

炭酸カルシウムで脱炭素!?



応用生命化学専攻
分析化学研究室
鈴木 道生 准教授

生物が鉱物を作る現象をバイオミネラリゼーションと呼びます。

バイオミネラリゼーションの分子メカニズムを利用し、

二酸化炭素をカルシウムイオンに効率的に結合させ脱炭素を目指す研究を進めています。

太古の地球では二酸化炭素(CO₂)が大気中に高濃度で存在しました。現在の大气中にはCO₂は40 ppm程度しか存在していませんが、CO₂の多くが海水中のカルシウムイオン(Ca²⁺)やマグネシウムイオン(Mg²⁺)に結合し炭酸カルシウム(CaCO₃)などの炭酸塩鉱物として岩石中に存在するようになりました。一説では地球上で最も多い炭素の化学形態は炭酸塩鉱物だとも言われています。これらのCaCO₃のほとんどは生物の作用、すなわちバイオミネラリゼーションによって生成されたと考えられています。現在、大気中のCO₂が人間活動により急激に上昇し、地球温暖化などの環境変動が問題になっており、炭素を排出しない脱炭素社会の構築を目指すため、「GX(グリーンTRANSフォーメーション)する」ことが強く求められています。

太古の地球の大気中のCO₂を減らしたのはバイオミネラリゼーションによるものであるにも関わらず、脱炭素技術としてバイオミネラリゼーションはほとんど研究されていません。これは以下のような理由からだと考えられています。海水と同じpH8程度の水溶液にCO₂が溶け込むと重炭酸イオン(HCO₃⁻)の化学形態になるため、Ca²⁺と炭酸イオン(CO₃²⁻)が結合しCaCO₃が生成する際にプロトン(H⁺)が生じてpHが下がります。その結果としてCO₂が水溶液から放出されるので、大気中のCO₂を上昇させる反応であると考えられてきたためです。しかし、近年の最新の

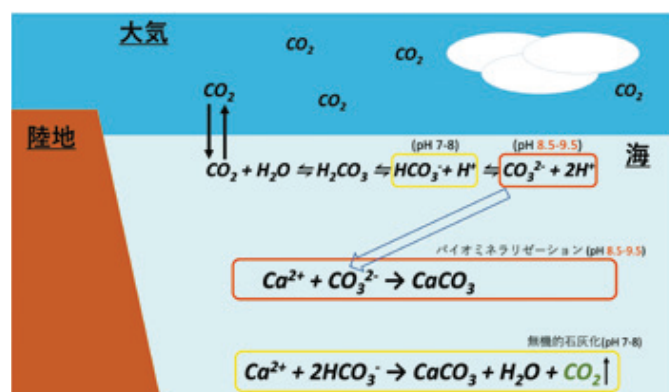


図1: 海洋中のCaCO₃の生成反応

バイオミネラリゼーション研究により、石灰化の場合でのpHの上昇とCa²⁺とCO₃²⁻を効率的に結合させる特殊なバイオミネラル有機分子の存在などが明らかとなり、このメカニズムを環境技術として用いれば直接的に大気中にCO₂を放出することなく海水中でCaCO₃を生成できることが示唆されてきました。バイオミネラリゼーションによる脱炭素研究の基礎と応用について、他大学や企業、東京大学が主催するバイオミネラリゼーション研究会との連携により推進しています。

教えて! Q&A

バイオミネラリゼーション

生物が生体の内外に無機元素を含む鉱物を生成する現象のことです。炭酸カルシウム、リン酸カルシウム、ケイ酸、マグネサイトなど様々な鉱物を生成することが知られていますが、地球上で最も多いバイオミネラルは炭酸カルシウムです。炭酸カルシウムはサンゴ、ウニ、貝類、甲殻類、藻類、有孔虫など様々な生物が生成します。

炭酸カルシウム

Ca²⁺とCO₃²⁻から成る鉱物で、原子の並びの違いによりcalcite、aragonite、vateriteなどの多形があることが知られています。バイオミネラリゼーションの生成反応においては、急激なpH上昇と特殊なバイオミネラル有機分子などの作用により不定形の炭酸カルシウム(ACC)がまずは沈着し、それから多形や形態、方位などが厳密に制御されたCaCO₃が効率よく結晶成長すると考えられています。



図2: バイオミネラリゼーションによるカーボンリサイクル

詳しくはこちら、【分析化学研究室】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/analchem/index.html>

【バイオミネラリゼーション研究会】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/biomineral/index.html>