

有機－無機のアンスンブル ～バイオミネラリゼーションが織りなす複合現象の解明～ Organic-Inorganic Ensemble ~Study on the complex phenomenon by biomineralization~

東大院農 ○鈴木道生

Univ. Tokyo, Agricultural and Life Sciences ○Michio Suzuki

E-mail: amichiwo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

生物は有機物のみで構成されるのではなく、多くの無機元素も利用し生存している。無機元素は、神経伝達や酵素活性、酸素の運搬など多様な機能を有しているが、その中でも無機元素を沈着、固化させ生体鉱物（バイオミネラル）を作る現象が知られており、この現象をバイオミネラリゼーションと呼ぶ。バイオミネラルは単なる無機鉱物とは異なり、少量の有機基質を含むことで、形態や多形、方位、欠陥密度などが緻密に制御された鉱物結晶を作り出している。このような鉱物結晶を人工的に合成することは非常に困難であることが多いが、生物は常温常圧という温和な環境、有機溶媒を必要としない水系の反応、さらに副反応による有害物質を出すことなく合成を実現している。

例えば宝石である真珠の虹色の輝きは、アコヤガイという貝類が作る炭酸カルシウムが有機基質の膜と規則的な層状構造を作ることのできる構造色である。この炭酸カルシウムの結晶は厚さが 300-400 nm 程度のタブレット様の形態を持ち、結晶の *c* 軸の方位が貝殻の面に対して垂直に揃い、数 nm の薄さの有機基質の膜により挟まれている。このような扁平状の炭酸カルシウム結晶の形態はどのように調整されてできるのか、炭酸カルシウム結晶の *c* 軸はどのように揃うのか、有機基質の膜はどのような成分で作られているのか、全く分かっていなかった。そこで、アコヤガイの真珠層から、炭酸カルシウム結晶の形成に働く有機基質の構造を明らかにする研究を行った。その結果、酸性アミノ酸であるアスパラギン酸を非常に多く含む新規のタンパク質である Pif を明かにした。Pif は多糖類であるキチンと共に有機基質の膜を形成し、炭酸カルシウム結晶の成長方向を制御することで扁平状の形態を作ると考えられた。

その他に、微生物に金属イオンを添加すると、金属ナノ粒子を合成するという現象が知られている。生体内には様々な還元剤となる成分が存在し、還元剤が金属イオンなどを還元する。還元された金属が凝集しないように表面に分散剤となる成分が結合すると考えられている。これまで様々な微生物が種々の金属ナノ粒子を合成するという報告は多数あるが、どのようなメカニズムで合成されるのか、その具体的なメカニズムはほとんど分かっていない。そこで、金属ナノ粒子合成に関与する成分を乳酸菌から探したところ、膜の構成成分である糖脂質が金属イオンの還元と分散化に働くことを明らかにした。

このような鉱物および金属の沈着に関与するような生体成分や分子機構を明らかにし、蓄電池や太陽光発電、センサーなどのデバイスに利用できるような新規材料を開発するという研究に結び付けたいと考えている。