

보 도 자 료



◆ 2025. 8. 18.(월)

◆ 총 8쪽 (본문 2쪽, 첨부 8쪽)

※ 8. 18.(월) 18:00 이후 보도하시기 바랍니다.

김옥선 생명과학연구본부 책임연구원 ☎ 032-760-5531

강민구 홍보실장 ☎ 032-770-8631

김창석 홍보실 선임행정원 ☎ 032-770-8637

남극 빙하 아래 호수에서 수천 년을 살다보니

극지연, 세계 최초 빙저호 미생물의 유전적 고립과 대사 비밀 규명

- 극지연구소(소장 신형철)는 미국과 공동연구를 통해 서남극 빙하 아래 메르세르 빙저호에서 수천 년 동안 외부와 단절된 채 진화한 새로운 미생물을 발견하고 생존전략을 규명했다고 밝혔다.
- 빙저호는 남극과 북극의 두꺼운 빙하 아래 존재하는 호수로, 고립된 환경에서 장기간에 걸쳐 독특한 진화를 겪기 때문에 과학적 가치가 높다. 그러나 막대한 탐사 비용과 기술적 난이도 탓에 온전한 시료 확보 사례는 극히 드물다.
- 극지연구소 김옥선 박사 연구팀은 미국 몬태나 주립대학교 존 프리스쿠(John Priscu)교수, 플로리다 대학교 브렌트 크리스트너(Brent Christner) 교수 등으로 구성된 공동 연구팀과 함께 서남극 1,087m 두께의 빙하 아래에 있는 메르세르 빙저호(Subglacial Lake Mercer, 84.661°S, 149.677°W)를 탐사하고 확보한 시료를 분석했다.
- 탐사는 미국팀 주도로 2018-19년에 이뤄졌으며, 분석은 우리 연구팀이 주도했다. 청정 열수시추(hot-water drilling) 기술을 이용해 오염 없이 빙저호 시료를 확보한 것은 2013년 월란스 빙저호 이후 인류 역사상 두 번째이다.
- 메르세르 빙저호에서 확보한 1,374개의 단일세포 유전체 분석 결과, 대부분

해양·지표 미생물과 유전적으로 고립된 새로운 종이 발견됐다. 이들은 산소 농도에 따라 다양한 에너지를 활용하는 방식으로 살아남았으며 이러한 차이는 군집 구조에서도 나타났다. 극지연구소 황규인 박사는 “대사적 유연성이 암흑·저영양·고압의 환경에서 미생물들이 수천 년간 생존할 수 있었던 핵심 요인”이라고 설명했다.

- 연구팀은 세계 최초로 빙저호 시료에 단일세포 유전체 분석을 적용해, 극히 적은 생물량에서 유전체 수준의 분석을 구현했다. 앞서 윌란스 빙저호 (Subglacial Lake Whillans)에서 예상외로 다양한 미생물이 발견*된 이후, 한 단계 더 진전된 것이다. 단일세포 유전체 분석은 우리 연구팀 제안으로 시작됐으며, 빙저호 연구를 한층 끌어올린 성과로 평가된다.

* A microbial ecosystem beneath the West Antarctic ice sheet(Christner et al., 2014. Nature)

- 이번 성과는 남극의 초극한 환경에서 생명체가 어떻게 적응, 진화하는지 규명했을 뿐 아니라, 얼음 아래 바다가 존재하는 유로파(Europa), 엔셀라두스(Enceladus) 등 외계 천체의 생명 가능성 연구에도 기초 자료로 활용될 수 있다.

- 이번 연구는 극지연구소와 미국 과학재단의 SALSA(Subglacial Antarctic Lake Scientific Access) 프로젝트 지원으로 수행됐으며, 연구 결과는 국제 학술지 Nature Communications에 8월 게재됐다.

* doi: 10.1038/s41467-025-62753-3

- 신형철 극지연구소 소장은 “우리 연구팀의 아이디어와 미국의 탐사 기술이 만나서 거둔 성과”라며, “남극에는 아직도 인간이 접근하지 못한 600여 개의 빙저호가 존재한다. 이번 연구를 바탕으로 앞으로도 국제 협력을 강화해 미지의 극지 생태계를 개척하는 데 선도적 역할을 하겠다.”라고 말했다.

