

全球趋磁细菌数据库的建立

林巍^{①②}, 李陞^{①②}, 潘永信^{①②}

① 中国科学院地质与地球物理研究所, 中国科学院地球深部重点实验室, 北京 100029;

② 中-法生物矿化与纳米结构联合实验室, 北京 100029

2010-09-13 收稿, 2010-11-05 接受

国家自然科学基金(40821091)、中国科学院知识创新工程青年人才领域前沿项目(80912910)和中国科学院创新团队国际合作伙伴计划(KZCX2-YW-T10)资助

摘要 趋磁细菌是研究生物矿化的模式微生物。鉴于磁小体在生物矿化、Fe 生物地球化学循环、沉积剩磁、环境指示和磁性材料方面的重要性, 趋磁细菌研究已成为微生物学、地球科学和材料科学共同关注的重要课题。本文搜集并整理了截至目前全球趋磁细菌的实验观测数据, 建立了首个综合性的趋磁细菌数据库。数据库包括了已发表的趋磁细菌 16S rRNA 基因序列、特异性探针、特异性 PCR 引物、磁学性质以及采样地点环境物理化学性质等信息。数据库为趋磁细菌的数据共享和学科交叉研究提供了重要平台。

关键词

趋磁细菌
生物矿化
数据库

微生物矿化(即微生物参与矿物形成的过程)是当前国际上最为活跃的前沿研究方向之一^[1]。微生物矿化在自然界十分普遍, 根据微生物对矿物形成调控机制的不同, 可以简单划分为微生物诱导矿化和微生物控制矿化 2 种类型^[2]。趋磁细菌是微生物控制矿化的代表性微生物, 它们是一类能够沿着磁场方向定向运动的细菌, 广泛分布在湖泊和海洋环境中^[3]。趋磁细菌的显著特征是在细胞内控制矿化合成纳米级(35~120 nm)的磁性矿物, 通常是磁铁矿(Fe_3O_4)或胶黄铁矿(Fe_3S_4), 被称为磁小体。磁小体颗粒粒度均一、化学纯度高、由生物膜包裹并在细胞内呈链状排列, 它们在趋磁细菌的生理活动和进化中发挥重要作用^[3]。目前, 趋磁细菌已成为研究生物矿化机制、生物感知地磁场机理、早期地球或地外生命等重大科学问题的焦点。此外, 趋磁细菌

还在元素地球化学循环、沉积物剩磁、古环境重建和现代生物医学等方面具有重要的研究价值。

自 20 世纪 70 年代发现趋磁细菌以来, 中外科学家对趋磁细菌的生态学、分子生物学、基因组学、磁学等研究已取得一系列重要进展, 磁小体在医学和材料学领域也展现出诱人的应用潜力^[2,3]。截止到 2010 年 3 月, 已发表 600 多篇研究论文; 全世界已有 7 个国家超过 30 个地点发现趋磁细菌; 已有 10 余株趋磁细菌在实验室成功培养; 已公布 200 余条趋磁细菌的 16S rRNA 基因序列; 已有 5 株趋磁细菌基本完成全基因组测序; 已发表 3 对趋磁细菌特异性 PCR 引物和 20 个荧光原位杂交(FISH)探针; 对已培养和未培养趋磁细菌也进行了详细的磁学性质研究。对趋磁细菌的研究同时促进了一些新的学科交叉研究领域的产生, 如趋磁细菌的生

物矿化、趋磁细菌的微生物地理学、趋磁细菌的比较基因组学与进化分析, 以及基于化石磁小体的古环境和古气候重建研究等。

由于趋磁细菌研究所涉及的学科多、领域广、信息量大, 使得相关原始数据和科研信息的查找和搜集较为困难, 耗时且易出错, 这在一定程度上限制了趋磁细菌研究。20 世纪 60 年代后期发展起来的数据库技术为综合信息管理提供了重要保障, 建立多学科共享的趋磁细菌研究的综合性数据库不仅必要, 而且可行。但目前国际上尚无此类数据库。最近, 中国科学院地质与地球物理研究所生物地磁学与生物矿化实验室系统搜集并整理了已有的趋磁细菌研究的实验数据, 建立了第一个全球综合性趋磁细菌数据库(database of magnetotactic bacteria, DMTB), 其宗旨就是促进趋磁细菌研究的信息共享, 及时准确地提供

英文版见: Lin W, Li B, Pan Y X. DMTB: A comprehensive online resource of 16S rRNA genes, ecological metadata, oligonucleotides, and magnetic properties of magnetotactic bacteria. Chinese Sci Bull, 2011, 55, doi: 10.1007/s11434-010-4275-0

趋磁细菌研究的最新进展,推动趋磁细菌相关的多学科交叉研究的进步。

图 1 概括了趋磁细菌数据库所涵盖的主要内容。该数据库于 2009 年 10 月 22 日首次发布,截至 2010 年 3 月 28 日更新,数据库的内容已包括 262 条趋磁细菌 16S rRNA 基因序列及详细信息、23 条“暂定趋磁细菌”(Potential MTB)16S rRNA 基因序列、30 个采样地点的基本信息和环境物理化学性质、20 条趋磁细菌的特异性 FISH 探针、3 对趋磁细菌的特异性 PCR 引物和 10 组趋磁细菌样品的详细磁学性质。数据库所涵盖的主要内容可通过 4 个主要一级目录 Site sort, Phylo sort, Oligonucleotides 和 Magnetic properties 获得。

