重大突破

南京地湖所在富铁湖泊中好氧甲烷氧化菌的厌氧生存机制研究方面取得进展

文章来源：南京地理与湖泊研究所 | 作者： | 发布时间：2023-03-22 | 【打印】

甲烷是仅次于二氧化碳的全球第二大温室气体，百年尺度内单分子增温效应是二氧化碳的近30倍，对全球变暖有重要贡献。微生物驱动的甲烷氧化过程对削减甲烷释放扮演着关键角色，其中好氧甲烷氧化菌长期被认为依赖氧气作为电子受体、以甲烷为唯一碳源和能源生存。近年来许多研究表明好氧甲烷氧化菌在厌氧环境中依然大量存在，甚至具备转录活性，这些发现预示着全球甲烷汇可能被大量低估。然而，好氧甲烷氧化菌的厌氧生存机制和生态贡献仍不清楚。

针对该科学问题，中国科学院南京地理与湖泊研究所吴庆龙研究员团队以典型富铁湖泊抚仙湖为研究对象，通过微生物富集培养、稳定同位素核酸探针（DNA-SIP）、宏基因组测序等技术手段揭示了好氧甲烷氧化菌在氧限制条件下的代谢途径；通过RNA水平的扩增子测序、高分辨孔隙水采集（HR-Peeper）、地球化学模型、稳定同位素示踪等技术手段进一步评估了活性好氧甲烷氧化菌在原位环境中对甲烷削减的贡献。具体研究结果如下：

在甲烷为唯一碳源的富集体系中，好氧甲烷氧化菌Methylomonas与甲基营养型细菌Methylophilus、异养细菌Pseudononas等组成甲烷氧化功能群组，在氧限制条件下以铁氧化物作为替代电子受体氧化甲烷。该功能群组内，好氧甲烷氧化菌Methylomonas通过丙酮酸发酵途径将甲烷转化为乙酸等小分子有机物为异养细菌提供碳源，后者通过胞外电子传递（特别是电子穿梭体核黄素的分泌）还原铁氧化物。RNA水平的扩增子测序结果显示富集体系中的关键微生物类群在原位厌氧沉积物中依然具备转录活性，而ANME-2d、NC-10等厌氧甲烷氧化微生物几乎不具备转录活性。沉积物地球化学证据进一步表明该活性甲烷氧化功能群组以铁氧化物作为替代电子受体削减了抚仙湖40.3%的甲烷释放。该研究对全面认识微生物驱动的甲烷氧化过程、准确评估全球甲烷收支具有重要科学意义。

相关研究成果以Iron oxides act as an alternative electron acceptor for aerobic methanotrophs in anoxic lake sediments为题，发表在环境科学与生态学重要期刊Water Research上。通讯作者是吴庆龙研究员和邢鹏研究员，第一作者是李彪博士，该研究得到国家自然科学基金、江苏省碳达峰碳中和科技创新专项等资助。