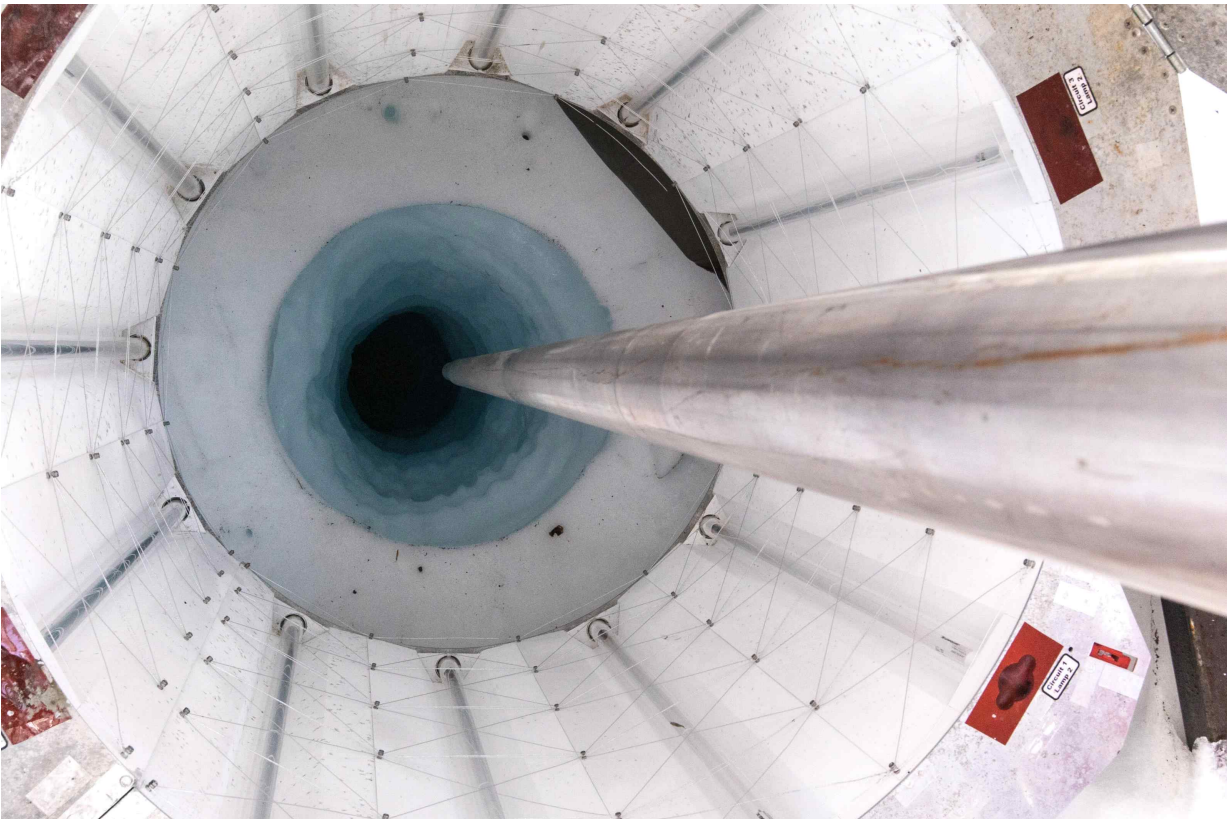
붙임1. 빙저호 탐사 현장 스케치

붙임2. 메르세르 빙저호 연구결과 설명자료

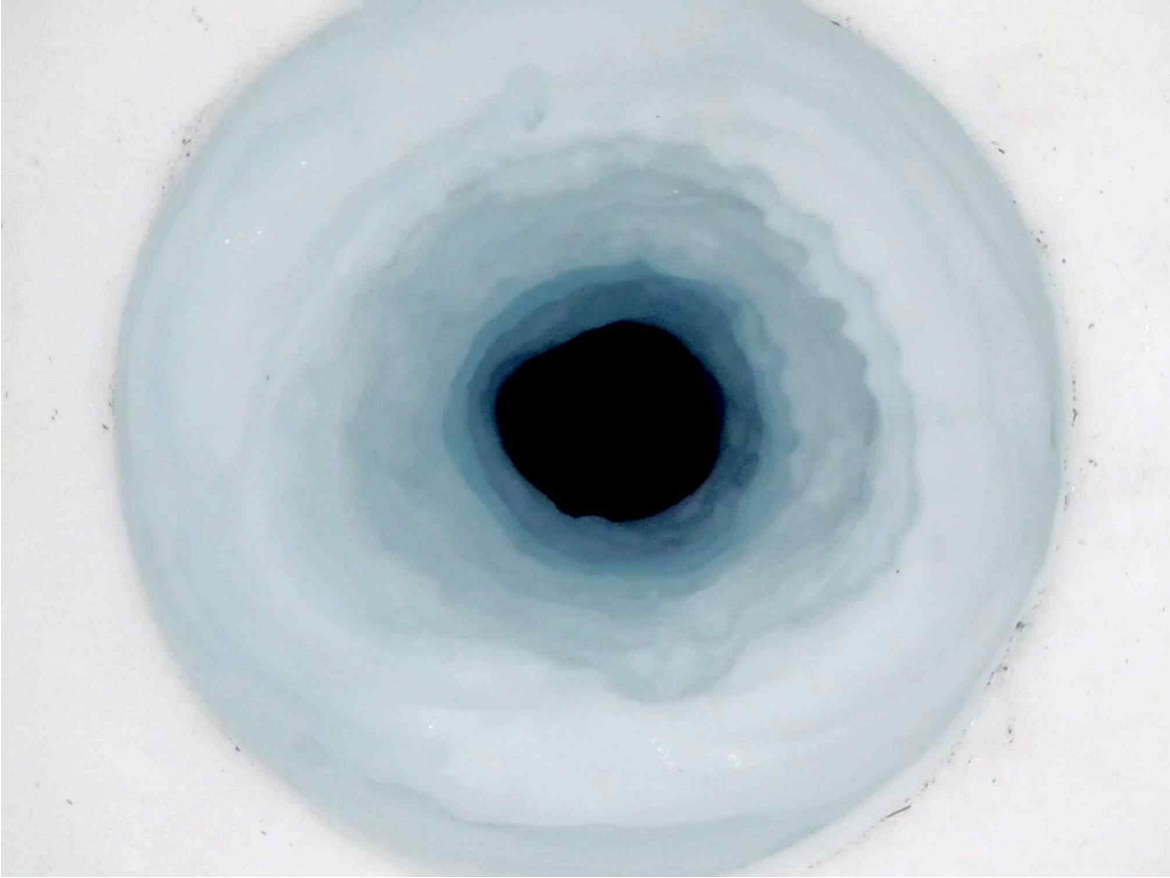
붙임3. 관련 영상



