

押出成形可能かつリサイクル可能なセルロース素材の開発

三重大学 大学院生物資源学研究科 准教授 野中 寛

木材は寺社仏閣に使われ、紙は文書や紙幣にも使われるように、セルロース繊維は耐久性に優れ、一方で環境中での生分解性、環境適合性も備えている。しかしセルロース繊維のみでは、一般に「水に分散させた繊維を金網でろ過→湿式マット作成→プレス乾燥」を経て、紙に代表されるシート状材料しか作れない。紙を積層すると板紙となり、厚みを持たせることはできるが、三次元に成形することは困難である。ファイバーボードやパーティクルボードは、木質繊維や木片を石油系接着剤で圧縮して固めるため、主にボード状となる上、水中で離解可能という優れたリサイクル特性を犠牲にしている。そこで本研究では、セメント混和剤や増粘剤として使われている粉末状のセルロース誘導体に着目し、セルロース繊維、水とあわせて混練することにより、押出成形可能な粘土状セルロース繊維素材を開発する研究構想に至った。押出成形に求められる素材の性質は可塑性、すなわち「力を加えたと変形（流動）し、力を除いてもその形を保つ性質」である。

セルロース誘導体としてヒドロキシプロピルメチルセルロース（HPMC、信越化学工業製）、セルロース繊維として、パルプ、古紙、セルロースナノファイバー（CNF）などを選択して実験を行った。まず誘導体と繊維を均一に混練するためには、繊維を事前に解繊する、状況に応じて誘導体を水に溶かすことが効果的であり¹⁾、長繊維は凝集塊をつくりやすい傾向にあった。また含水率40%以下では素材が粘土状になりやすく、逆に含水率が高い場合は、保形性が乏しく、乾燥過程における収縮が大きくなるため、水分量の最適化が重要であった。保形性が高い状態に調整した素材は、押出成形に要する力は大きくなるが、乾燥中形状を保ちやすいゆえ、通常の熱風乾燥ではポーラスな軽量成形品を、熱プレス乾燥では高密度で平滑な成形品を作ることができるなど、密度を制御可能であった^{2,3)}。

手提げ紙袋の石油系把手（取っ手）材料の代替を意識し、セルロース繊維と HPMC の比を変えて混練した素材を、粘土細工用の簡易押出機（口径 9mm×2mm）を用いて一定速度で押し出し、乾燥、静置後の平紐状の成形品を試作した（右写真）。卓上試験機を用いて引張試験を行い、市販紙袋に用いられている把手（アクリル紐、PE 製ハッピータック、紙丸紐、紙平紐）と遜色ない、もしくは、上回る十分な引張強度を発現した⁴⁾。HPMC の割合を増やすと強度が増大する傾向にあり、繊維間に存在する HPMC が水素結合点の増加に寄与したためと推測された。成形加工可能なセルロース繊維素材は他製品への普及も見込め、社会に大きなインパクトを与えうる。ラボレベルでは、押出成形のほか、型押し成形による三次元の試作品製作を行っており、展示会等でおおいに注目をいただいた^{2,3)}。



1) 河村海斗, 阿部羅貴嗣, 早川和久, 野中 寛, 「押出成型可能なセルロース素材の開発」, セルロース学会第23回年次大会, 2016年7月14-15日（つくば）

2) 河村海斗, 野中 寛, 早川和久, 阿部羅貴嗣, 「押出成形可能なセルロース素材の開発」, みえリーディング産業展, 2016年11月11-12日（四日市）

3) 野中 寛, 「平面から立体へ！ オールセルロース素材 セルロースファイバーの三次元成形」, 第337回生存圏シンポジウム Nanocellulose Symposium 2017, 2017年3月13日（京都）

4) 野中 寛, 阿部羅貴嗣, 「押出成形可能なセルロース繊維素材の開発 ～紙と一緒にリサイクル可能で強度と質感に優れた天然素材～」, 化学工業, No.12, 36-41 (2016)