

# 大浪滩盐湖蒸发盐嗜盐菌培养鉴定及其天体生物学意义

孔凡晶<sup>1,2)</sup>, 马妮娜<sup>1,2)</sup>, Alian Wang<sup>2,3)</sup>, Jan Amend<sup>3)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所盐湖中心,北京,100037; 2) 国土资源部盐湖资源与环境重点实验室,北京,100037; 3) Dept. Earth and Planetary Sciences and McDonnell Center for Space Sciences, Washington University, St. Louis, MO, 63130 USA

**内容提要:**通过火星遥感及火星登陆测量都发现了火星上存在大量的含水硫酸盐,这些盐类的状态和演化也见证了近代火星表面环境条件的变化。大浪滩盐湖是柴达木盆地第二大盐湖,也是中国最为干旱的地区之一,而且大浪滩盐湖分布有与火星类似的硫酸盐盐类沉积。我们采集了蒸发盐表层盐壳,盐湖结晶盐以及剖面沉积盐类等样品,进行室内分离、培养及鉴定嗜盐菌研究。结果表明,大浪滩盐结晶及盐类沉积中分布有不同类型的嗜盐菌,主要类型为 *Virgibacillus*, *Oceanobacillus*, *Halobacillus*, 和 *Terribacillus* 等。大浪滩盐湖蒸发盐中内生嗜盐菌的分离鉴定,为探索火星高盐环境中生命存在的形式和机制提供一种类比模式。

**关键词:** 盐湖;嗜盐菌;火星盐类;天体生物学;类比研究

近年美国 NASA 和欧共体 ESA 通过火星遥感及火星登陆测量都发现了大量的含水硫酸盐,分别存在于:水手大峡谷内众多的坡面,坡顶,及坡谷内,高差达几公里;火星北极圈内的若干地域。为子午线平原基岩(几百公里宽几百米深)的主要矿物,也以含盐土壤形式存在于古谢夫环形山内五种地貌环境中(Clark et al., 2005; Wang et al., 2006; Squyres et al., 2006; Bibring et al., 2005; Arvidson et al., 2005; Gendrin et al., 2005; Langevin et al., 2005)。这些发现证明了在火星历史上这些地区内与水或与热液相关的硫酸盐的大量累积和沉淀。这些盐类的状态和演化也见证了近代火星表面环境条件的变化。大浪滩盐湖位于柴达木盆地西北的阿尔金山下,是柴达木盆地第二大盐湖,也是中国最为干旱的地区之一。大浪滩盐湖地表没有常年性河水补给,干盐滩长 44km,宽 6~15km,面积 500 km<sup>2</sup>(郑喜玉等 2002;郑绵平等 1989)。因为大浪滩地区气候干旱,年降雨量小于 25mm,气温低,年平均温度零下 2℃,而且日温差和年温差大(Sun et al., 1990; Zheng et al., 2009)。大浪滩盐湖分布有与

火星类似的硫酸盐盐类沉积(Wang, et al., 2009)。在这种极端含盐环境下,大浪滩盐湖蒸发盐中内生嗜盐菌的研究,可以为探索盐环境下火星生命提供线索。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样点描述

采样点位于大浪滩盐湖区。我们于 2008 年 9 月份采集了蒸发盐表层盐壳,盐湖结晶盐,以及剖面沉积盐类等样品(图 1a, b, c),进行室内嗜盐菌研究。

### 1.2 实验方法

嗜盐菌的分离培养:在超净台上取样品表层,约 0.5g 样品放入 10mL 液体培养基中,37℃,200rpm 转速摇床震荡培养 1 小时,然后取 200μL 上清液在不同盐度含量的固体培养基上涂布,培养基为改进的生长培养基(MGM)(Dyall-Smith, 1994),含有 12%,18%,23%,25% 等不同的盐浓度。挑取获得的菌落再转移到相同浓度的液体培养基进行摇菌培养。

注:本文为中国地质调查局地质调查项目(编号 1212010811050、1212010818057)、国家自然科学基金(编号 40572059, 40772065)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金项目(编号 k0916)资助的成果。

收稿日期:2010-08-16;改回日期:2010-09-05;责任编辑:郝梓国。

作者简介:孔凡晶,男,1966 年生。研究员。从事盐湖、热泉极端环境微生物、天体生物学和生物成矿研究。通讯地址:100037,北京市西城区百万庄大街 26 号;Email: kfjbj2002@yahoo. com. cn。



图1 大浪滩盐湖实验样品采集地点

Fig.1 Sample sites at Dalangtan playa

(a)—蒸发盐壳;(b)—盐湖盐晶体沉积;(c)—沉积剖面

(a)—Evaporate crust; (b)—salt crystal in salt lake; (c)—deposits of cross sections