2018년 12월 빙저호 메르세르 현장탐사 캠프 전경 (Billy Collins, 존 프리스쿠 교수 제공)



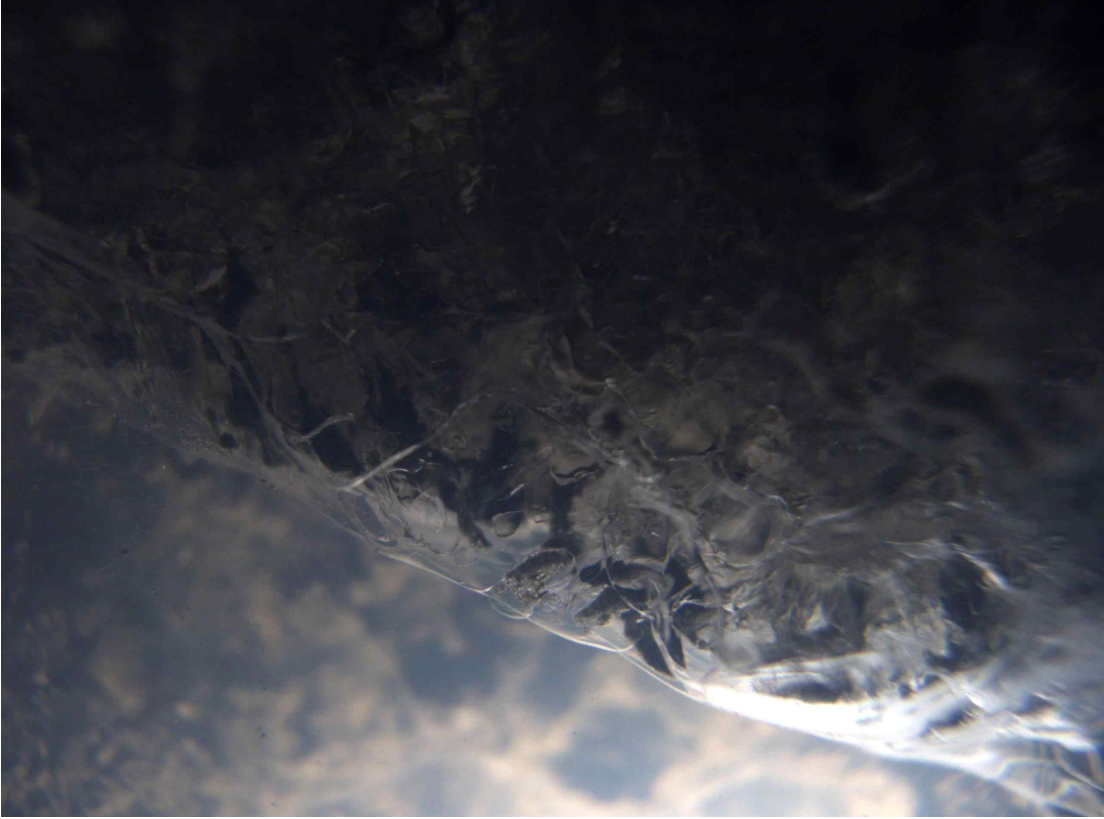
시추공에 열수시추기 투입된 모습과 외부에서의 오염원 유입을 막기 위하여 설치된 UV 차단막(Billy Collins 사진, 존 프리스쿠 교수 제공)



