
渤海卤代阻燃剂源汇过程获新认知

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14831.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

渤海卤代阻燃剂源汇过程获新认知。卤代阻燃剂（HFRs）是一类广泛应用于塑料、电子产品、纺织品、家具、建材等物品中人工合成类有机化合物。它对生态系统和人有着健康影响，HFRs中的五溴、八溴和十溴二苯醚先后被列入持久性有机污染物清单中受到管控，而一些新型替代品，如十溴二苯乙烷（DBDPE）和德克隆（DPs）的生产与使用量开始增加，并在环境中不断检出。

山东莱州湾区域是我国最大的溴系阻燃剂（BFRs）生产基地之一。渤海是我国的内海，受人类活动影响强烈，溴系阻燃剂的污染问题也逐渐被引起重视。

日前，中国科学院烟台海岸带研究所研究员唐建辉团队基于长期连续监测，揭示了渤海卤代阻燃剂的时空分布规律和源汇过程。相关研究发表于《环境污染》。

据介绍，围绕环渤海HFRs的源汇过程，通过分析2013~2014年间渤海多环境介质（河流水、河流沉积物、海水和海洋沉积物）中HFRs的分布特征，利用多环境介质质量守恒箱式模型（MBMBM），该团队模拟了恒定输入情况下渤海HFRs的浓度变化趋势，并估算稳态情况下渤海HFRs的源汇收支，计算了渤海HFRs的环境行为过程的贡献。

对于BFRs来说，BDE 209和DBDPE为两种主要的污染物，且在环渤海区域均处于较高污染水平。环渤海河流中这两种BFRs呈现明显的生产区>城市区>农村地区分布特征。

研究发现，渤海水和沉积物中BFRs的高值区均在莱州湾和黄河口外，除受莱州湾近岸输入影响外，黄河口外高浓度的悬浮颗粒物和高沉积速率等水动力条件都是影响其分布的重要因素。MBMBM模型模拟和实测数据均表明渤海海水和沉积物中BDE 209的浓度呈逐年降低趋势。BDE 209在海水和海洋沉积物中到达稳态所用时间分别为18和25年，稳态时的浓度则分别为107pg/L和38pg/g dw。降解过程是BDE209在环境中主要的汇，大气沉降和河流输入是渤海BDE 209的主要源。

对于新型阻燃剂得克隆（DPs）来说，在环渤海河流水体中的浓度水平较高，但在沉积物中的浓度水平较低，推测其主要原因是采样期间DPs的大量使用排放。河流DPs的分布呈天津>山东>河北>辽宁，这与城市人口密度分布趋势一致。海洋中DPs浓度水平较低，其分布受近岸输入和水动力条件共同影响。

MBMBM模拟浓度变化结果表明，在保持现有输入量不变时，渤海水体和沉积物中DPs浓度呈逐年增加，且其到达稳态的时间分别为11和17年。源汇收支结果表明，在渤海海水和沉积物中，降解过程均为DPs主要的输出过程，分别占比为~55%和~78%。

唐建辉团队进一步分析了2017~2018年环渤海和北黄海36条主要河流中溴系阻燃剂（BFRs）的季节变化规律。BDE209是最主要污染物，其平均浓度比DBDPE高一个数量级。

区域上来看，莱州湾附近河流浓度最高。BDE209具有明显的季节变化特征，枯水季的浓度比丰水季高一个数量级，表明雨季降水对污染物的稀释过程。DBDPE浓度无明显季节性差异，意味着降水对DBDPE的稀释作用远小于其带来的污染物沉降量，并且由于河流汇聚和积累的滞后效应，DBDPE浓度在秋季进一步增加。

通过与2013年8月环渤海河流的调查结果对比，2018年8月城市河流中的BFRs浓度明显降低，农村及偏远区域河流中污染含量上升，说明近年来含有BFRs的家具、电器等的使用和非点源排放在经济欠发达区域逐渐增加；而环境治理的措施使得城市区域河流中的BFRs污染水平显著下降；位于生产区周边的小清河，BDE209浓度变化不大，但DBDPE的浓度5年内增加了几倍。BDE209在冬季河流尤其是小清河存在高生态风险（ $10 < RQ < 100$ ），因此，十溴二苯醚对整个渤海区域水环境和人类健康的影响不容忽视。

同时，研究团队也进一步分析了渤海表层水体和低层大气中HFRs的季节变化规律及其控制机制。与河流相反，在渤海水体和大气中，DBDPE的浓度都显著高于BDE209。水体中的HFRs呈现出冬季浓度高、夏季低的明显特征。大风大浪造成渤海沉积物的再悬浮是冬季HFRs浓度高的主要原因。春季浮游植物大量繁殖后出现了急剧消亡过程，通过吸附、凝聚等方式将水体表层中HFRs带到沉积物中；同时夏季海水的分层也阻碍了污染物在垂直方向上的交换，成为影响春夏季BFRs表层水体BFRs浓度低的主要因素之一。通过对两种主要目标物在渤海水体中的季节组成、往年河流输入通量及大气沉降量的对比得出，河流输入是BDE209进入渤海的主要途径，而DBDPE在渤海中的高浓度则通过大气沉降的形式进入。渤海大气中HFRs没有明显的季节变化规律，其浓度水平受大气来源的影响显著。经过污染源区的大气携带高浓度的HFRs，而从西太平洋来的大气中HFRs的浓度最低。

该系列研究成果得到了国家自然科学基金委—山东省联合基金（U1806207）、国家自然科学基金面上基金（41773138）和中国科学院烟台海岸带研究所自主部署项目（YIC Y855011024）等项目的支持。（来源：中国科学报廖洋 康凌艳）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117093>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：唐建辉等 来源：《环境污染》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发