### 1.3 嗜盐菌鉴定

16SrRNA 基因鉴定参考孔凡晶等(2007)文献方法进行。细菌基因组 DNA 提取:培养 5ml 的嗜盐菌培养液至饱和状态,取 1.5ml 至离心管中离心(8000 r/min, 4℃, 5min)。弃上清液,向沉淀中加 500 $\mu$ l 的 TE 缓冲液(pH8.0)、60 $\mu$ l 10% SDS 溶液(终浓度 1%)、30  $\mu$ l 120mg/ml 蛋白酶 K(终浓度 1%),涡旋使之成为悬液。置于 50℃ 水浴锅中温育 2 小时,中间反复倒置数次。加酚:氯仿:异戊醇(25:24:1) 600  $\mu$ l,抽提 10min,离心(12000 r/min, 4℃, 10min)。将上清液转移到新的离心管中,加氯仿:异戊醇(24:1)500  $\mu$ l,抽提 10min,离心(12000 r/min, 4℃, 10min)。将上清液转移到新的离心管中。加冷乙醇 800  $\mu$ l,混匀,置于 -20℃ 冰箱中 30min。离心(12000 r/min, 4℃, 10min),弃上清液,加 70%乙醇洗涤一次,离心,弃上清,然后置于超净台

中干燥。加 30  $\mu$ l TE 缓冲液溶解 DNA,1%琼脂糖凝胶电泳分离,紫外凝胶电泳检测。

16S rRNA 基因的 PCR 扩增:正向引物 530F: 5'-GTGCCAGCMGCCGCGGTAA3',反向引物 1492R:5'-GGCTACCTTGTTACGACTT-3'。50 $\mu$ l 反应体系内含有正反向引物 1492R primer (50  $\mu$ M)、27F primer (50  $\mu$ M)各 1  $\mu$ l,5  $\mu$ l 10 $\times$ buffer, Taq DNA 聚合酶(Promega 公司)1U, 1  $\mu$ l dNTP (10mM),模板 DNA 5ng;反应程序:95℃ 1min 热启动,30 个循环的 95℃ 30s, 55℃ 30s, 72℃ 30s, 72℃ 延伸 10min。产物用 1.0%的琼脂糖凝胶电泳检测。

### 1.4 克隆测序

依据产品说明书步骤,将 16S rRNA 基因片段连接到 pGEM-T(Promega 公司)载体中,参考文献方法(Sambrook,1989)转化大肠杆菌 DH5 $\alpha$ ,提取