시추공 상단. 직경 약 40cm. (Kathy Kasic 사진, 존프리스쿠 제공)



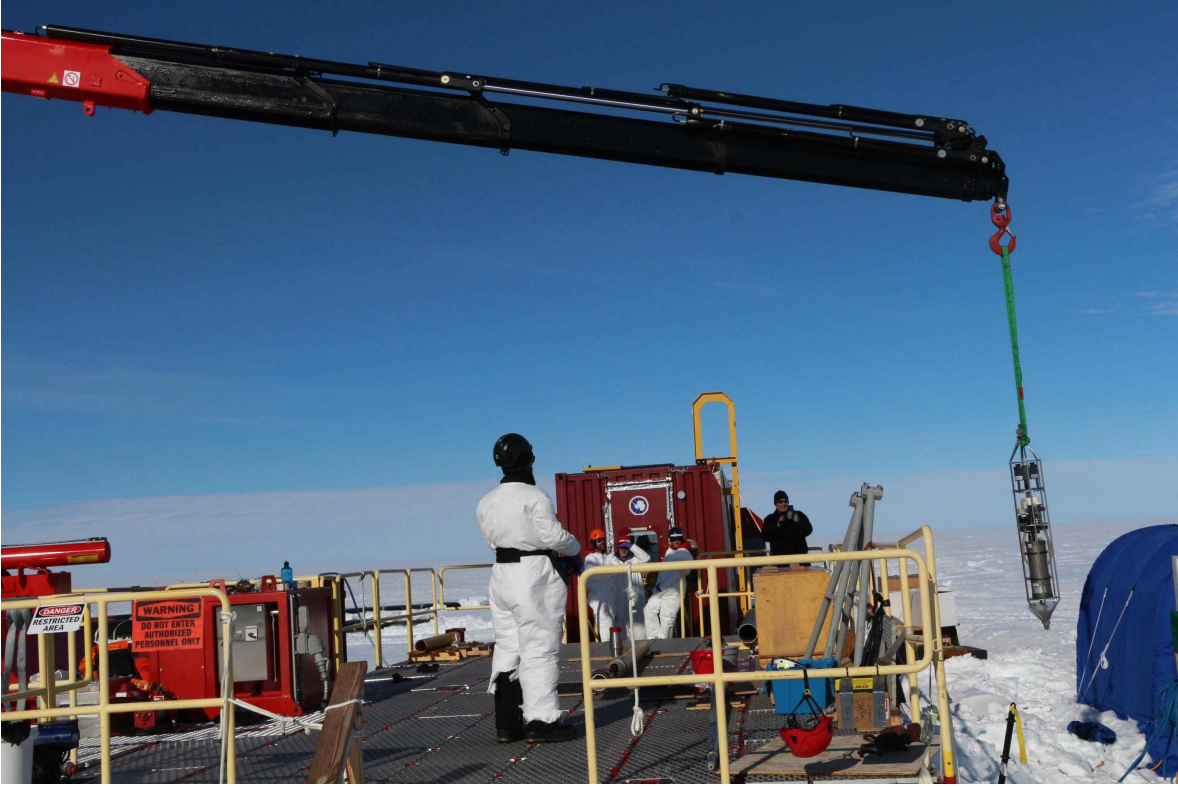
시추공 내 UV 차단막(소독장치), 외부에서 물질이 유입되어 오염시키는 것을 막기 위한 노력. (Kathy Kasic 사진, 존 프리스쿠 제공)



