

真空紫外光を用いたポリマーの改質と照射雰囲気効果

分子工学部 田中聡美 加藤千尋
材料工学部 長沼康弘

1 はじめに

高分子は軽量、フレキシブルなため、様々な用途で用いられている。それに伴い、高分子のバルクとしての性質を維持したまま、表面に接着性、潤滑性、耐擦傷性、帯電性、ぬれ性、防曇性、バリアー性といった機能性を付与する高分子の表面改質技術が重要な技術分野の1つとなっている。この表面改質技術としては、薬品を用いた化学的改質や、光、電子線、イオンビーム、プラズマを用いた物理的改質があるが、その中でも近年着目される手法に真空紫外 (VUV) 光を用いた表面改質技術がある。VUV 光は短波長で光子エネルギーが高いため、非熱過程で分子の結合を切断することができ、物理的改質として代表的なプラズマ処理等と比べ、低コストかつ表面へのダメージが少なく、表面処理が可能であるという特徴を持つ。本研究では真空紫外光をポリマーに照射し、照射に伴う表面の物理、化学的变化と、照射中の雰囲気ガスによる改質効果の違いについて検討を行った。

2 実験

ポリマーとしてはポリビニルアルコール (PVA)、ポリエチレン (PE)、ポリスチレン (PS) を用いた。各ポリマーのフィルムに窒素あるいは乾燥空気雰囲気下でキセノンエキシマランプ (172nm; クォークシステムズ製 QEX-230SX) を照射した。接触角計 (エルマ光学 G1)、赤外分光器 (BOMEN DA8 あるいは SHIMADZU; FTIR8200) ならびに X 線光電子分光分析装置 (アルバック・ファイ PHI-5500) を用い、VUV の照射に伴うポリマー表面の状態の変化を観測した。

3 結果と考察

図1に窒素雰囲気下ならびに乾燥空気下における VUV 光照射に伴う PVA、PE 膜の接触角の変化を示す。PVA 膜では乾燥空気雰囲気下では数秒の光照射で接触角は 15° 前後 (照射前約 45°) まで減少し、それ以降飽和した。それに対し、窒素雰囲気下では接触角は照射直後約 15° まで減少した後、30~60 秒にかけて一時的に上昇した。また PE 膜では乾燥空気下では照射約 100 秒前後で 97° から約 50° まで減少し、飽和したのに対し、窒素雰囲気下では照射時間とともに接触角が徐々に減少するのが観測された。光照射時の酸素分圧により表面改質の仕方が異なることがわかった。

これら表面改質したポリマーの化学構造の変化を XPS、IR を用いて検討したところ、主鎖あるいは側鎖の切断、H の引抜き、あるいは O の挿入による、カルボニル等の形成が観測された。また乾燥空気下では酸素が VUV 光を吸収することにより、オゾンが形成され、そのオゾンによる酸化効果も大きいことが確認された。化学構造に関する詳細な検討、ならびにポリスチレンの結果については当日報告する。

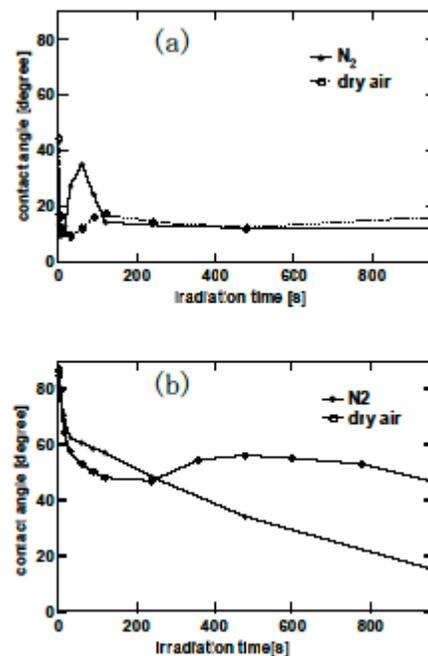


図1 PVA、PE の接触角の変化 ((a): PVA; (b): PE)