超高分辨率质谱等技术揭示暴雨径流显著增加湖库溶解性有机物和溶解性有机碳输入

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/11846.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！

水库作为重要的饮用水源地，其水质及溶解性有机质浓度和组成对水库饮用水供应安全有重要意义。暴雨径流过程直接导致大量悬浮物及有色可溶性有机物（CDOM）输入至水库，CDOM是溶解性有机物（DOM）中能够强烈吸收紫外辐射的那部分有机物。高浓度CDOM的存在，使水体酸臭刺鼻且在水处理和分配过程中锈垢过滤系统、释放致癌伴生物、增加饮用水管网消毒剂用量。千岛湖是我国东部地区重要的饮用水源地，位于钱塘江上游新安江流域，地处亚热带季风气候区，降水量年内分布不均。暴雨径流过程裹挟大量悬浮物、营养盐及CDOM进入千岛湖，威胁该湖供水安全。暴雨径流过程对下游湖泊CDOM来源组成及生物可利用性影响如何，仍有待研究。传统半月、逐月及逐季度观测不易有效监测暴雨径流对CDOM来源组成的影响；目前，学界鲜有开展高频监测暴雨径流过程对饮用水供给湖库CDOM组成影响的报道。鉴于此，在中国科学院战略性先导科技专项及国家自然基金重点项目等的支持下，中科院南京地理与湖泊研究所研究员张运林课题组通过对千岛湖全湖常年观测及在千岛湖上游街口、小金山布设浮标开展逐日观测并结合原位高频采样观测，探讨CDOM来源组成及生物可利用性随暴雨径流过程的变化特征。相关研究成果发表在*Water Research*上（Zhou et al. 2020）。

浮标高频荧光探头监测结果表明，暴雨径流过程增加了千岛湖上游街口与小金山处陆源类腐殖酸荧光信号强度，这在新安江恰入湖处的河口即街口站表现得较为显著（图1）。研究人员通过点绘发现，水柱剖面表征土壤淋溶输入的陆源类腐殖酸荧光信号均值与上游来水量在街口与小金山两站均表现为显著正相关（图1）。

傅里叶变换超高分辨率质谱（FT-ICR MS）技术能够从分子层面有效揭示不同水生态系统中DOM的来源组
成。运用该技术，研究
人员发现暴雨过程导致上游来水DOM分子质核
比*m/d*降低，相应缩合芳香烃类组分相对丰度增大。生物培养实验发现经28 d生物培养，街口站DOM中脂肪族类组分快速降解。通过Spearman相关系数，研究人员发现脂肪族类组分相对丰度与CDOM光谱斜率$S_{275\text{-}295}$
呈正相关且与腐殖化指数HIX负相
关，而缩合芳香烃类组分与$S_{275\text{-}295}$负相关并与HIX正相关。由于$S_{275\text{-}295}$
随CDOM腐殖化程度增强而减小，HIX与腐殖化呈正相关。这意味着CDOM光谱与质谱组成反映出的CDOM组成相关信息高度一致。质谱分子相对丰度与上游来水量相关分析表明，暴雨径流过程增大了有色、
疏水及富含芳香烃类有机质的相对丰

度。比紫外吸收$SUVA_{254}$
能够有效反映CDOM的芳香性水平，二者正相关；三次不同丰枯情景的野外观测表明，丰水情景下大量芳香性水平较高的CDOM随上游来水涌入千岛湖（图3），这与超高分辨率质谱结果高度一致。这些结果表明，暴雨径流过程增强了上游土壤有机质淋溶，增大了上游新安江腐殖化程度较高的那部分CDOM的输入。

有机碳平衡估算结果表明，千岛湖自身为溶解性有机碳（DOC）碳汇，汇通量为0.82×10^4 t C yr^{-1}，其中，0.30×10^4 t C yr^{-1}为生物活性较强的组分。经统计，近六十年来，千岛湖流域大雨（≥25 mm d^{-1}）及暴雨（≥50 mm d^{-1}）发生频次逐步增加，未来暴雨情景导致有机质大量涌入千岛湖的现象，值得有关部门的重视。