메르세르 빙저호와 맞닿은 상부 빙하와 호수물 접촉면 사진 (Bob Zook and John Winans 사진, 존 프리스쿠 제공)



수석 과학자 존 프리스쿠, 화학 실험실에서 10L 채수기 운반 (Kathy Kasic 사진, 존 프리스쿠 교수)



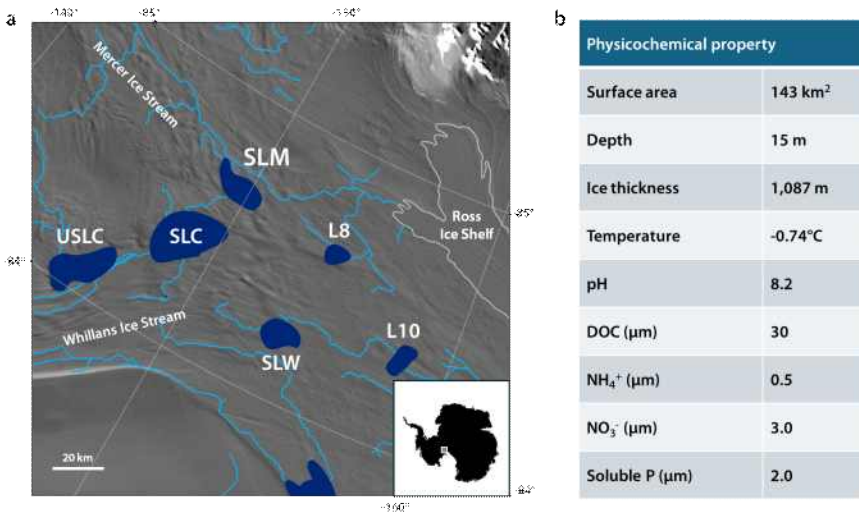
McLane 장비. DNA 수집을 위하여 여과장치가 부착된 장비(존 프리스쿠 교수)



