
光和微生物联合作用下浅水湖泊水体中植物残体降解研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8184.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！

水生植物是湖泊生态系统中的重要组分，在净化水质、恢复水体生态功能等方面发挥重要作用。随着全球气候变暖、湖泊富营养化、沼泽化过程以及生态修复技术的推广运用，促进了湖泊中浅水区域中挺水等高等水生植物的生长。每到秋冬季水生植物大量衰亡，植物残体分解过程对湖泊系统生源要素循环有重要影响，甚至会导致草源性“湖泛”污染现象。因此，深入认识浅水湖泊中水生植物残体降解机理，有助于湖泊科学管理和治理修复。

尽管关于湖泊中植物残体分解的相关研究较多，但是以往的研究主要关注于植物残体在湖泊生态系统中的生物分解过程，植物残体的光降解过程常常被忽视，光对生物降解的影响更是未有报道。实际上，在天然水体中，强氧化性物质-活性氧物种（reactive oxygen species, ROS）在水体的光化学、氧化还原反应、有机质的降解及转化过程中发挥着重要作用。但是，目前并不了解水生植物衰亡期ROS的产生过程，特别是缺少对光和微生物共存条件下，产生的ROS对植物残体分解及微生物的影响。

中国科学院南京地理与湖泊研究所江和龙团队博士宋娜通过在室内设置不同的光降解和微生物降解条件下的微宇宙实验，包括：紫外+可见光降解组、紫外+可见光+微生物降解组、紫外降解组、紫外+微生物降解组、可见光降解组、可见+微生物降解组、单微生物降解组，同时设置室外自然光验证实验，在水生植物残体的降解期间（108天），持续测定残体生物量、纤维素、半纤维素及木质素的去除率、残体的化学组成变化、主要ROS（ $\cdot\text{OH}$, $^1\text{O}_2$ 和 $^3\text{CDOM}^*$ ）的产生速率及水体中细菌和真菌的群落组成变化。

主要研究结果表明：

（1）光辐射加速了浅水湖泊中植物残体的降解：室内微宇宙及室外自然光验证实验均表明，光和微生物联合降解作用下，植物残体的去除率显著高于单微生物和单光降解处理组（图1），尤其加速了植物残体组分中难降解组分木质素的去除。

（2）ROS在植物残体降解过程中发挥重要作用：在植物残体降解过程中，当水体中ROS被全部捕获而无ROS存在时，不同处理组下植物残体降解率降低25%-41%。三种主要降解难降解有机质的ROS-- $\cdot\text{OH}$, $^1\text{O}_2$ 和 $^3\text{CDOM}^*$ 在残体降解过程中持续产生，其中 $\cdot\text{OH}$ 的含量产生最多。经过统计分析进一步发现ROS含量与残体生物量、植物不同组分尤其是其中木质素组分去除率呈显著正相关关系（图2）。

(3) 光照改变了水生植物残体降解过程水体中微生物群落结构：本研究发现，水生植物残体降解过程中，光照的存在对微生物总量的影响并不显著，却对群落结构有着明显的改变（图3）。在光和微生物联合降解下，降解难降解有机质的特殊细菌（如Treponema和Magnetospirillum）和真菌（如Aspergillus）含量增加，同时，促进了某些产生ROS的微生物的生长。

在此基础上，研究人员构建了浅水湖泊水体中植物残体分解的光-微生物联合驱动机制。一方面，光照促使光敏性物质（主要为植物残体中的木质素组分、水体中的 NO_2^- 、 NO_3^- 等无机物质以及可溶性有机质）吸收质子产生ROS。这些具有强氧化性的活性自由基通过攻击植物残体，从而改变植物残体的化学组成，加速了植物残体组分中难降解物质的去除；另一方面，光辐射作用下，降解难降解有机质的微生物含量的增加，促进了植物残体的分解。水体中两种有机质矿化途径-光降解和微生物降解通过相互协同作用促进水体中植物残体的分解（图4）。

研究还发现，光降解和微生物降解对植物残体的短期和长期分解阶段产生的可溶性有机物（DOM）的组分也有着不同的影响（图5）。短期分解阶段，DOM主要通过植物残体的物理溶出以及易分解物质的释放产生，光降解和微生物降解对这一阶段DOM的化学组成差异性影响并不显著；而在长期分解阶段，光-微生物的联合降解促进了DOM中木质素类组分、缩合类化合物以及芳香族类化合物这一类难降解组分的分解，并且在这一过程中，ROS的产生同样发挥着促进其中难降解组分的去除的作用。