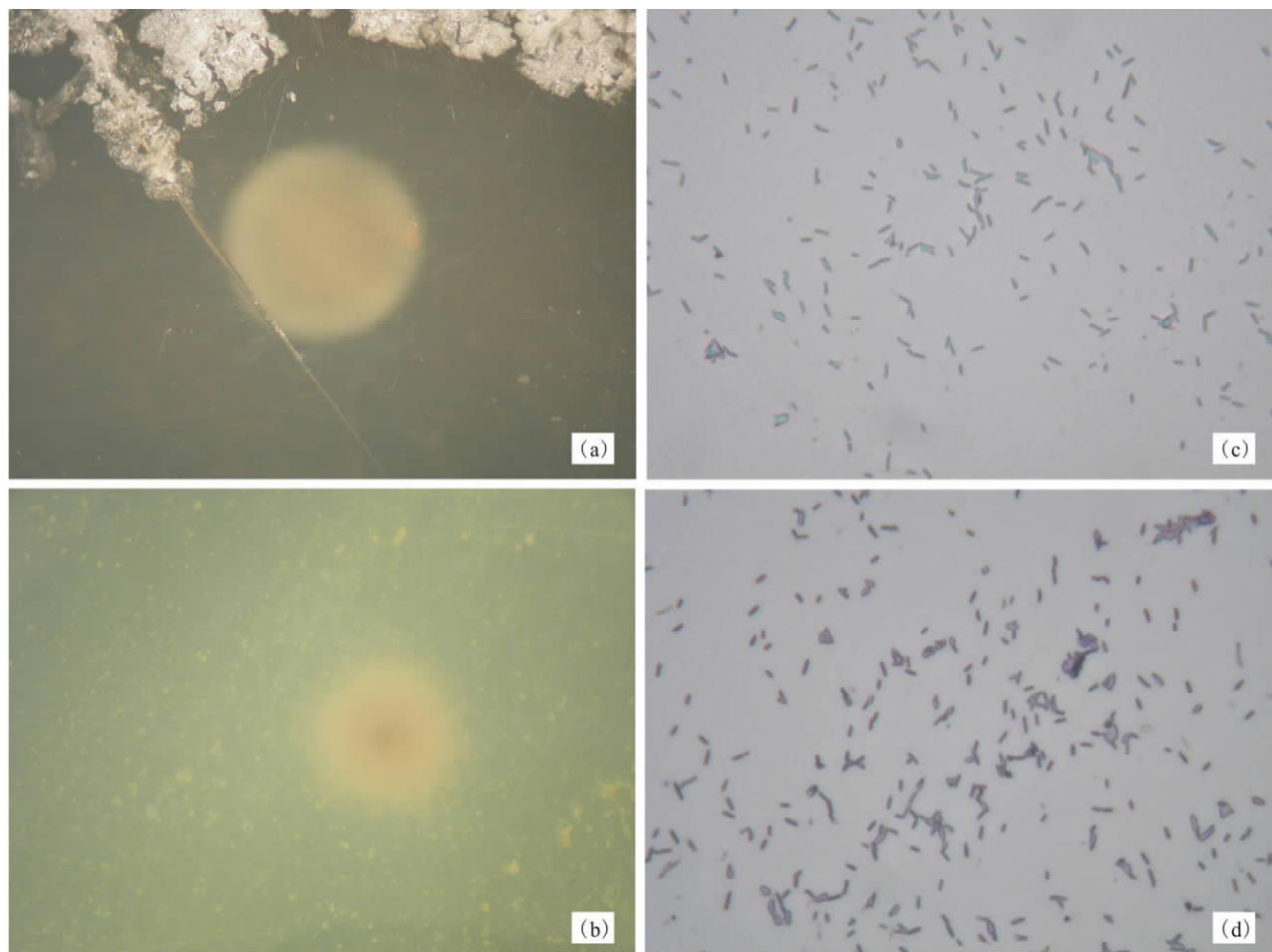


图 2 有氧培养获得的嗜盐菌菌落和显微图像

Fig. 2 The morphology of colonies and microscope shape of halophiles

(a)—DL-S-2-4; (b)—DLT-10-2-1; (c)—DL-S-2-4, 细菌平均大小  $2.7\mu\text{m}$ ; (d)—DLT-10-5, 细菌平均大小  $3.3\mu\text{m}$

(a)—DL-S-2-4; (b)—DLT-10-2-1; (c)—DL-S-2-4, bacteria average size is  $2.7\mu\text{m}$ ; (d)—DLT-10-5, bacteria average size is  $3.3\mu\text{m}$

质粒进行测序。测序所用测序仪器为 ABI PRISM 3730, 测序试剂为 BigDye terminator, 由上海生工公司完成。测序结果提交 GenBank。

同源性比较和系统发育树分析利用 GenBank 数据库, 对测定的序列进行 BLAST 分析, 序列的多重排定用 CLUSTAL X 程序完成(Thompson JD, 1997), 利用 Junkes-Cantor 模型进行系统发育树构建。

### 1.5 扫描电镜观察

利用 NANO SEM 对样品中生物标记进行直接观察。

## 2 结果与分析

样品 DLT-10, DL-S-2, and DP-3DL02-01-05 在 12% MGM, 18% MGM 培养基分离出 20 多个嗜

盐菌菌落。菌落为圆形, 透明(图 2A, B)。所有细菌细胞格兰氏染色为阴性。显微镜观察表明, 细菌为圆形和杆状, 大小  $2\sim 5\mu\text{m}$  (Fig 2 C, D, 图 3)。利用引物: 530F: GTGCCAGCMGCCGCGGTAA, 1492R: TACGGYTACCTTGTTACGACTT 对 16S rRNA 基因进行扩增, 扩增程序为:  $94^{\circ}\text{C}$  for 5 min; 30 cycles of  $94^{\circ}\text{C}$  for 30 sec,  $55^{\circ}\text{C}$  for 30 sec,  $72^{\circ}\text{C}$  for 30 sec, and  $72^{\circ}\text{C}$  for 10 min. 扩增产物在 1.2% 琼脂糖电泳分离, 紫外凝胶成像系统检测, 结果表明, 1 kb 大小的嗜盐菌 16S rRNA 基因成功扩增出来(图 5)。序列分析表明, 分离培养的嗜盐菌株和嗜盐菌 *Virgibacillus*, *Oceanobacillus*, *Halobacillus*, and *Terribacillu* 具有较高的同源性(图 6)。

