

(産総研) ○敷中一洋、(森林総研) 中村雅哉、Ronald R. Navarro、大塚祐一郎

<緒言> 低炭素化社会実現を目的に植物の有用化成品への変換が世界的に試行されている。その候補となる植物資源として非可食植物バイオマスが挙げられる。非可食植物バイオマスは主に多糖類 (セルロース・ヘミセルロース) とリグニンという高分子成分から成る。これまで蒸解処理等による分離・利用が試みられたが、分離における試料ロス + 変性や酸・アルカリ・有機溶媒といった有害薬剤を用いる観点から産業的普及に困難があった。

近年、発表者らにより多糖類・リグニンをロス無くクリーンかつ高効率に低糖類・リグニンナノ粒子として分離する物理粉碎と酵素処理を複合した「同時酵素糖化粉碎 (SESC; Fig. 1)」¹⁾が開発された。本講演では産総研の持つ板状粘土鉱物と有機高分子の成膜技術「クレースト®」作成技術を元としたリグニンナノ粒子と粘土のみから成るミルフィーユ構造を持つ機能膜について報告する²⁾。

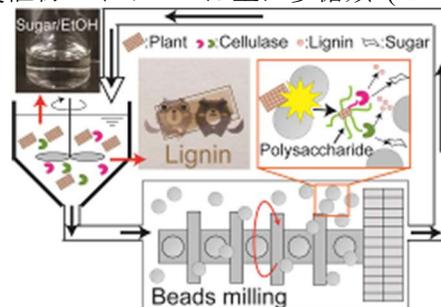


Fig. 1 SESC 模式図

<実験手法> 湿式ビーズミル装置とジルコニアビーズ (粒径 0.1 ~ 0.5 mm) を用いて、植物粉 (粒径 0.1 ~ 2 mm, スギ)・糖化酵素 (cellulase, xylanase, β -glucosidase)・リン酸緩衝液混合物を 50 °C で合計 4 時間ミリング処理した (SESC 処理)。遠心分離 (20,000 × g, 30 分) により上澄み (糖液) を分取、スラリーとしてリグニン (SESC リグニン) を得た。SESC リグニン水分散液を板状粘土鉱物 (モンモリロナイト等) を水中で混合 (リグニン : 粘土 = 1~3 : 9~7 [wt/wt])・脱泡後、PET 基盤にキャスト・乾燥することで自立膜を得た。

<結果・考察> SESC リグニンは粘土と水中で良好に混和し、乾燥により自立膜 (リグノクレースト) を与える (Fig. 2 左)。天然粘土から成るリグノクレーストは 150 °C、2 時間の焼成で耐水性膜となる。

リグニンは芳香族主鎖骨格内に紫外線を吸収し得る発色団を持つため、リグノクレーストも紫外線吸収性を発現する。具体的には厚み 30 μm 程度で UVA (315 ~ 400 nm) 領域の紫外線透過度は最小 1.2%、UVB (280 ~ 315 nm) 領域の紫外線透過度は 0%であった。また SESC リグニン・粘土鉱物共々不燃性を持つためリグノクレーストもフルオロカーボンと同等の UL94 規格において V-0 の不燃性を示す。

通常のクレースト®はガスケットとして用途検討される程の高いガスバリア性を持つがリグノクレーストはこれに反し高い水蒸気透過性 ($1092 \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)・酸素透過性 ($406 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$) を示す。透過型電子顕微鏡で観察された断面像 (Fig. 2 右) において、粘土鉱物と SESC リグニンが μm 厚のミルフィーユ構造を形成しており、SESC リグニンリッチ層が多孔質となっていた。この構造が高いガス透過性をもたらしていると考えられる。また上記した紫外線透過度・ガス透過率は SESC リグニン由来植物種により異なる。

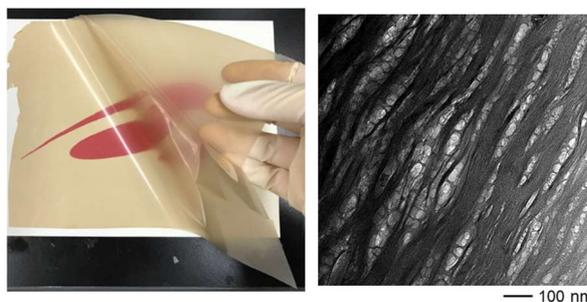


Fig. 2 リグノクレースト外観(左)および断面像(右)

リグノクレーストは粘土とリグニンのみから成る石油由来成分を一切含まない機能膜であり、不燃透湿 UV カット膜として農業分野等幅広い用途展開が見込まれる。

<謝辞> 本研究は JST-ALCA ホワイトバイオテクノロジー (JPMJAL1601) による委託を受けて実施した。

<参考文献> 1) K. Shikinaka et al., *Green Chem.*, **2016**, *18*, 5962; R. R. Navarro et al., *BMC Biotechnol.*, **2018**, *18*, 79. 2) K. Shikinaka et al., *Green Chem.*, **2019**, *21*, 498; 産総研プレスリリース: 植物や鉱物だけからなる紫外線カット透湿フィルムを開発 2018/12/19; 2018/12/21 日刊工業新聞, 2019/1/8 日本農業新聞等報道

Non-flammable and moisture-permeable UV protection films from layered silicate and lignin, Kazuhiro SHIKINAKA, Masaya NAKAMURA, Ronald R. NAVARRO, and Yuichiro OTSUKA: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Nigatake, 4-2-1, Miyagino-ku, Sendai 983-8551, Japan, Tel: 022-237-8014, E-mail: kaz.shikinaka@aist.go.jp