



小角 X 線散乱による CNF 膜の微細構造解析

庄山昌志¹，真弓悠¹，公手勇佑²，野本豊和³

1 三重県工業研究所，2 第一工業製薬株式会社，3 あいち産業科学技術総合センター

1. 背景と研究目的

セルロースナノファイバー(CNF)は、森林資源、農業廃棄物を原料とする高機能材料であり、鋼鉄の5分の1の軽さで5倍以上の強度を有していることから注目の材料となっている。また、CNFは植物由来のカーボンニュートラルな材料であり、現在様々な用途開発の取り組みが進められている。

CNF膜の優れた特徴の一つに、酸素等に対する高いガスバリア特性がある。しかしながら、これまでCNF膜のガスバリア特性と微細構造の相関については明らかになっていない。そこで、本研究では、CNF膜におけるナノファイバーの微細構造について、小角X線散乱を用いて解析を行った。

2. 実験内容

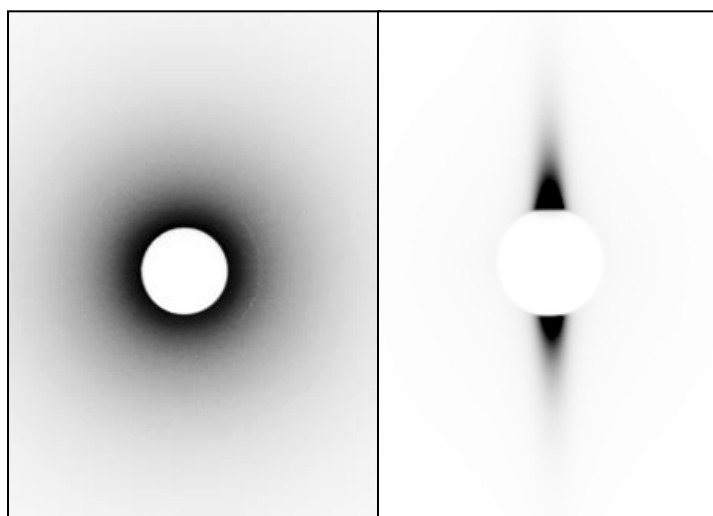
測定試料は、CNF薄膜をホットプレートで70℃で乾燥し、膜厚約20μmの薄膜を20枚積層したものを用いた。ビームラインは、BL8S3を用い、エネルギー8.2 keV、カメラ長2 m、検出器R-AXISとした。測定は小角X線散乱測定とし、積層したCNF膜の面内方向（薄膜表面と平行）と断面方向（薄膜表面と垂直）のそれぞれの場合におけるCNF膜の配向特性及び微細構造の評価を行った。

3. 結果および考察

図1(a)にCNF積層膜の面内方向の小角X線散乱解析の2次元散乱プロファイルを示す。図より、CNF膜の面内方向では、特定の方向への配向特性は観察されなかった。これより、CNF薄膜は薄膜面内においては、その構造はランダムであり、セルロースのファイバーが特定の配向性を有して配向していないことが明らかとなった。

一方、図1(b)に積層CNF膜の断面方向の2次元散乱プロファイルを示す。図1(a)と異なり、明らかに上下方向への散乱が認められた。試料の設置方向から、セルロースのファイバーがCNF薄膜表面と平行方向への配向を有する可能性が示唆される。

以上の結果より、CNF膜においては、セルロースのファイバーは薄膜の面内ではランダムな構造をしており、特定方向への配向は観察されないのに対し、膜厚断面においては、薄膜面と平行方向に大きく配向していることが予想された。このことより、CNF膜の優れたガスバリア特性には、セルロースファイバーの配向特性が大きく寄与している可能性があることが想定された。今後は、CNF膜の微細構造解析結果とガスバリア特性の相関について詳細に検討を進める必要がある。



(a) 薄膜面内

(b) 薄膜断面

図1 積層CNF膜の2次元散乱プロファイル

4. 参考文献

1. H.Fukuzumi et.al., *Biomacromolecules*, 14, p.1705-1709 (2013).