

## ヘミセルロースのフィルム利用

下川 知子

ヘミセルロースは、植物バイオマスの主体である植物細胞壁の主要な構成成分であることから、再生可能で、莫大な賦存量を有する多糖類である。一般的な性質としてアルカリ溶液に可溶であり、セルロースよりも分解されやすい性質を持つ。ヘミセルロースは、植物細胞壁中に含まれる多糖類のうちセルロース、ペクチンを除いた多糖類の総称であることから、単一の成分ではなく植物種、存在部位によって成分に違いがある。草本植物と木本植物間での違いはもとより、樹木でいえば広葉樹と針葉樹、辺材と心材、組織、細胞の部位によってもその種類が異なっている。構造的にもセルロースがグルコースのみを構成糖とした直鎖構造をとるのに対し、ヘミセルロースは分岐した複雑な構造をとり、キシロース、アラビノース、マンノース、ガラクトースなどの糖から構成され、分子量はセルロースに比べて小さい。複雑な構造をしているために、セルロースに比べて利用開発が一步遅れて見えるヘミセルロースではあるが、近年、バイオポリマーとしての性質を活かし、フィルム、ハイドロゲル、機能性繊維、バイオ複合材料などへの新規なバイオマテリアルとしての用途開発が注目を集めている<sup>1)</sup>。

ヘミセルロースからフィルムを作製するもっとも簡単な方法は、水溶液、もしくは一様に懸濁させた懸濁液を作製し、シャーレに注いでそのまま乾燥させる方法である。造膜性の優れたヘミセルロース試料を用いると、ほぼ透明から半透明なフィルムが形成され、シャーレから剥離させることができる。水溶液の濃度、乾燥させる温度なども膜の性質に影響するため、乾燥途中でひび割れしてしまったり、きれいな膜として剥がせない場合も多い。シャーレの材質も剥離性に影響し、ポリスチレン製、テフロン性などのシャーレが使用されている。ヘミセルロースからのフィルム作製で、もっともよく研究されているのがキシランフィルムである。

キシランはもっとも多く存在するヘミセルロースであり、セルロースに次ぐ多糖類資源である。β-1,4結合したキシロースの主鎖に側鎖が結合している。食品製造時に副産物として生じる小麦ふすまやトウモロコシの穂軸、麦殻などに多く含まれるアラビノキシラン、タケ由来のアラビノグルクロノキシラン、広葉樹由来のグルクロノキシランなどからキシランフィルムが作製され、生分解可能なバイオマテリアルとしての利点から、将来的な食品包装素材などに向けた用途開発が進められている<sup>2)</sup>。これらのキシランフィルムには、共存物として少量のリ

グニンが含まれていることがあるほか、グリセロールやソルビトールなどを、柔軟性を与えたり膜化を良好にするための可塑剤として添加している場合が多い。可塑剤添加量の多いものでは、キシランの重さに対して20–40%量を添加させており、可塑剤なしでフィルムを作製した例は、トウモロコシ穂軸由来のアラビノキシラン、小麦ふすま由来のアラビノキシランなど数例に留まっている。食品包装素材として求められるフィルムの性質には、強度、しなやかさ、酸素バリア性、水分や油分に対する耐性などがあげられるが、可塑剤や混合素材の添加によってフィルムの性質を変化させることができるため、幅広い添加物の検討が行われている。例として、セルロースナノファイバーの混合による強度の上昇、酸素バリア性の向上などの成果が報告されている。また、キシランの一部を化学修飾することによって、フィルム性状の向上を図る試みもなされており、実用化に向けた取り組みが加速している。

キシランフィルムに比べ、マンノースを主鎖とするマンナンからのフィルム報告例は少ない。キシランが農産廃棄物、広葉樹パルプの製造工程から得られるのに対し<sup>3)</sup>、針葉樹パルプの製造工程からはガラクトグルコマンナンが得られる<sup>4)</sup>。いずれも工業的な生産が行われているわけではなく、性質変動の少ない試料の入手し難さが、ヘミセルロース研究の進展を妨げる要因の一つになっている。針葉樹由来のガラクトグルコマンナン、コンニャクの貯蔵多糖であるグルコマンナンなどからフィルムが作製されているが、こちらの場合も可塑剤などの添加が必要であり、フィルムの強度や耐水性などを向上させるためにさまざまな素材との混合フィルムが検討されている。

ヘミセルロースを食用途可能な方法で調製し、フィルムを作製すれば可食性フィルムとすることができる。デンプンや寒天、プルランなどの可食性多糖類のフィルムは、すでに食品業界で幅広く利用されており、ヘミセルロースから調製されるフィルムも同様の利用用途が期待できる。

- 1) Habibi, Y. *et al.*: Polysaccharide building blocks, Wiley (2012).
- 2) Mikkonen, K. S. *et al.*: *Trends Food Sci. Tech.*, **28**, 90 (2012).
- 3) Chirat, C. *et al.*: *Process Biochem.*, **47**, 381 (2012).
- 4) Willför, S. *et al.*: *Carbohydr. Polym.*, **72**, 197 (2008).