E-news
R3-No. 13 (20/Oct/2021)

研究紹介

光合成微生物を利用した斜面安定化技術の創生

工学科社会基盤デザインコース・准教授　松原　仁
（E-mail：matsbara@tec.u-ryukyu.ac.jp）

１．研究の背景と目的

約 40 億年前に生命が地球に誕生して以来、土や岩をその生息地に選んだ微生物は、自らの住処（土や岩）の物理・化学的な性質に少なからず影響を与えながら生き延びてきました。例えば、アドリア海沿岸部における海岸線の後退現象には、岩内微生物が多分に関与しており、その量は 2 kg/m2/year にもなると推察されています。一方で、石灰岩に生息している微生物は、コロニー周辺をアルカリ化し、岩石内部や表面で炭酸塩の析出を誘発します。すなわち、土や岩の中に潜んでいる微生物は、岩石風化を進行させる一方で、地盤固化を促すセメンテーション作用にも大きな影響を及ぼしています。

私の研究グループでは、光合成微生物の代謝反応が炭酸塩の析出を誘発し、風化斜面を安定化するメカニズムをフィールド調査や実験にて明らかにし、環境調和型の斜面安定化技術へと発展させることを目指しています。すなわち、無管理状態であっても自己組織的に強靭化し続ける地盤の創生です。

２．結果と今後の展開

図-1 は、光合成微生物が石灰岩表層で炭酸塩の析出を誘発している様子を示しています（沖縄島南部にて発見[1]）。同図より、若齢の石灰岩表層では、網目状に発達した細胞外高分子物質（EPS: Extracellular Polymeric Substances）が、方解石の単結晶群の表面や間隙に分布しており、EPS の内部では方解石の微結晶が生成されていることが分かります。まるで、方解石の鎧をまとった EPS が周辺の構造を力学的にサポート・強化しているように見えます。興味深いことに、この現象は軟質の若齢石灰岩だけでなく硬質の石灰岩でも観察することができます（図-2[2]）。すなわち、脆弱化した石灰岩の表面を徐々に硬質化させ、安定化させる可能性があるわけです。

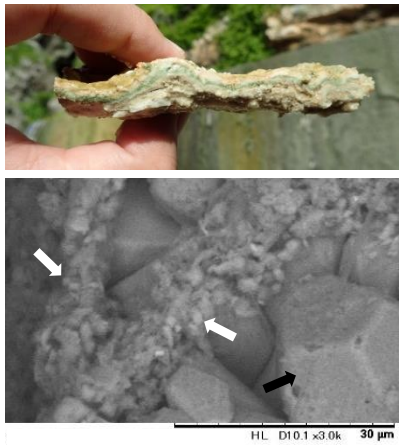

図-1 若齢石灰岩中の緑色層：光合成微生物の群集（上図:外観，下図:微細構造（白矢印：EPS 内部で生成された方解石，黒矢印：方解石の単結晶））

図-2 微生物の代謝反応に誘発されて形成された石灰岩の断面

さらに興味深いことに、最近、このような炭酸塩は、凝灰岩表層の珪酸塩の内部でも見られることを発見しました[3]。これは、本研究で目指している技術が、岩質に依らないことを意味し、注目すべき発見です。これらの結果を受け、今後は更に細かな分析を実施し、実環境に適用できる技術へと発展させたいと考えています。

一方、以上のような調査・分析結果を数理モデルにて評価するための演繹的な研究にも取組んでおり、現在までに、ウレアーゼ活性を有する微生物の土中における動態解析に成功しています[4][5]。今後は更に発展させ、実環境スケールにおける評価も可能となるよう研究を重ねていきたいと考えています。

＜参考文献＞

[1] Oshiro H. and Matsubara H. (2018). Environ. Earth Sci., 77(16): 591.
[2] Matsubara H. (2021). Eng. Geol., 284: 106044.
[3] Uenishi R. and Matsubara H. (2021). Crystals, 11(9): 1117.
[4] Matsubara H. and Yamada T. (2020). Acta Geotech., 15(1): 29-38.
[5] Nishimura I. and Matsubara H. (2021). Acta Geotech., 16(5): 1315-1330.