我们利用纳米扫描电镜进行蒸发盐中生物标记

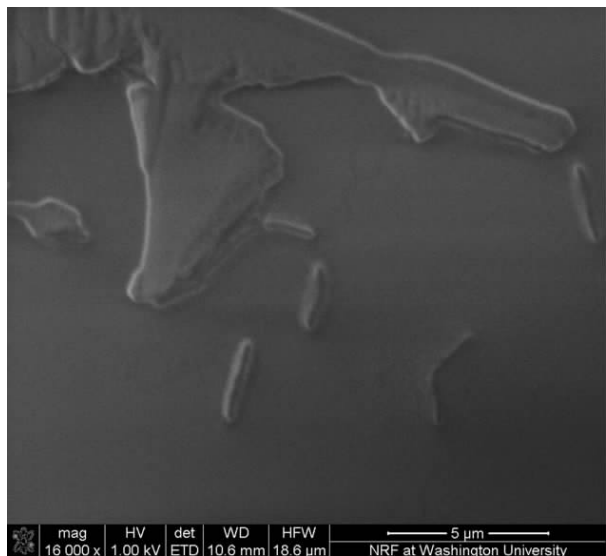


图 3 DLT-10 扫描电镜分析,图中所示杆状嗜盐菌  
Fig. 3 The SEM image for rod halo-bacteria

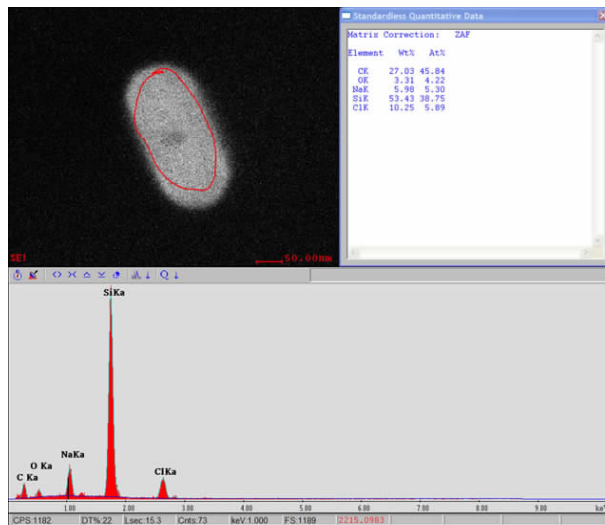


图 4 蒸发盐样品中生物标记的扫描电镜 EDAX 成分分析  
Fig. 4 The elements composition of bio-signature in evaporite sample by SEM EDAX

的研究,对蒸发盐样品中生物特征进行观察。结果表明,利用纳米扫描电镜可以获得样品中类似生物形态的杆状,圆形等标记,我们进一步利用 EDAX 对具有生物特征的标记进行了成分分析(图 4),其 C,O 含量较高,具有生物的特征。