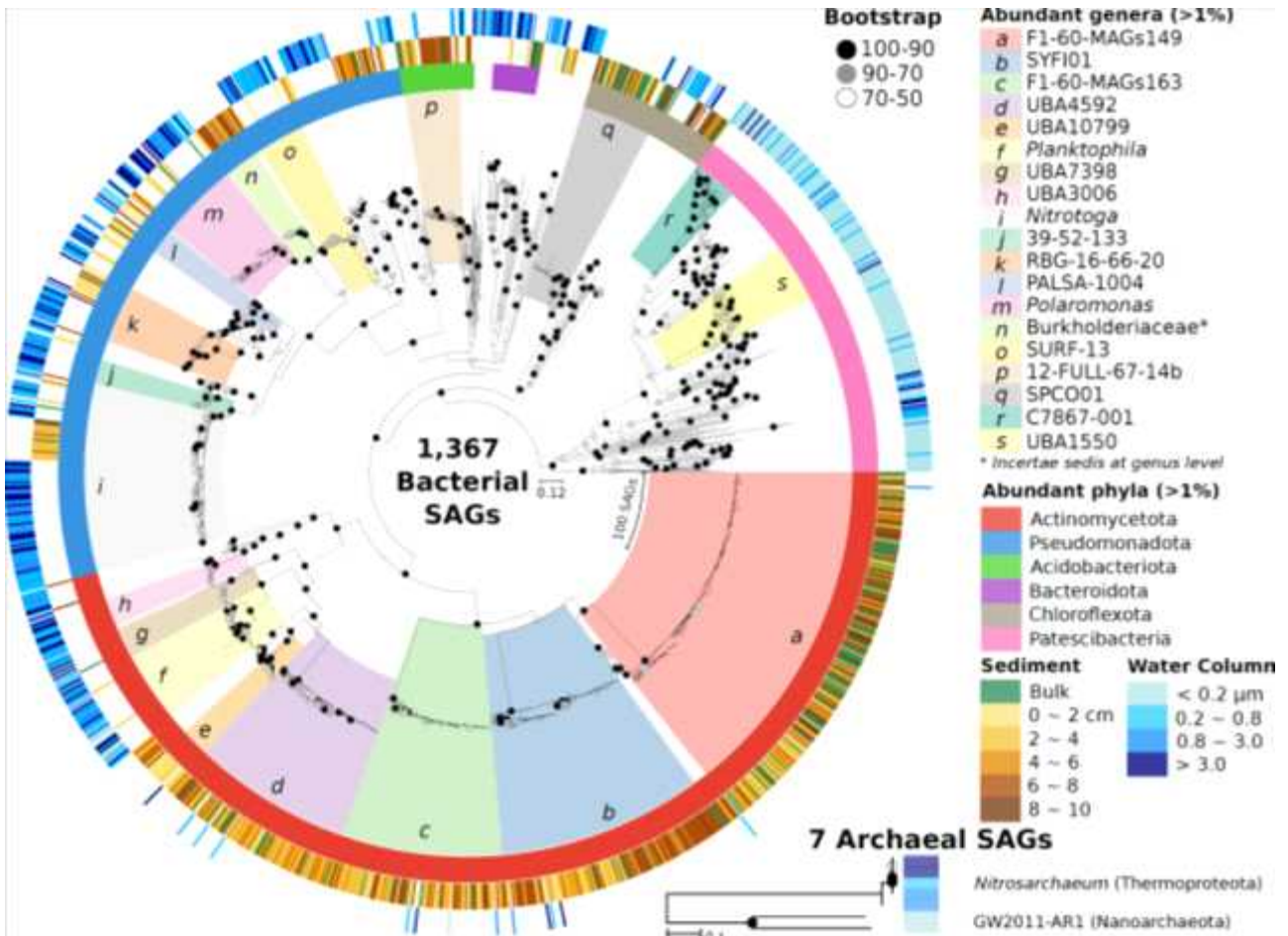
항공 촬영으로 본 중력 코어 회수 장면 (Billy Collins 사진, 존 프리스쿠 제공)