论文链接：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135423002683

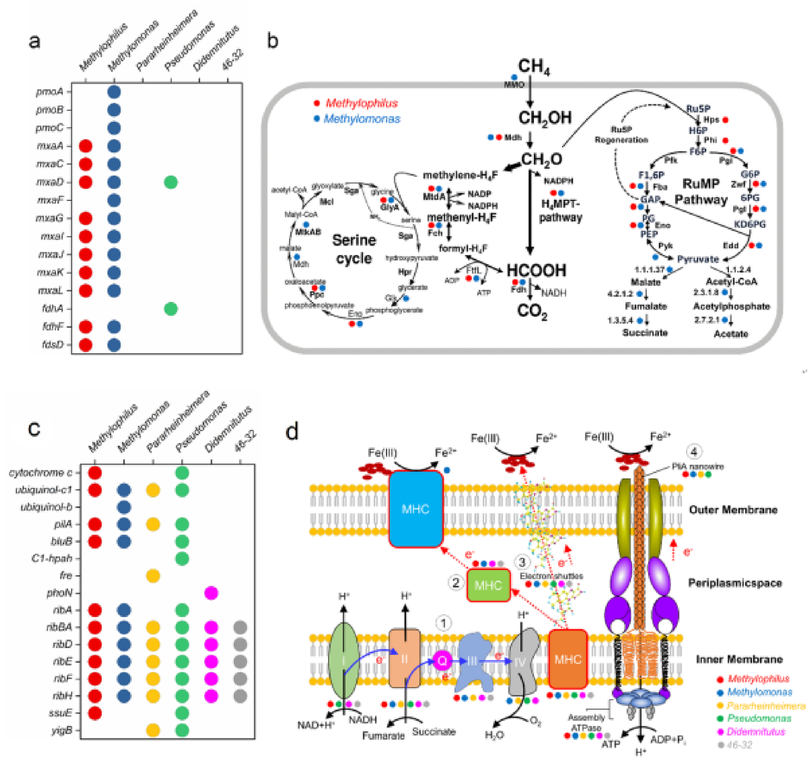

图1 富集物中（a-b）甲烷氧化和（c-d）电子传递相关功能基因及其代谢通路

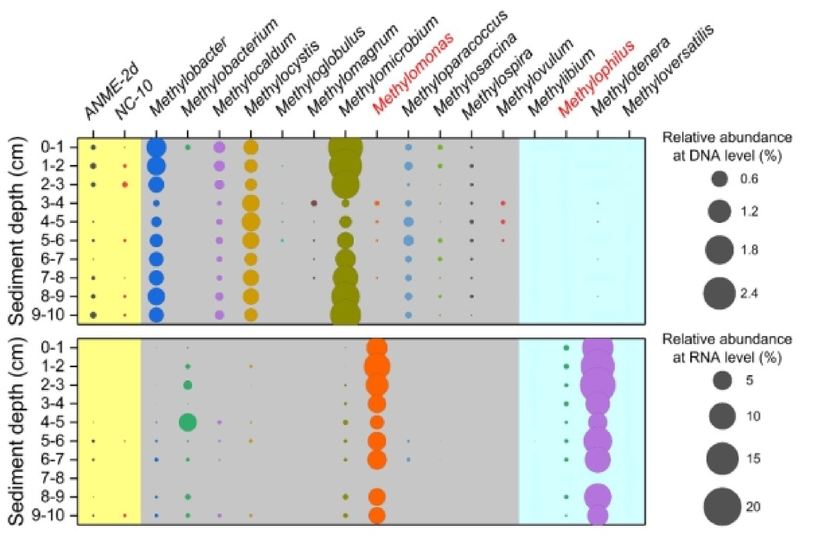

图2 DNA及RNA水平上厌氧甲烷氧化菌（黄色背景）、好氧甲烷氧化菌（灰色背景）及甲基营养型细菌（青色背景）的分布特征

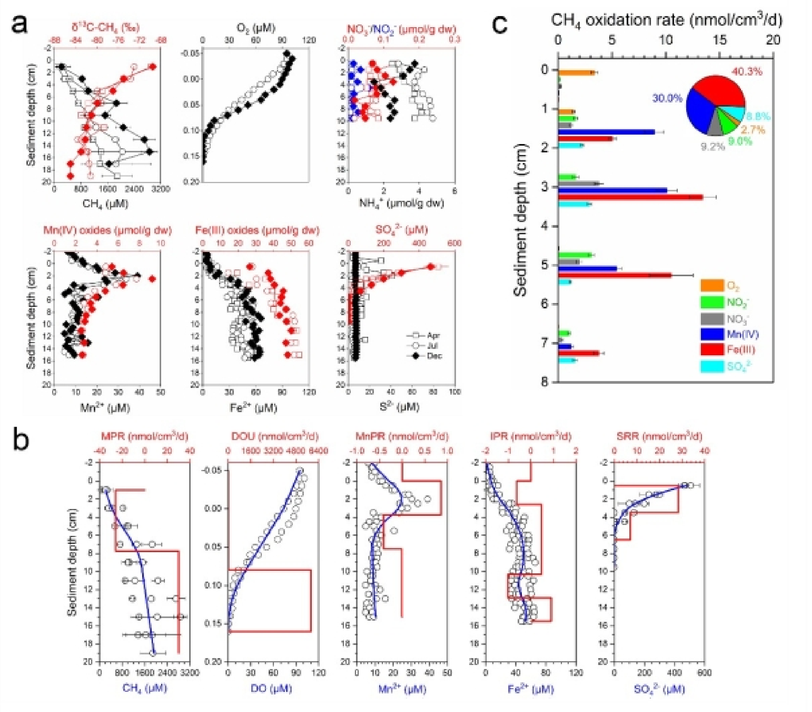

图3 抚仙湖沉积物原位地球化学特征及基于稳定同位素示踪的甲烷氧化速率

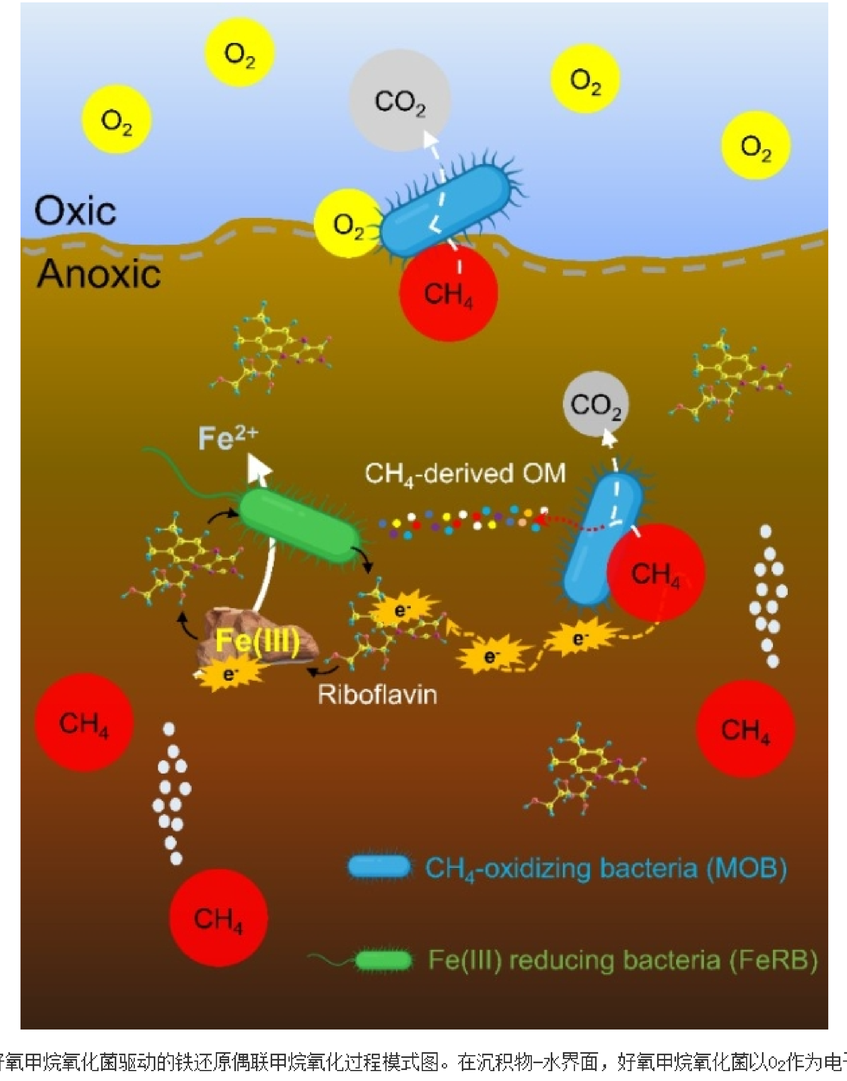

图4 好氧甲烷氧化菌驱动的铁还原偶联甲烷氧化过程模式图。在沉积物-水界面，好氧甲烷氧化菌以O_2作为电子受体独立驱动甲烷氧化过程。在厌氧环境中，好氧甲烷氧化菌与铁还原菌组成功能群组共同驱动甲烷氧化过程，前者将甲烷转化为小分子有机物为后者提供碳源，后者经胞外电子传递完成铁还原

中国科学院 CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
版权所有 © 中国科学院南京分院 苏ICP备05004321号
网站标识码:bm48000014 京公网安备11040250004 7号
地 址：南京市北京东路39号 邮政编码：210008
联系电话：025-83367159 电子邮箱：office@njbas.ac.cn
政府网站找错 举报中心 南京分院微信公众号