

地質学セミナー

Observation of cyanobacteria-olivine interface with scanning transmission X-ray microscopy (STXM) and transmission electron microscopy (TEM)

発表者① 田村 知也 (鉱物学分野D1)

はじめに: シアノバクテリアは酸素発生型光合成を行う真正細菌であり、海洋、河川、土壌、温泉など、地球表層の様々な環境で存在する (Whitton, 2012)。シアノバクテリアは光合成の過程で大気中の CO_2 を取り込み、細胞外多糖類(Extracellular polymeric substances, EPS)内部にcalciteなどの炭酸塩鉱物を形成することが知られ(Obst et al., 2009; Couradeau et al., 2012), 炭素固定や炭素循環における重要な役割の一部を担う。また, Bundeleva et al. (2014)により, シアノバクテリアのEPSによるカンラン石の溶解と炭酸塩鉱物の生成は一連にして起きるといふモデルが提唱されている。しかし, このモデルを裏付けるようなシアノバクテリアとケイ酸塩鉱物の接触界面のナノスケール観察を行った研究は乏しい。本研究では, 集束イオンビーム(FIB), 透過型電子顕微鏡(TEM), 走査型透過X線顕微鏡(STXM)によるシアノバクテリア-カンラン石界面のナノスケール解析を行った。

実験方法: カンラン石($\text{Fo}_{92}\text{Fa}_8$, San Carlos, USA)と, 国立環境研究所より入手したシアノバクテリア(NIES-2095, *Anabaena variabilis*)を用いて実験を行った。BG-11寒天培地上にシアノバクテリアを接種した後, 300-600 μm に揃えたカンラン石を散布し, 28°C, 10時間明期と14時間暗期の明暗周期で30日間培養した。培養後, FIB(JEOL: JEM8530FIB)によりシアノバクテリアとカンラン石界面の断面試料を作成した。STXMは米国ローレンスバークレー研究所(LBNL)のAdvanced Light Source (BL 5.3.2.2), TEMは物質材料研究機構(NIMS)の電子顕微鏡(JEOL: JEM-2100F)をそれぞれ用いた。

結果と考察: STXM観察より, EPSがシアノバクテリアとカンラン石の間にみられた(Fig. 1)。このEPSにおける炭素のX線吸収端近傍構造(C-XANES)スペクトルを解析した結果, HCO_3^- の $1s \rightarrow \pi^*$ ($\text{C}=\text{O}$) 励起に起因するピーク(290.5 eV)が確認された (Fig. 2)。一方, TEM観察の結果, カンラン石の溶解の痕跡は確認されず, EPS中での炭酸塩鉱物の存在も認められなかった。

EPSの表面は負帯電の官能基 (e.g. $-\text{COO}^-$, $-\text{HPO}_4^-$) で覆われていることが知られている(Tourney and Ngwenya, 2014)。したがって, EPS周囲に Mg^{2+} や Ca^{2+} が存在する場合, それらがEPSに静電的に引き付けられ, HCO_3^- と反応して炭酸塩鉱物を生成するモデルが妥当と考えられる。

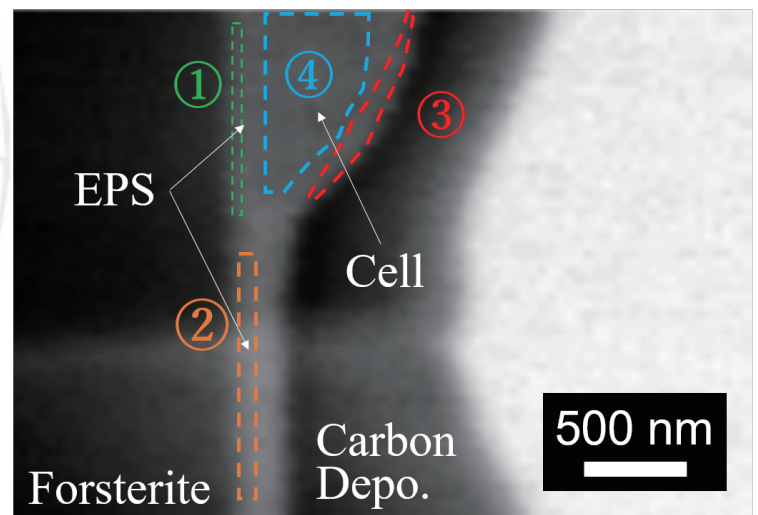


Fig. 1 STXM image of interface between cyanobacterial cell and forsterite at 288.0 eV.

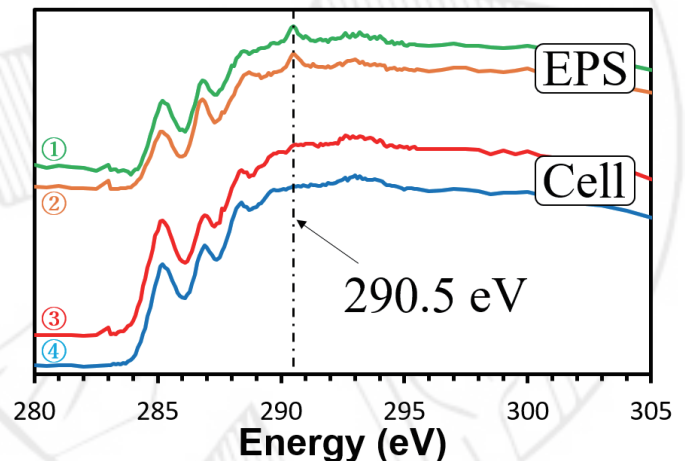


Fig. 2 C K-edge XANES spectra from the area shown in Fig. 1.