论文链接

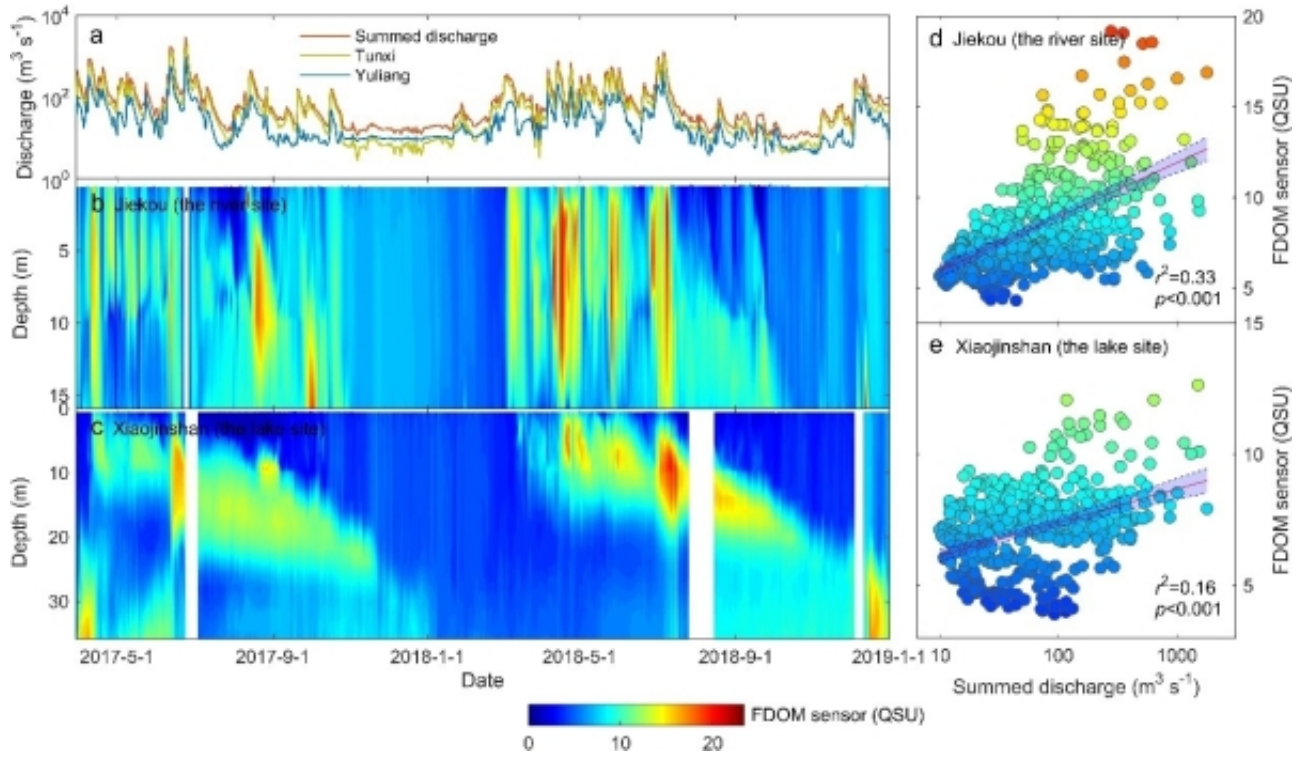


图1
高频荧光探头监测结果显示暴雨过程极大增加千岛湖街口及小金山站类腐殖酸物质输入荧光信号

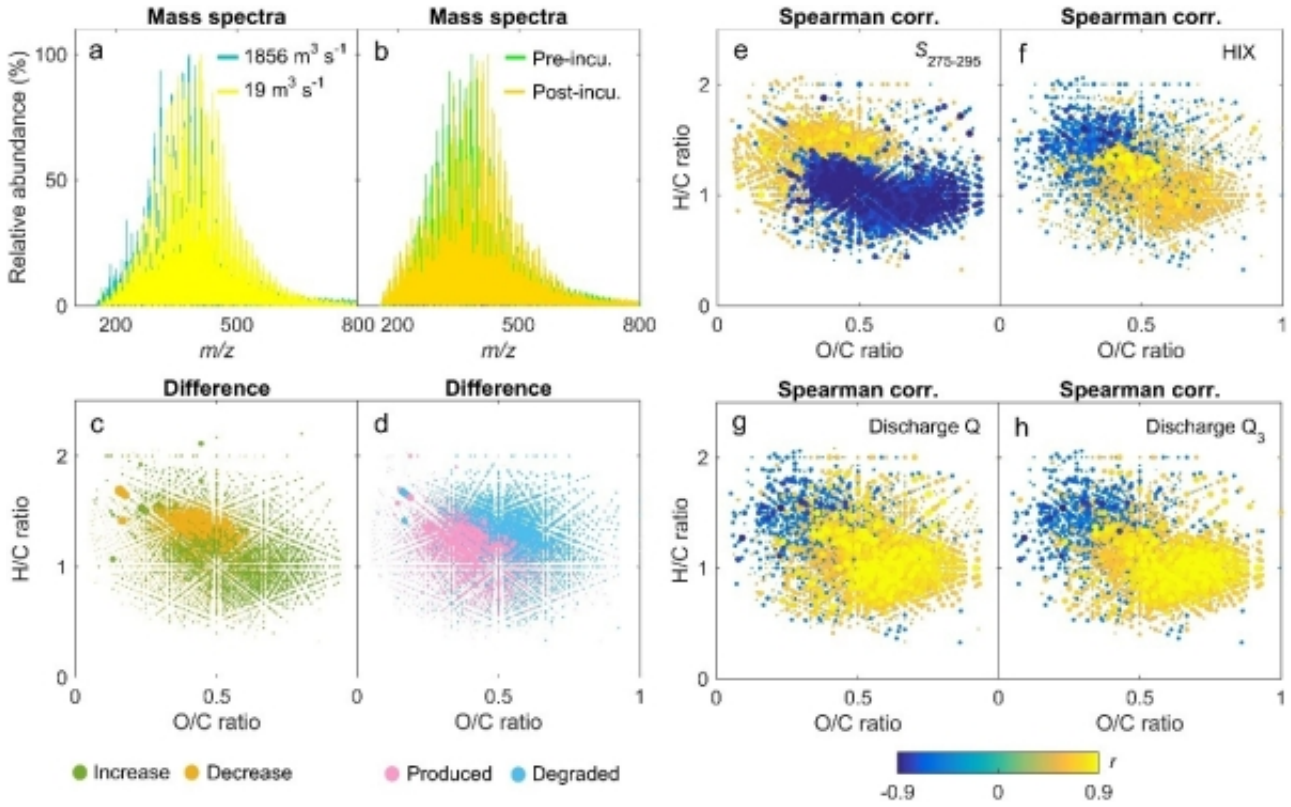


图2
超高分辨率质
谱丰枯与培养前后质谱组成
（a-d）及质谱分子相对丰度与光谱斜率$S_{275\text{-}295}$
