

# 第二次青藏高原综合科学考察研究

## 快 报

2022 年第 8 期（总第 36 期）

第二次青藏高原综合科学考察研究队

2022 年 7 月 10 日

### 青藏高原冰川微生物及其基因组资源 数据集公布

2022 年 6 月 27 日，“生物多样性保护与可持续利用”任务“高原微生物多样性保护与可持续利用”专题研究团队，在国际著名学术期刊《自然-生物技术》(Nature biotechnology) 上发表了青藏高原冰川微生物基因资源的最新研究成果。刘勇勤为本研究第一作者，刘勇勤和中国科学院微生物研究所骆迎峰副研究员为本研究共同通讯作者。

青藏高原冰川是微生物的天然存储器，封存了不同历史时期的微生物。微生物作为冰川的主要生命类群驱动生态系统的碳氮元素循环，并在冰川消融时随冰川融水向下游释放。低温、强紫外辐射等极端环境条件塑造了冰川独特的物种类型，然而全球变暖导致冰川快速消融，适应冰川环境微生物的多样性降低，冰川特有微生物资源丧失。

研究团队系统论述了青藏高原冰川表面雪、冰、冰尘（散落在冰川表面由矿物质、有机质和微生物组成的聚合物）中微生物多样性和功能。基于青藏高原 21 条冰川 85 个宏基因

组，及分离自青藏高原冰川的 883 个细菌基因组，构建了首个青藏高原冰川微生物基因组及基因数据集 (TG2G)，并在中国国家组学数据百科全书 (NODE) 平台进行公开。

TG2G 基因集共包括 3241 个冰川微生物 (细菌和古菌) 基因组 (包括宏基因组装基因组和纯菌基因组)，分属 30 个门、69 个纲下 475 属和 968 种 (图 1a)。与极地海洋、地球微生物数据库和物种分类数据库中的基因组数据相比，88.3%-100% 的青藏高原冰川微生物为潜在新种，且以主要分布在单一冰川的特有种为主，具有较强的空间和生境特异性。冰川消融将会加速青藏高原冰川微生物多样性的损失。

TG2G 基因集中 15954 个基因与次级代谢产物合成相关 (图 1b)，只有 8.4% 存在于现有数据库中，说明其中大量的功能新颖的次级代谢产物。次级代谢产物指是不直接涉及到生命正常生长、发育或繁殖的有机化合物，但对生物之间的相互作用和环境适应性具有重要作用。萜类合成相关基因是青藏高原基因组数据中多样性最高的次级代谢产物合成基因类型，可能与微生物合成色素以抵御紫外辐射、捕获光能等需求有关。

青藏高原冰川变形菌、厚壁菌和放线菌携带了生物膜合成、细胞运动及细胞毒素合成的相关基因，这是微生物适应冰川环境和微生物与捕食者相互作用机制的一部分，其中部分毒力因子与人类和动植物接触时可能造成影响，但其风险有待基于这些潜在致病微生物的丰度、致病风险及其与下游生态系统接触后的相互作用机制进行进一步的评估。396 个

基因组中的潜在致病因子位于基因移动原件（如质粒和噬菌体）的操控之下（图 1c）。这些移动原件可能加速潜在致病因子在不同细菌中扩散，增加冰川消融时所释放的微生物对下游生态系统的影响。

