

· (微)生物地球化学过程与物质循环 ·

湖泊和海湾生态系统中类蛭弧菌和细菌群落结构及其生物地球化学功能

梁小兵, 曾佳, 陆婷

中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002

类蛭弧菌 [*Bdellovibrio*-and-like organisms (BALOs)]可能重塑细菌的群落结构。类蛭弧菌为格兰氏阴性、捕食性细菌。影响其它细菌的致死率而可能改变细菌的群落结构,包括环境中的致病菌副溶血弧菌、创伤弧菌和霍乱弧菌等。1962年首次报道发现了蛭弧菌。目前将与蛭弧菌具有相似生活特性的一类细菌称为“类蛭弧菌”。根据耐盐性,将蛭弧菌分为两大类,即淡水或陆地类群和海洋或噬盐类群。淡水/陆地类群生长在淡水和土壤环境中,要求 NaCl 含量 < 0.5% 的环境;海洋或噬盐类群发现于海洋、海湾和盐湖,要求 NaCl 含量 > 0.5% 的环境。类蛭弧菌广泛分布于海洋、淡水和陆地生态系统中并具有广泛的多样性。通过全球范围的研究,蛭弧菌分为 13 个类群(Cluster)。但该分类还缺少足够的亚洲区域的数据。该项研究又增加了一个新的类群。细菌在溶解有机质和颗粒有机质的矿化过程中起重要作用。Proteobacteria 和 *Cytophaga-Flavobacterium* 类群通常是湖泊、河流和海洋表层水的主要异养菌群落。Proteobacteria 的很多类群是类蛭弧菌的被捕食细菌。通过选择性捕食作用,类蛭弧菌可能改变 Proteobacteria 的群落结构。

从中国的滇池、百花湖和阿哈湖和美国的阿帕拉契科拉海岸湿地、入海河流和海湾中分离出类蛭弧菌。三个湖泊受到的污染程度不同,具不同的富营养化水平。阿帕拉契科拉海湾污染相对较少、比较清洁和具有较高生产力水系。生蚝的产量占全美的 10% 并出产鱼翅和蓝蟹。阿帕拉契科拉河是美国第 21 条大河。用双层胶方法并使用副溶血弧菌菌株 P-5 及从样品中分离鉴定的肠杆菌 (*Enterobacter*) 和硝化菌为被捕食细菌从水和沉积物中分离类蛭弧菌。经过两次固体和液体培养后,培养液分别通过 0.8、0.45 和 0.2 μm 的滤膜除去被捕食

细菌。离心收集类蛭弧菌菌体,使用针对 16S rRNA 基因的 27F-1492R 引物对和设计的类蛭弧菌特异性引物对,扩增相应的 DNA 片段。经纯化后双向测定 DNA 序列。以地细菌 (*Geobacter*) 为外类群(outgroup)构建类蛭弧菌的系统发生树。用荧光原位杂交和 DAPI 染色直接计数的方法分析细菌群落。溶解有机碳(DOC)等参数按文献报道的方法进行。运用扫描热分析仪测定有机质的结构特征谱。

研究表明,类蛭弧菌在不同生态环境有不同的群落结构。阿帕拉契科拉海岸湿地有三个类蛭弧菌类群(IV、VI 和 XV)与两个新的核糖体类型的类蛭弧菌。它的类蛭弧菌群落结构不同于入海河流和海湾。新类群 XV 仅发现于阿帕拉契科拉海岸湿地。两个采样点分离得到 5 个高度相似(98%~99%)类群的菌株(基因库的接入号: EU443961 到 EU443964 和 EU443967)。类蛭弧菌类群具季节性分布特征,如类群 V 在春季被检测出而夏季却未见。 α -、 β -和 γ - proteobacteria 及 *Cytophaga-Flavobacter* 类群丰度和群落组成的分布和季节均有不同。*Cytophaga-Flavobacter* 类群与有机质降解有关,表明这一海湾此类微生物占较大比例。海湾的湖泊中细菌具垂直分布特征。细菌丰度与 DOC 显著正相关。获得部分从泊中分离的蛭弧菌菌株,它们在环境中的存在只是通过克隆技术所得的 DNA 序列信息来确定的。

16S rRNA 基因序列的研究表明海湾和淡水湖泊的不同生态系统中类蛭弧菌具有不同的群落结构。不同富营养化水平的湖泊以及海湾的不同环境类型的类蛭弧菌和细菌的群落组成具有差异。独特的海岸湿地环境造成了高度多样性和特殊基因类型的类蛭弧菌类群。揭示了海湾生态系统中海岸湿地的生态功能和环境影响。

基金项目:国家重大基础研究项目(2006CB4003200);国家自然科学基金项目(40473050);美国国家自然科学基金项目(0531523)的资助。