

渤海海域表层沉积物中的多环芳烃综述

严志宇, 刘慧, 孙冰, 付红蕊

(大连海事大学环境科学与工程学院 大连 116026)

摘要:为保障渤海海域的污染物控制和生态环境保护,文章基于已有监测数据,分析渤海海域表层沉积物中多环芳烃(PAHs、LPAHs、HPAHs 和 CPAHs)的分布、来源及其与沿岸陆地的相关性。研究表明:PAHs、LPAHs、HPAHs 和 CPAHs 含量最高的海湾分别为莱州湾、渤海湾、辽东湾和渤海湾,3 个海湾均以 LPAHs 为主;PAHs 及其各类组成的来源主要包括入海河流携带的陆源污染物,海流输送并沉积的泄漏原油以及港口、城市和工业基地的排放污水;PAHs 的分布受沿岸土地开发利用以及工业和城镇建设等人类活动影响较大,且沿岸土壤中的 PAHs 对海洋环境造成破坏。

关键词:多环芳烃;陆源污染物;入海河流;原油泄漏;海洋环境

中图分类号:X55:P76

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2019)10-0027-03

A Summary of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediments of Bohai Sea

YAN Zhiyu, LIU Hui, SUN Bing, FU Hongrui

(Environmental Science and Engineering College, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract: In order to protect the pollution control and ecological environment in the Bohai Sea, based on the existing monitoring data, the distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs, LPAHs, HPAHs and CPAHs) in surface sediments of the Bohai Sea and their correlation with coastal land were analyzed. The results show that the bays with the highest contents of PAHs, LPAHs, HPAHs and CPAHs are Laizhou Bay, Bohai Bay, Liaodong Bay and Bohai Bay respectively, and their LPAHs are the main components. The sources of PAHs and their various components mainly include land-based pollutants carried by rivers entering the sea, spilled crude oil transported and deposited by currents, and sewage discharged from ports, cities and industries. The distribution of PAHs is greatly influenced by human activities such as land development along the coast and industrial and urban construction, and the PAHs in the coastal soil

收稿日期:2019-04-01;修订日期:2019-09-12

基金项目:国家社会科学基金重大项目(17ZDA172);中央高校基本科研业务费专项资金项目(3132019329)。

作者简介:严志宇,副教授,博士,研究方向为污水治理和海洋环境保护

通信作者:孙冰,教授,博士,研究方向为污水治理和海洋环境保护

cause damage to the marine environment.

Key words: Polycyclic aromatic hydrocarbons, Land-based pollutants, Rivers entering the sea, Oil spill, Marine environment

0 引言

在运输和使用危险化学品的过程中一旦发生事故,极有可能造成严重后果,导致人员伤亡,并对环境造成污染和破坏^[1]。不溶性危化品中的多环芳烃(PAHs)具有易沉降和吸附性强的特点,对水体及其表层沉积物的污染程度最高^[2]。受数据采集、人力投入和经济成本等因素的制约,我国对水体及其表层沉积物中 PAHs 分布的研究仅限于辽河、市内河流和黄河等局部水域^[3-7],而缺乏对整体水域的研究。

渤海是我国唯一的内海,海洋环境污染日益加重,目前缺少对其整体 PAHs 分布和溯源的研究。本研究整理已有报道的相关数据,分析渤海海域表层沉积物中 PAHs 的分布、来源及其与沿岸陆地的相关性,从而为渤海海域的污染物控制和生态环境保护提供依据。

1 PAHs 的分布

根据已有的渤海海域表层沉积物监测数据^[8-11],分析 PAHs 及其组成的分布,即 2 环和 3 环的低分子量 PAHs (LPAHs)、4 环的高分子量 PAHs (HPAHs) 以及 5 环和 6 环的高分子量 PAHs (CPAHs)。

渤海海域表层沉积物中 PAHs 的分布特征包括:①PAHs 的含量由高到低依次为莱州湾、渤海湾、辽东湾;②LPAHs 的含量由高到低依次为渤海湾、辽东湾、莱州湾,HPAHs 的含量由高到低依次为辽东湾、渤海湾、莱州湾,CPAHs 的含量由高到低依次为渤海湾、莱州湾、辽东湾;③辽东湾、渤海湾和莱州湾均以 LPAHs 为主。

2 PAHs 的来源

根据已有研究采用主成分分析法对 PAHs 来源的分析结果^[8-9]以及对原油和油制品中 PAHs 化学指纹分布规律的分析结果^[12],分析渤海海域表层沉积物中 PAHs 的来源。

2.1 PAHs

莱州湾沿岸有 19 条入海河流,煤炭、木材和液态化石燃料的不完全燃烧产物携带 PAHs 在河流汇集并进入莱州湾。此外,莱州湾属于典型的半封闭型海湾,水交换能力较差,因此 PAHs 含量最高。

