469 \sim 1\,844 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,平均值为 $1\,121 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,其水平特征有浅水区向深水区递减的特征,湖

南部区域为总氮高值区,北部区域次之,中部最小。铵态氮含量介于 $370 \sim 1\,750 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,为氮素的主要存在形态,其分布状况与总氮基本一致,硝态氮、亚硝态氮含量较小,分布水平与总氮亦基本一致。

据加拿大安大略省环境和能源部门按生态毒性效应制定的水体质量评价指南,艾比湖水体中总氮含量除 AB_4 、 AB_7 外均高于 $550 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的最低级别生态毒性效应标准值,表明艾比湖水体中总氮对底栖生物已经具有一定的生态毒性效应,并对底栖生物群落及生态环境构成了威胁。

参考文献:

- [1] Franzen L G. Can earth afford to lose the wetlands in the battle against the increasing greenhouse[C]. Uppsala: International Peat Society Proceedings of International Peat Congress 1992; 1—18.
- [2] Keeney D R. Prediction of soil nitrogen availability in forest ecosystems: A literature review [J]. For sci 1980, 26 (1); 159—171.
- [3] Schlesinger W H. Biogeochemistry: an analysis of global change[M]. San Diego: California Academic Press 1991.
- [4] Smith V H, Tilman G D, Nekola J C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater marine and terrestrial ecosystems [J]. Environmental Pollution 1999, 100 (1—3); 179—196.
- [5] 傅国斌,李克让. 全球变暖与湿地生态系统的研究进展 [J]. 地理研究, 2001, 20(1); 120—128.
- [6] 白军红,欧阳华,邓伟,等. 向海洋沼泽地土壤氮素的空间分布格局 [J]. 地理研究, 2004, 23(5); 614—622.
- [7] 白军红,王庆改,余国营. 吉林省向海洋沼泽地土壤中氮素分布特征及生产效应研究 [J]. 土壤通报, 2002, 33 (2); 113—116.
- [8] 李任伟,李禾,李原,等. 黄河三角洲沉积物重金属、氮和磷污染研究 [J]. 沉积学报, 2001, 19(4); 622—629.

Nitrogen Horizontal Distribution and Environmental
Meaning in Ebinur Lake

CHEN Zhi-jun, ZHU Jian

(Hydrological and Water Resources Survey Bureau of Xinjiang Bortala Prefecture Bole 833400, China)

Abstract: Based on the reality that Ebinur lake area is gradually shrinking, the paper studied horizontal distribution of TN, NH_4^+ , $\text{NO}_3^- \text{--N}$ and $\text{NO}_2^- \text{--N}$ in the lake water and their meaning. The results showed that the content of total nitrogen is decreasing from shallow to deep water zone, and its south area has higher nitrogen content than north area, while the centre has the least. The main existing form of nitrogen is ammonium, nitrate and sub-nitrate content are smaller, all the three have same distribution as the total nitrogen. Total nitrogen in the lake water has reached the lowest value of eco-toxic, which can threaten the benthic community and affect the ecological environment.

Key words: Nitrogen; Distribution; Ebinur lake

《盐湖研究》合订本征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊,由中国科学院青海盐湖研究所主办,科学出版社出版,1993年创刊并在国内外公开发行。《盐湖研究》自公开发行以来,深受广大读者的厚爱,为了便于本刊读者和文献情报服务单位系统收藏,编辑部藏有 94—95年、96—97年、98—99年、2000年、2001—2002年、2003年、2004—2005年、2006—2007年、2008—2009年合订本,每年册仅收取工本费 90 元。数量有限,欲购者请与《盐湖研究》编辑部联系,联系电话:0971—6301683。