### 3 讨论

天体生物学指研究天体上存在生物的条件及探

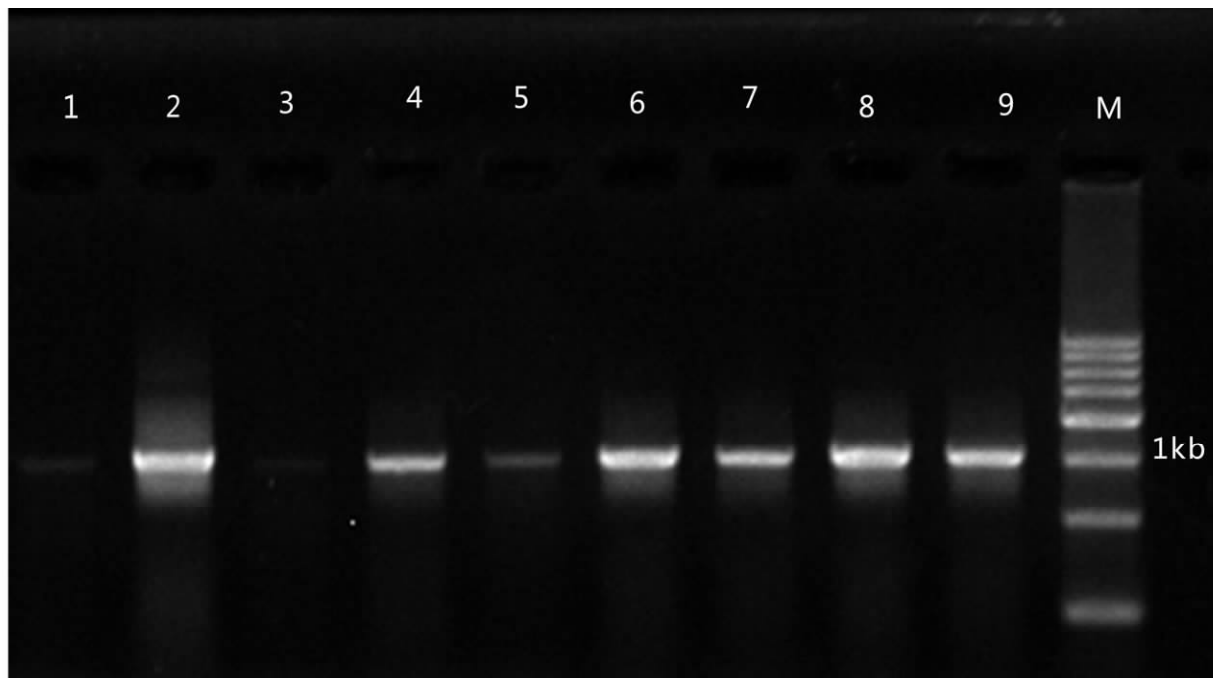


图 5 PCR 产物的 1.2% 琼脂糖电泳检测图谱

Fig. 5 PCR products were checked on 1.2% agarose gel

泳道 M:100bp 梯度标记;泳道 1-9: 1—DLT-10-1; 2—DLT-10-2-1; 3—DLT-10-2-2; 4—DLT-10-2-3; 5—DLT-10-2-6; 6—DP-3-3; 7—DL-S-2-4; 8—DLT-10-5; 9—DL-S-2-6  
Lane: M. 100bp ladder marker. Lane 1-9: 1—DLT-10-1; 2—DLT-10-2-1; 3—DLT-10-2-2; 4—DLT-10-2-3; 5—DLT-10-2-6; 6—DP-3-3; 7—DL-S-2-4; 8—DLT-10-5; 9—DL-S-2-6

测天体上是否有生物存在的学科,主要研究地球及地外生命起源、分布、进化以及未来的一门科学。在天文学中,是研究太阳系除地球外其他行星及其卫星上和其他恒星的行星系上可能存在生命现象的理论,以及探讨探测方法和手段的交叉学科。天体生物学的兴起源自近年来对嗜极生物(extremophile)的发现和发现。火星与地球在表面的物理和化学特性的相似而被认为有存在外星生命的可能(Mckay et al., 1991)。以往的科学研究还不能证明火星上存在生命,尽管如此,某些证据仍向我们指出火星上可能存在生命。例如对在南极洲找到的一块来自火星的陨石 ALH840001 的分析表明,这块石头中存在着一些类似细菌化石的管状结构(Thomas-Keperta et al., 1998)。生命也可能在火星的一些特殊的区域出现,比如岩石内(Friedmann et al., 1980, 1987)、极地冰盖(Hoham, 1975b.; Hoham, 1989; McFadden et al., 1982; K A Hughes et al., 2003)、火山热液区(Jannasch and Mottl, 1985)、盐结晶内(Rothschild, 1990; Grant et al., 1998)等,而地球在类似的环境中都有生命存在。因此,地球中的极端环境生物研究能够为探索火星生命研究提供一种模式体,这也是天体生物学近年来研究的热点问题(Rothschild, 1990; Rothschild, et al., 2001)。

从不同地质时期的蒸发盐样品中分离出嗜盐菌表明,蒸发盐能够保存不同地质时期的微生物(Vreeland, et al., 2000; Fish et al., 2002)。Vreed R(2000)利用 PCR 技术从古蒸发盐样品(11~425Myr)中扩增出了嗜盐古菌和细菌的 16SrRNA 基因,尽管对地质年龄存在着不同看法,但蒸发盐结晶中的微环境可以为微生物的生长或者保存提供必要的条件已成为共识。Wierzchos J(2006)在阿塔卡玛沙漠最干旱的地区的蒸发盐中发现了生长有蓝藻,这种蓝藻生长在盐晶的空间中,在盐晶表面几个毫米的地方。这种群落主要有拟色球藻(*Chroococidiopsis*)和一些异养细菌组成,它们生存的机制是利用盐晶投射作用吸收太阳光进行光合作用,利用盐的潮解作用吸收空气中的水蒸汽来作为水供给维持其新陈代谢作用(Wierzchos et al., 2006; Warren-Rhodes et al., 2006)。Stivaletta N 等(2009)观察了位于突尼斯南部一个泉水形成的堤坝石膏盐壳中微生物存在形态特征,探讨了生命在盐壳中生存的可能机制,象岩内生微生物一样占据盐内有利小生境克服外面的极端条件(Wierzchos et al., 2006; Warren-Rhodes et al., 2006; Hughes et