（e）、腐殖化指数HIX（f）、采样当天上游来水量Q（g）及采样前三天来水量均值Q3（h）之间的Spearman相关系数

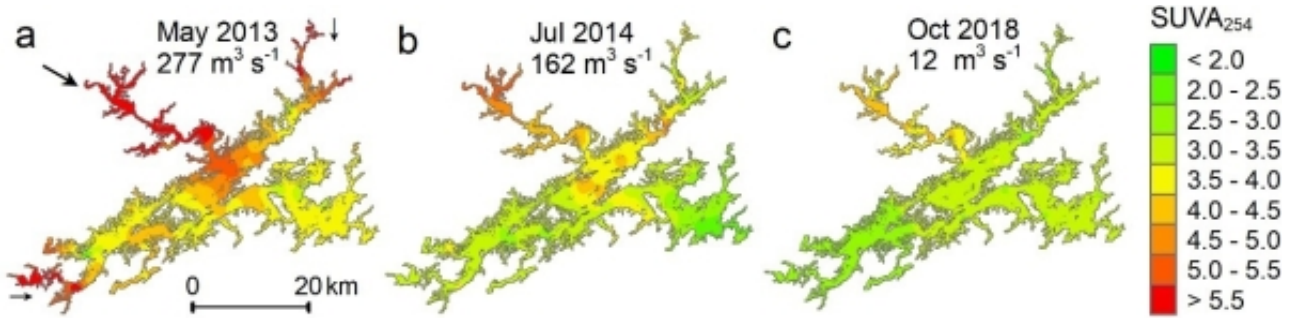


图3 不同来水情景下千岛湖比紫外吸收$SUVA_{254}$（指示CDOM芳香性水平）变化特征

研究团队单位：南京地理与湖泊研究所

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转发