

無機／有機ハイブリッド層状高分子

無機高分子研究室 谷昌明

Inorganic-Organic Hybrid Layered Polymer

Masaaki Tani

材料に対する高性能化，高機能化のニーズは近年さらに高まっています。そこで，このようなニーズにこたえるため様々なアプローチが試みられています。その一つが，有機構造と無機構造とを合わせ持つ無機／有機ハイブリッド（複合）材料の研究開発です。無機／有機ハイブリッド材料は有機物の特徴と無機物の特徴を兼ね備えた優れた物性を持つことが期待されます。

我々は新しい無機／有機ハイブリッド材料としてFig. 1のような有機ケイ素系層状高分子材料を合成しました。この層状高分子は層状の無機部とその表面に存する有機側鎖から構成されます。

無機部は2つの SiO_2 四面体シートとそれらに挟まれた $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 八面体シートからなる層状結晶で，マイカ，粘土鉱物等と同様の構造です。

粘土鉱物でもその層間にイオン交換法により有機分子を導入した有機化粘土がよく知られていますが，有機化粘土では粘土と有機分子がイオン結合で結ばれており，導入できる有機分子の量は層間の交換性陽イオンの量を上回ることはありません（モンモリロナイトでケイ素の約1/12）。

これに対して層状高分子では表面の有機側鎖は四面体シート中のケイ素原子と共有結合で結ばれている点が異なります。層状高分子は，1つのケ

イ素原子につき1本の有機側鎖を持つため，全体に占める有機の割合は重量比で約50%と高くなっています。そのため有機溶媒によく相溶，膨潤します。

この層状高分子は Mg^{2+} イオン存在下でシランカップリング剤として知られるトリアルコキシシラン（ $\text{R-Si}(\text{OR}')_3$ ；R, R'は有機）のアルコキシ基を加水分解，脱水縮合反応させることにより，室温で容易に合成することができます。

粘土鉱物中のケイ素はシロキサン（ Si-O- ）結合を4つ持っています。しかしトリアルコキシシランはアルコキシ基を3つしか持っていないので層状高分子中のケイ素は3つのシロキサン結合を持つことになります。従って層状高分子が粘土構造と同様の構造をとるためにはケイ素の結合が1つ足りないことになります。にもかかわらずこのような層状高分子が合成できるのは，反応時の層状構造の形成は主に $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 八面体シートの成長を中心としてなされるからであると考えられます。この合成手法は有機を無機により2次元平面上に整列させる新しい技術であるといえます。

有機側鎖の末端がFig. 1のように官能性のものであるとき，これをさらに反応させることにより隣接する層状高分子同士を架橋，結合させることができます。これは無機層と有機層がナノメーターオーダーで交互に積み重なった，無機／有機ハイブリッド積層重合体となります。（Fig. 2）

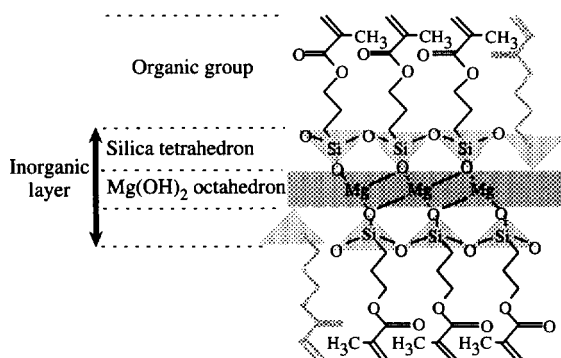


Fig. 1 Structure model of layered inorganic-organic polymer.

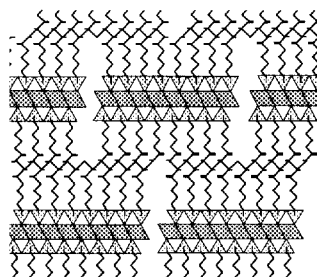


Fig. 2 Structure model of inorganic-organic hybrid stacking polymer.