al., 2003; Dong, et al., 2007)。

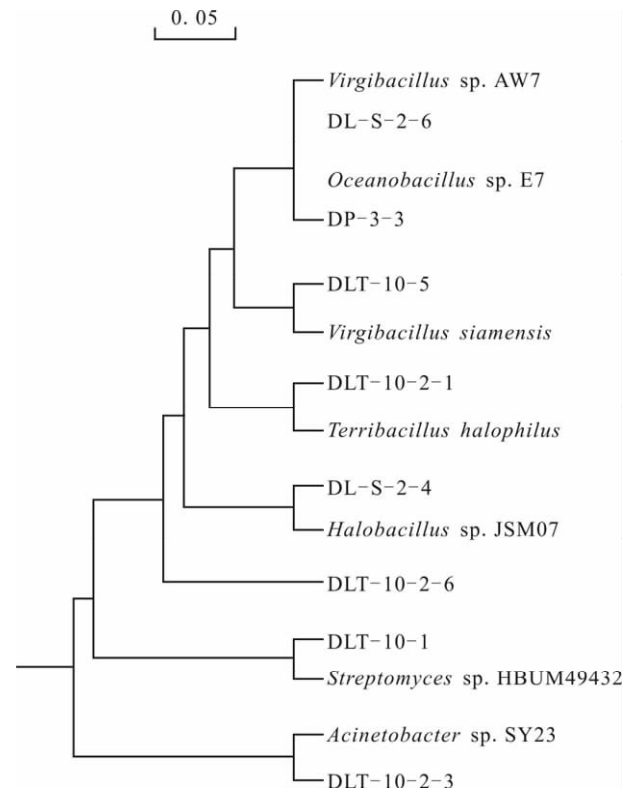


图 6 基于 16S rRNA 与 GenBank 基因库同源性 BLAST 比对建立的嗜盐菌的系统发育树

Fig. 6 Phylogenetic relationships of halophiles isolated in this reports with the homology bacteria BLAST search in based on the 16S rRNA gene partial sequences

由于青藏高原盐湖独特的地理和气候特征,吸引了国内外科学家的兴趣。为了和已发现的火星盐类进行类比研究,中美科学家于 2008 年 9~10 月期间赴青海地区进行了联合盐湖野外考察。我们对采集的岩盐壳体内生微生物进行了室内初步的有氧培养,获得了不同类型的嗜盐菌 *Virgibacillus*, *Oceanobacillus*, *Halobacillus* and *Terribacillus*, 表明内生嗜盐菌存在于盐壳内。大浪滩盐湖蒸发盐内生嗜盐菌的分离鉴定和直接观察,为探索天体生命存在的形式和机制提供一种类比模式。今后进一步对分离的嗜盐菌对极端环境的适应机制进行深入的研究。

#### 4 结论

大浪滩盐湖是柴达木盆地第二大盐湖,也是我国第四纪以来干旱成盐中心(郑绵平等, 1998),且分布有与火星类似的硫酸盐盐类沉积(郑绵平等,

1989)。我们从蒸发盐表层盐壳、盐湖结晶盐以及剖面沉积盐类等样品中分离、培养出了 *Virgibacillus*, *Oceanobacillus*, *Halobacillus* 和 *Terribacillus* 等不同类型的嗜盐菌,表明在如此极端环境条件下有生命现象存在。大浪滩盐湖区是开展火星高盐环境下生命探索的良好的实验场。

**致谢:**郑绵平院士在本次研究中给予了大力支持与指导,在此深表谢意!

### 参 考 文 献

孔凡晶,王海雷,郑绵平,郑小娟. 2007. 西藏搭歌架铂硅华区热泉高温菌株的分离及特征研究. *地质学报*, 81(12): 1750~1753.

郑喜玉,张明刚,徐昶,李秉孝. 2002. 中国盐湖志,北京:科学出版社.

郑绵平,赵元艺,刘俊英. 1998. 第四纪盐湖沉积与古气候. 第四纪研究, (4): 298~307.

郑绵平,向军,魏新俊,郑元. 1989. 青藏高原盐湖. 北京:北京科学技术出版社.

Arvidson R E, Poulet F, Bibring J P, Wolff M, Gendrin A, Morris R V, Freeman J J, Langevin Y, Mangold N, Bellucci G. 2005. Spectral Reflectance and Morphologic Correlations in Eastern Terra Meridiani Mars. *Science*, 307: 1591~1593.

Barbieri R N, Stivaletta L, Marinangeli Ori G G. 2006. Microbial signatures in sabkha evaporite deposits of chott el Gharsa (Tunisia) and their astrobiological implications. *Planet Space Sci*, 54: 726~736.

Bibring J P, Langevin Y, Gendrin A, Gondet B, Poulet F, Berth M, Soufflot A, Arvidson R, Mangold N, Mustard J, Drossart P, the OMEGA team. 2005. Mars Surface Diversity as Revealed by the OMEGA/Mars Express Observations. *Science*, 307: 1576~1580.

