

タンパク質結晶のエピタキシャル成長における新展開

久保 貴資

近年、材料科学の発展と工業的な要請から、有機結晶のヘテロエピタキシャル成長が注目を集めている。この系においては、従来の無機物質同士のエピタキシーとは異なる特徴が見出されており、例えば有機結晶の場合は必ずしも格子整合性が決定的な要因ではない。このことは、無機分子で用いられてきた方法論のみでは有機分子をエピタキシャル成長させるには十分ではないことを示唆している。

これまで有機結晶のエピタキシャル成長については、鎖状分子や平面状分子を中心として様々な研究が行われてきた。三次元的で、より複雑な構造を持つタンパク質をエピタキシャル成長させることは大変興味深い。なぜならば、対称性の低い巨大分子の結晶をエピタキシャル成長させ、そのメカニズムを解明できれば、エピタキシャル成長に関する、より普遍的な理論の構築に寄与できる可能性があるからである。それにもかかわらず、これまでタンパク質のエピタキシーの研究はほとんど行われてこなかった。

タンパク質のエピタキシャル成長に関する研究は、McPhersonらにより約20年前に無機結晶基板を用いて初めて行われた。しかし、この現象の再現性は今のところ確立されていない。一方で、最近の研究により、有機薄膜上でリゾチームの配向結晶が核形成することが明らかにされた。この結果は、タンパク質結晶のエピタキシャル成長は適切な有機薄膜基板によって誘発されることを支持している。加えて、リゾチーム結晶の配向が結晶化溶液中のNaCl濃度に依存して異なることもまた報告された。これは、タンパク質と基板分子との間の相互作用が結晶化溶液の成分により影響を受けることを示している。このことは、タンパク質結晶のエピタキシャル成長に関して、基板の表面構造だけでなく結晶化溶液の成分にも注意しなければならないことを意味している。

本論文において、タンパク質結晶を再現性良くエピタキシャル成長させる最初の実証を報告する。基板の分子配列ならびに溶液組成の両面に着目し、実験を行った。脂肪酸は類似した分子構造を持ちながらも長さの異なる物質が数多く存在し、かつ真空蒸着法により薄膜を作製すると、その表面構造を容易に制御できる。このため、脂肪酸により異なる構造・分子長を持つ薄膜を作製し、その膜にタンパク質を結晶化した。加えて、pHを制御するために用いている酢酸緩衝液中の酢酸濃度の変化に対して、タンパク質の溶解度が変化することが知られているため、酢酸濃度によるエピタキシャル成長への影響も調べた。