为了方便使用,本趋磁细菌数据库支持关键词搜索,包括地点名称、序列名称、序列 GenBank 登录号、系统发育地位、探针名称、引物名称、菌种名称和参考文献第一作者名等。数据库还支持用户递交趋磁细菌相关信息,进入网站 Submission 页面,下载数据递交表单(Excel 格式),填写相关信息后可直接递交到管理员邮箱。数据库还具有用户在线反馈(Feedback)功能,用户可向数据库管理员反馈意见和建议,用户只需在反馈栏中填写意见,点击递交(submit comments)即可直接发送给数据库管理员。

趋磁细菌数据库将根据趋磁细菌文献的发表进行及时的更新。数据库每年会进行 1~2 次系统升级。近期计划添加下列内容:(1) 趋磁细菌研究方法(protocols),如趋磁细菌培养方法、常用培养基成分、未培养趋磁细菌的收集方法、趋磁细菌 FISH 技

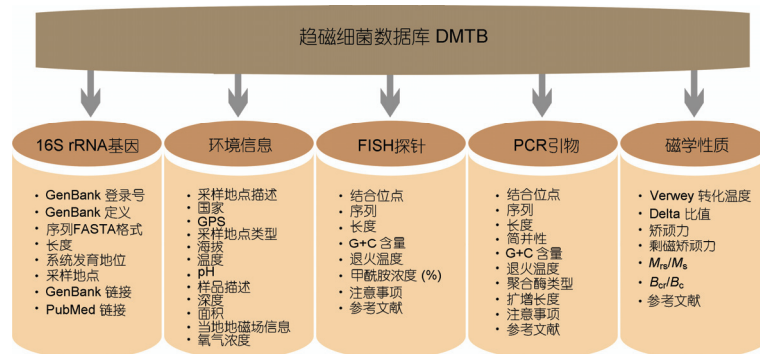


图 1 趋磁细菌数据库所涵盖的主要内容

FISH, 荧光原位杂交; M_s , 饱和磁化强度, M_{rs} , 剩余饱和磁化强度; B_c , 矫顽力; B_{cr} , 剩磁矫顽力

术、用于分子生物学和磁学测量的样品准备方法以及磁学测量流程等;(2) 北京地区趋磁细菌的光学和电子显微镜照片;(3) BLAST 搜索同源序列功能和序列多重比对功能等。

近年来由于微生物生物地理学的兴起和发展,微生物的多样性与环境因素的关系逐渐成为研究的热点^[4,5]。因此,在本趋磁细菌数据库中,除了对趋磁细菌进行系统发育分类(phylo sort)外,还依据不同采集地点进行分类(site sort),并搜集整理了采集地点的环境信息,这为研究趋磁细菌生物地理学提供了基础数据,也便于读者全面了解趋磁细菌样品的环境信息。

本趋磁细菌数据库还提供了其他常用数据库以及趋磁细菌与生物矿化研究单位网站的链接。目前包括 2 个综合性数据库即美国国立生物技术信息中心(NCBI)和法国 Magnetifying Genomes Microbial Genome Annotation System (MeGa), 6 个 rRNA 相关的数据库和 11 个趋磁细菌与生物矿化研究组网站的链接。此外,

本数据库还及时发布与趋磁细菌和生物矿化相关的国内外会议信息。

综上,本数据库包含了与趋磁细菌相关的 16S rRNA 基因序列、细菌发现地点及环境信息、PCR 特异性引物、FISH 特异性探针和磁学性质等详细数据和信息,还链接了 GenBank 数据库和 PudeMed 数据库,构成了一个全面的、非冗余的趋磁细菌数据库。趋磁细菌数据库中信息经过人工检查,保证了数据的可靠性和准确性。该数据库为生物学家、生态学家、地球物理学家、地质学家、物理学家、化学家和材料学家研究趋磁细菌与生物矿化提供了一个快捷而实用的数据共享/综合研究的平台。根据 CNZZ 数据统计,趋磁细菌数据库自 2009 年 10 月 22 日发布至今(2010 年 3 月 28 日),已有 17 个国家或地区 632 位访客访问该网站,总浏览量超过 4000 次。

本趋磁细菌数据库的访问网址为 <http://database.biomnsl.com/>。

致谢 作者诚挚地感谢法国研究中心马赛结构生物学-微生物学研究所吴龙飞研究员对初稿提出的宝贵意见。

参考文献

- 1 崔福斋. 生物矿化. 北京: 清华大学出版社, 2007
- 2 潘永信, 邓成龙, 刘青松, 等. 趋磁细菌磁小体的生物矿化作用和磁学性质研究进展. 科学通报, 2004, 49: 2505-2510
- 3 Faivre D, Schuler D. Magnetotactic bacteria and magnetosomes. Chem Rev, 2008, 108: 4875-4898
- 4 Martiny J B H, Bohannan B J M, Brown J H, et al. Microbial biogeography: Putting microorganisms on the map. Nat Rev Microbiol, 2006, 4: 102-112
- 5 Green J L, Bohannan B J M, Whitaker R J. Microbial biogeography: From taxonomy to traits. Science, 2008, 320: 1039-1043