Clark B C, Morris R V, McLennan S M, Gellert R, Jolliff B, Knoll A, Squyres S W, Lowenstein T K, W Ming D, Tosca N J, Yen A, Christensen P R, Gorevan S, Brckner J, Calvin W, Dreibus G, Farrand W, Klingelherfer G, Wnke H, Zipfel J, Bell J, Grotzinger J, McSween H Y, Rieder R. 2005. Chemistry and mineralogy of outcrops at Meridiani Planum. *Earth and Planetary Science Letters*, 240: 73~94

Cowen R. 2009. Plumes of Martian methane hint at possible underground microbial life. *Science News*, 1175(4): 10.

Dong H, Rech J A, Jiang H, Sun H, Buck B J. 2007. Endolithic cyanobacteria in soil gypsum: occurrences in Atacama (Chile), Mojave (United States), and Al-Jafr Basin (Jordan) Deserts. *Journal of Geophysical Research* 112: G02030.

Douglas W, Abbey M, Randall Conrad P, Kanin I. 2008. Textural and mineralogical biosignatures in an unusual microbialite from Death Valley, California. *Icarus* 193: 620~636.

Dyall-Smith M. 1994. The halohandbook: protocols for halobacterial genetics. <http://www.microbial.unimelb.edu.au/staff/mds>.

Fish S A, Shepherd T J, McGenity T J, Grant W D. 2002. Recovery of 16S ribosomal RNA gene fragments from ancient halite. *Nature*, 417: 432~436.

Friedmann E I, Kibler A P. 1980. Nitrogen economy of endolithic microbial communities in hot and cold deserts. *Microb. Ecol.* 6: 95~108.

Friedmann E I, McKay C P, Nienow J A. 1987. The cryptoendolithic microbial environment in the Ross Desert of Antarctica: Satellite-transmitted continuous nanoclimate data, 1984 to 1986. *Polar Biol*, 7: 273~287.

Gendrin A, Mangold N, Bibring J P, Langevin Y, Gondet B, Poulet F, Bonello G, Quantin C, Mustard J, Arvidson R, LeMoulic S. 2005. Sulfates in Martian Layered Terrains: The OMEGA/Mars Express View. *Science*, 307: 1587~1591.

Grant R T, McGenity T J. 1998. Halophiles. In: K. Horikoshi and W. D. Grant, Editors, *Extremophiles: Microbial Life in Extreme Environments*, Wiley-Liss, Inc: 93~132.

Hoham R W. 1975. Optimum temperatures and temperature ranges for growth of snow algae. *Arct Alp Res*, 7: 13~24

Hoham R W. 1989. Snow as a habitat for microorganisms. In: *Exobiology and Future Mars Missions* NASA CP 10027: 32~33. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>.

Hughes K A, Lawley B. 2003. A novel Antarctic microbial endolithic community within gypsum crusts. *Environmental Microbiology*, 5: 555~565.

Jannasch H W, Mottl M J. 1985. Geomicrobiology of deep-sea hydrothermal vents. *Science* 229: 717~725.

Langevin Y, Poulet F, Bibring J, Gondet B. 2005. Sulfates in the North Polar Region of Mars Detected by OMEGA/Mars Express. *Science*, 307: 1584~1586.

Mayer D P, Arvidson R, Wang A, Sobron P, Zheng M. 2009. Mapping minerals at a potential Mars analog site on the Tibetan Plateau. *LPSC. Vol, XXXX: 1877*.

McFadden G, Moestrup, Wetherbee R. 1982. *Pyramimonas gelidicola* sp. nov. (Prasinophyceae), a new species isolated from Antarctic sea ice. *Phycologia*, 21: 103~111.

McKay C P, David W. 1991. Duration of liquid water habitats on early Mars. *Icarus*, 90: 214~221.

Rothschild L J, Mancinelli R L. 2001. Life in Extreme environments. *Nature*, 409: 1092~1101.

Rothschild L J. 1990. Earth analogs for Martian life, Microbes in evaporites, a new model system for life on Mars. *Icarus*, 88 (1): 246~260.

Sambrook J, Fritsch E F, Maniatis T. 1989. *Molecular Cloning A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor Laboratory press.

Sobron P, Freeman J, Wang A. 2009. Field test of the water-wheel IR(WIR) spectrometer on evaporate salt deposits at Tibetan Plateau. *LPSC. Vol, XXXX: 2372*.