붙임2

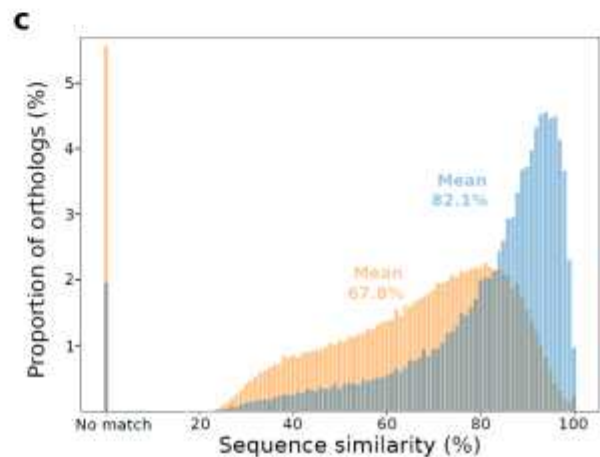
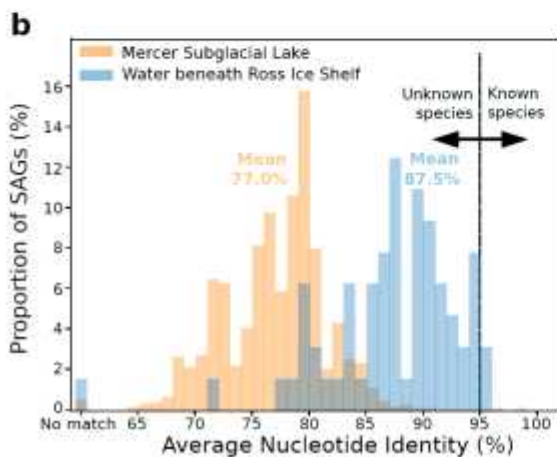
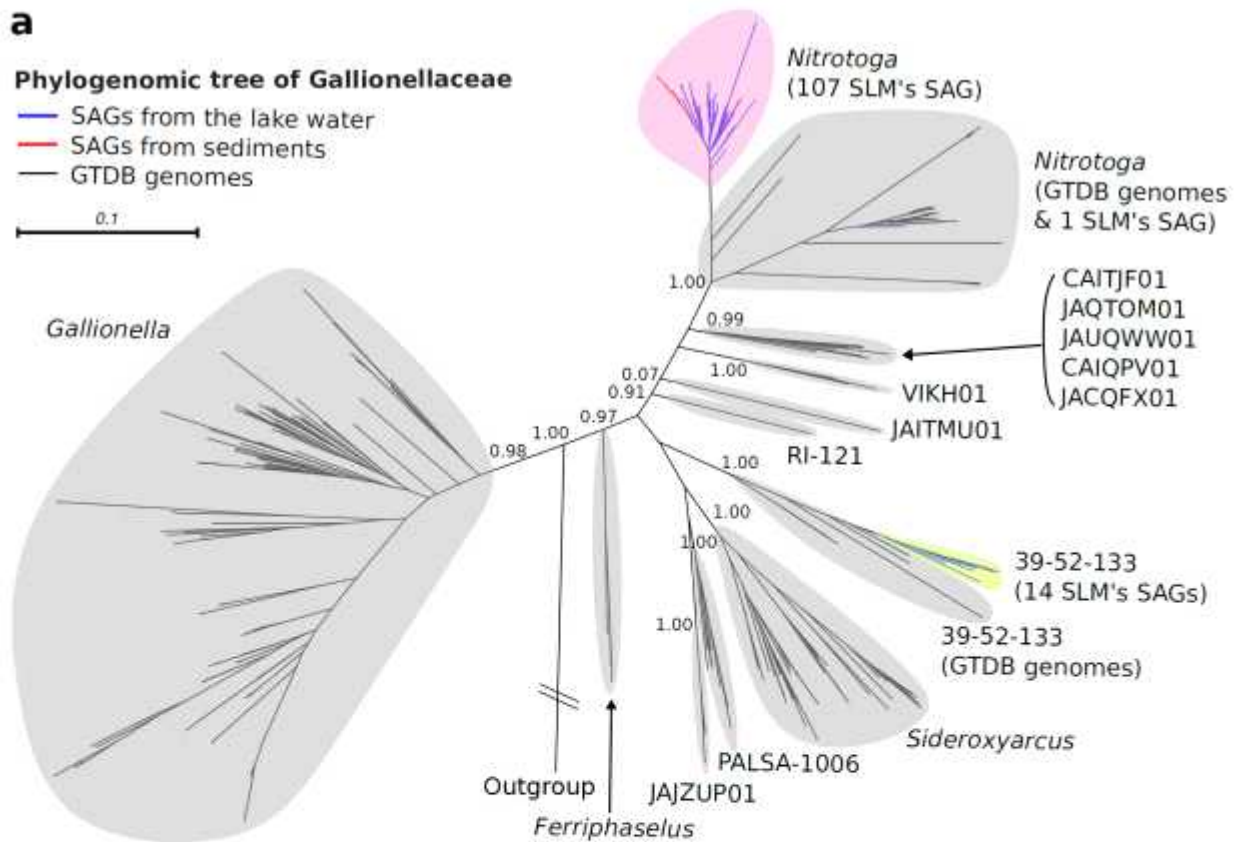
메르세르 빙저호 연구 결과 설명자료