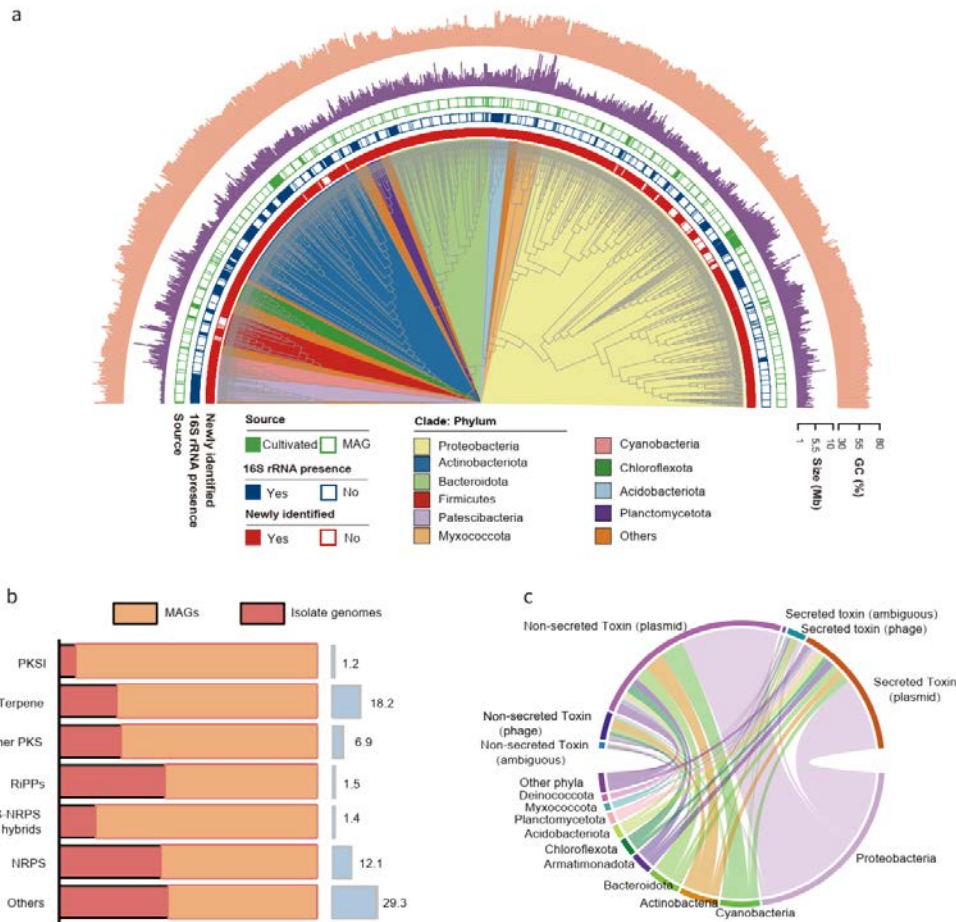


图 1 青藏高原冰川微生物基因集概况

- a. 获得的宏基因组组装基因组(MAG)和纯菌基因组的物种分类和进化关系； b. 基因集中的次级代谢产物合成相关基因的分类及其比例； c. 基因集中的移动原件与毒素基因的关联

TG2G 数据集建立了冰川环境微生物的数据处理与比较的标准化流程。当用基因集作为宏基因组测序组装模板时，可将平均序列组装比例从 68% 提高至 85%，有效提高测序数

据的利用率。同时，TG2G 的分析流程也可用于与全球冰川微生物基因组的比较研究。研究进一步用流程分析了北极和阿尔卑斯冰川微生物宏基因组数据，获得了代表 215 个新种的 405 个冰川微生物基因组。比较研究后发现青藏高原与北极和阿尔卑斯地区冰川微生物群落组成具有显著差异，青藏高原和北极冰川藻类（绿藻和红藻）相对丰度类似，但均显著低于阿尔卑斯。冰尘富集了核酸与脂类代谢合成的相关基因，而雪冰中则具有更多与次级代谢产物合成及辅酶合成相关基因，这可能由不同生境的环境选择压力差异驱动。

原文链接：<https://doi.org/10.1038/s41587-022-01367-2>

---

**主送：**第二次青藏科考领导小组办公室、项目管理办公室、专家咨询委员会、总体专家组、中科院第二次青藏科考领导小组办公室、科考队依托单位、西藏、青海、甘肃等第二次青藏科考领导小组办公室及服务保障机构

**分送：**第二次青藏科考 10 大任务及各专题，成果第一及通讯作者

---

第二次青藏高原综合科学考察研究队办公室

总编：安宝晟 聂晓伟 余健

编辑：王伟财 李久乐 王传飞 赵华标 张强弓 郭燕红

电子邮箱：[step@itpcas.ac.cn](mailto:step@itpcas.ac.cn)

网址：<http://www.step.ac.cn>

联系电话：010-84249468；传真：010-84249468

通信地址：北京市朝阳区林萃路 16 号院 3 号楼，中国科学院青藏高原研究所，100101

---