该研究首次揭示了光降解在浅水湖泊中植物残体的分解过程中发挥着双重作用，提出了基于光-微生物间相互作用的浅水湖泊水体中颗粒有机质分解机制。植物残体的分解是湖泊中碳的重要存贮库，该研究将有助于深入了解全球气候变化和区域环境变化下湖泊系统碳循环过程；另外，通过分析植物残体降解过程中ROS产生特征，对湖泊中新型污染物的环境行为及防控研究也有重要科学参考价值。

上述相关研究成果分别发表在环境科学和工程领域期刊Water Research(2020, 172: 115516)和Chemosphere(2020, 242: 125155)上。该研究受国家自然科学基金重点基金、面上基金、中科院创新交叉团队等资助。

文章链接：[12](#)

图1
不

同处理组下植物残体的去除率。(A)室内微宇宙实验；(B)自然光验证实验；(C)CO₂产生

图2ROS含量与植物残体生物量、纤维素、半纤维素和木质素去除率的相关关系图

图4 浅水湖泊中植物残体的光和微生物联合降解路径

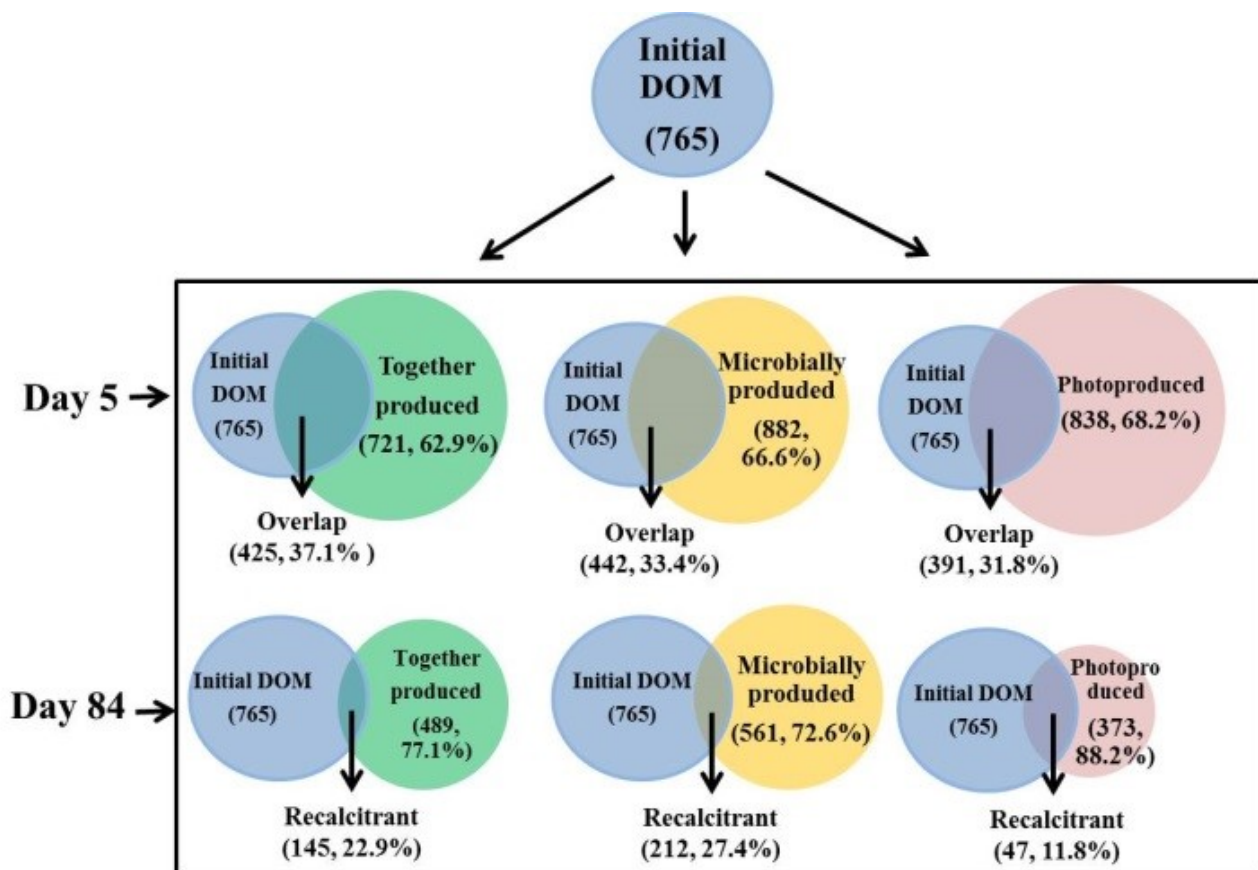


图5 短期分解阶段及长期分解阶段光-微生物联合降解处理组、微生物降解处理组及光降解处理组产生的DOM组分对比图

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](http://www.iikx.com)转发