빙저호 연구지역(SLM: 메르세르 빙저호, SLW: 월란스 빙저호)과 멜란스 호수의 특성



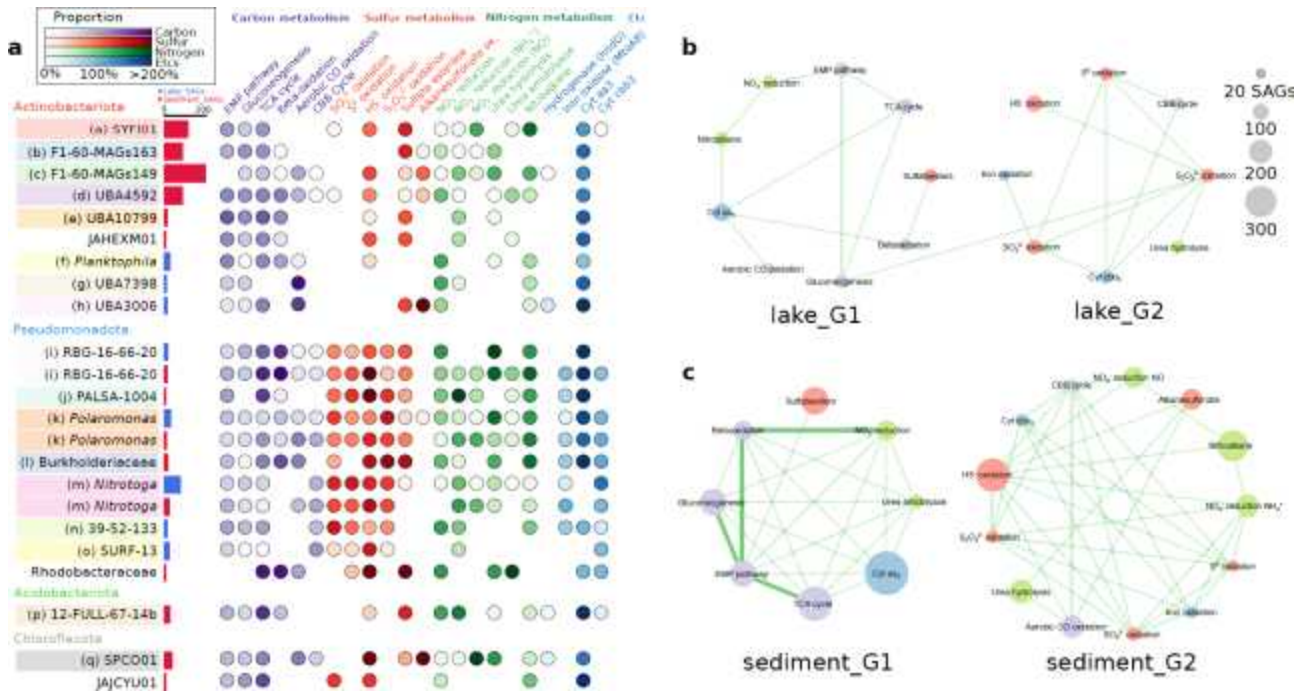
메르세르 빙저호에서 확보한 세균(1,367개 단일세포 유전체)과 고세균(7개)의 유전체 계통도



메르세르 빙저호에 서식하는 미생물의 유전적 고립성

a) Gallionellaceae과에 속하는 122개 메르세르 빙저호 유전체와 기 보고된 81개 종의 계통도 b, c) 메르세르 빙저호-로스해 빙봉 하부 해수 확보한 미생물 유전체간 평균염기서열, 단백질 유사도 비교

메르세르 빙저호에서 확보한 미생물 대부분은 기존에 보고된 적이 없는 신종으로, 외부와 교류 없이 유전적으로 고립된 채 독자적으로 진화한 것으로 추정됨. 이들 유전체의 평균 염기서열유사도(ANI, Average Nucleotide Identity)는 종 구분 기준인 95% 아래이며, 비교군인 로스해 빙봉 하부 해수에서 확보한 미생물보다도 낮았음



메르세르 빙저호 미생물의 에너지 획득 전략과 대사 네트워크

(a)메르세르 빙저호에서 확인된 주요 미생물 속(genera)들이 보유한 대사 기능 분포. 각 속은 서로 다른 에너지 대사 잠재력을 지님, (b)산소 가용성이 높은 환경에서 수층 미생물 유전체에서 함께 관찰되는 주요 대사 기능 간 네트워크, (c)산소가 부족한 환경에서 나타나는 퇴적층 미생물 유전체 네트워크로 화학독립영양, 혼합 영양 전략 등이 관찰됨.

메르세르 빙저호 미생물들은 빛이 없는 저영양·고압 환경에서 살아남기 위해 다양한 대사 전략으로 에너지를 확보. 산소 가용성과 유기물·무기물 접근성에 따라 대사 전략이 달라지며, 이에 따라 군집별 대사 기능 조합과 네트워크 구조도 변경됨. 특히 수층, 퇴적층의 환경 조건 차이가 미생물 군집의 에너지 획득 경로 구성에 영향을 미침

영화 Life Below Antarctica Ice

https://www.youtube.com/watch?v=UYm92o3_sag

The Lake at the Bottom of the World / SALSA 프로젝트 제작

예고편: <https://www.youtube.com/watch?v=MYVYXQ0JaFo>

홈페이지: <https://www.antarcticlakefilm/>

★출처는 해당 유튜브 채널명 표기 요망