Squyres S W, Arvidson R E, Bollen D, Bell J F, III, Brckner J, Cabrol N A, Calvin W M, Carr M H, Christensen P R, Clark B C, Crumpler L, Des Marais D J, d'Uston C, Economou T, Farmer J, Farrand W H, Folkner W, Gellert R, Glotch T D,

- Golombek M P, Gorevan S, Grant J A, Greeley R, Grotzinger J, Herkenhoff K E, Hviid S, Johnson J R, Klingelherfer G, Knoll A H, Landis G, Lemmon M, Li R, Madsen M B, Malin M C, McLennan S M, McSween H Y, Ming D W, Moersch J, Morris, R V Parker T, Rice J W Jr, Richter L, Rieder R, Schrader C, Sims M, Smith M, Smith P, Soderblom L A, Sullivan R, Tosca N J, Wnke H, Wdowiak T, Wolff M, Yen A. 2006. Overview of the Opportunity Mars Exploration Rover mission to Meridiani Planum: Eagle Crater to Purgatory Ripple. *J. Geophys. Res.*, 111, E12S12, doi: 10.1029/2006JE002771.
- Stivaletta N, Barbieri R. 2009. Endolithic microorganisms from spring mound evaporite deposits (southern Tunisia). *J. Arid Environments*, 73(1): 33~39.
- Sun H L. 1990. Atlas of the Qinghai-Tibet Plateau. Beijing: Science Press, 69.
- Thomas-Keprta K L, McKay D S, Wentworth S J, Stevens T O, Taunton A E, Allen C C, Coleman A, Gibson E K, Romanek C S. 1998. Bacterial mineralization patterns in basaltic aquifers: Implications for possible life in martian meteorite ALH84001. *Geology*, 26:1031~1034.
- Thompson J D, Gibson T J, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins D G. 1997. The CLUSTAL\_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, 25(4):4876~4882.
- Vreeland R H, Rosenzweig W D, Powers D W. 2000. Isolation of a 250 million-year-old halotolerant bacterium from a primary salt crystal. *Nature*, 407: 897~900.
- Wang A, Zheng M, et al. 2009. Evaporite salts from saline lake on Tibet Plateau: an analog for salts on Mars. LPSC, 1858.
- Wang A, Haskin L. A, Squyres S W, Jolliff B, Crumpler L, Gellert R, Schrader C, Herkenhoff K, Hurowitz J, Tosca N J, Farrand W H, Anderson R, Knudson A T. 2006. Sulfate deposition in subsurface regolith in Gusev Crater, Mars. *J. Geophys. Res.*, 111, E02S17, doi:10.1029/2005JE002513.
- Warren-Rhodes K A, Rhodes K L, Pointing S B, Ewing S A, Lacap D C, Gomez-Silva B, Amundson R, Friedmann E I, McKay C P. 2006. Hypolithic cyanobacteria, dry limit of photosynthesis, and microbial ecology in the hyperarid Atacama Desert. *Microbial Ecology*, 52: 389~398.
- Wierzchos J, Ascaso C, McKay C P. 2006. Endolithic cyanobacteria in halite rocks from the hyperarid core of the Atacama Desert. *Astrobiology* 6: 415~422.
- Zheng M, Wang A, Kong F, Ma N. 2009. Saline lakes on Qinghai-Tibet plateau and salts on Mars. LPSC, 1454.

## Isolation and Identification of Halophiles from Evaporates in Dalangtan Salt Lake

KONG Fanjing<sup>1,2)</sup>, MA Nina<sup>1,2)</sup>, Alian Wang<sup>2,3)</sup>, Jan Amend<sup>3)</sup>

1) R&D center of Saline Lake and Epithermal deposits, Beijing, 100037; 2) Key Lab of Saline Lake resources and Environments, Ministry of Land and Resources, Beijing, 100037; 3) Dept. Earth and Planetary Sciences and McDonnell Center for Space Sciences, Washington University, St. Louis, MO, 63130 USA

### Abstract

Sulfate salts have been identified on Mars by spectrometers on orbiters and rovers. These salts and their evolution reflected the changes of surface environments. Dalangtan Salt Lake is the second largest lake in the Qaidam Basin and also one of the driest areas in China. The salts distributed in the Dalangtan Playa have the similar characteristics to those found on the Martian surface. We collected samples such as superficial salt crust of evaporites, salt crystals of salt lakes and salt deposits at the section to isolate bacteria, and the culture and identification of these bacteria were carried out in the Lab. The results showed that different types of halophiles were distributed in salt crystals and salt deposits at Dalangtan and that they had high homology with some species of the genera *Virgibacillus*, *Oceanobacillus*, *Halobacillus* and *Terribacillus*. The halophiles isolated from evaporites of the Dalangtan Playa provide an analog for exploring life in the hypersaline environment on Mars.

**Key words:** salt lake; halophilic bacteria; salts on Mars; Astrobiology; analogs