2.2 LPAHs

LPAHs 含量最高的是渤海湾,且部分呈点源扩张性分布,主要来源于 2 个方面:①由于煤炭等燃烧产生的 PAHs 随河流入海,渤海湾沿岸河口的 PAHs 含量明显较高^[10];②2006 年渤海油轮事故和海上油田原油泄漏的位置均为渤海海域中部,由于冬季渤海海域的海水从渤海海峡向渤海湾中部流动,并在到达渤海湾中部后向东北和西南分为 2 支^[13],可推测渤海湾内的泄漏原油北上到达河北省的唐山市和秦皇岛市海域、南下到达天津市海域,因海湾半封闭的地理特点而聚集,并经数年沉积稳定。

我国渤海油气田均分布在辽东湾、渤海湾和莱州湾,同时这些海湾内均有众多港口码头和过往船只,因此较难降解的 LPAHs 占主导地位。

2.3 HPAHs

辽东湾沿岸有 15 条入海河流,煤炭、木材和液态化石燃料的不完全燃烧产物携带 PAHs 在河流汇集并进入辽东湾,因此辽东湾 HPAHs 含量最高。

2.4 CPAHs

渤海湾北部为天津新港,南部为黄骅港,腹地包括北京市和天津市 2 个特大城市,承受来自港口、城市和工业基地的污水排放压力。与其他海湾相比,渤海湾受工业排污影响最重,因此 CPAHs 含量最高。

3 与沿岸陆地的相关性

PAHs 在渤海海域表层沉积物中的分布受沿岸土地开发利用以及工业和城镇建设等人类活动影响较大。渤海沿岸是我国重要经济区,2005—2013 年其滨海湿地面积明显缩减、农田面积缩减、城镇面

积增加,曹妃甸区出现人工建设和向海突出的城镇,辽东湾西岸的林木面积明显缩减^[14-15]。

此外,渤海海域表层沉积物中 PAHs 的分布特征与沿岸土壤中 PAHs 的分布特征类似,可推测沿岸土壤中的 PAHs 对海洋环境造成破坏^[16-17]。

4 结语

由于参考数据的形成时间不统一,本研究的整理和分析结果可能存在精确性不足的问题。但对于渤海海域整体而言,采用相对综合的数据反映各海湾表层沉积物中 PAHs 的分布、来源及其与沿岸陆地的相关性,研究结果仍具有参考性。

参考文献

[1] 崔健.天津沿海危险化学品海洋环境风险评价[D].青岛:中国海洋大学,2014.

[2] 王成龙.长江流域一河口一近海环境中多环芳烃分布特征及影响因素研究[D].南京:南京大学,2017.

[3] 武江越.辽河流域水体及表层沉积物中多环芳烃分布特征及风险评估[D].北京:北京化工大学,2012.

[4] 张枝焕,陶樹,沈伟然,等.天津地区主要河流沉积物中多环芳烃化合物的组成与分布特征[J].环境科学学报,2005,25(11):1507—1516.

[5] 王丽平,王安利,南炳旭,等.大辽河口及其毗邻区域表层沉积物中多环芳烃的分布及其风险评估[J].海洋环境科学,2015,34(6):879—884.

[6] WANG D, TIAN F, YANG M, et al. Application of positive matrix factorization to identify potential sources of PAHs in soil of Dalian, China[J]. Environmental Pollution, 2009, 157

(5):1559—1564.

[7] LIN T, HU L, GUO Z, et al. Deposition fluxes and fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Yangtze River estuarine-inner shelf in the East China Sea[J]. Global Biogeochemical Cycles, 2013, 27(1):77—87.

[8] 张玉凤, 吴金浩, 李楠, 等. 渤海北部表层沉积物中多环芳烃分布与来源分析[J]. 海洋环境科学, 2016, 35(1):88—94.

[9] 张明亮, 黎慧, 徐英江, 等. 莱州湾表层沉积物中多环芳烃(PAHs)来源及生态风险评估[J]. 海洋环境科学, 2015, 34(1):6—11.

[10] QIN Y, ZHENG B, LEI K, et al. Distribution and mass inventory of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sediments of the south Bohai Sea, China[J]. Marine Pollution Bulletin, 2011, 62(2):371—376.

[11] 吴莹, 张经. 多环芳烃在渤海海峡柱状沉积物中的分布[J]. 环境科学, 2001(3):74—77.

[12] 王德高, 杨萌, 贾宏亮, 等. 原油及油制品中多环芳烃化学指纹的分布规律研究[J]. 环境污染与防治, 2008(11):62—65.

[13] 魏泽勋, 李春雁, 方国洪, 等. 渤海夏季环流和渤海海峡水体输运的数值诊断研究[J]. 海洋科学进展, 2003, 21(4):454—464.

[14] 左丽君, 徐进勇, 张增祥, 等. 渤海海岸带地区土地利用时空演变及景观格局响应[J]. 遥感学报, 2011, 15(3):604—620.

[15] 王玉梅, 丁俊新, 张军. 渤海生态环境及其影响因素的演变特征分析[J]. 鲁东大学学报(自然科学版), 2016, 32(1):66—73.

[16] 李玉龙. 土壤中多环芳烃的迁移转化规律及其对植物生长的影响[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2015.

[17] 徐胜, 王慧, 陈玮, 等. 土壤中多环芳烃污染对植物生理生态的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(5):1284—1290.