

京都市大 生存圏研究所

未来開拓研究センター

西村 裕志 特定准教授

解き放て、植物バイオマス！ 紫外線バリアのリグニン新素材

紙は、樹木の約半分を占めるセルロースからできています。残りはヘミセルロースとリグニンという成分です。リグニンは、樹木を支え、長い間、風雨に耐える天然のバリアですが、とても堅い物質であるため簡単に取り出すことができません。西村裕志先生は植物がつくった天然の構造を最大限に活かしながら、樹木、そして竹や稲わらからも、リグニンを取り出す独自の方法を開発されました。石油に代わる新素材として期待されるリグニンの活用を通じて、カーボンニュートラルを実現し、豊かな生態系を育みたいという西村先生に、開発の経緯などをうかがいました。

分解ではなく温和に分離する

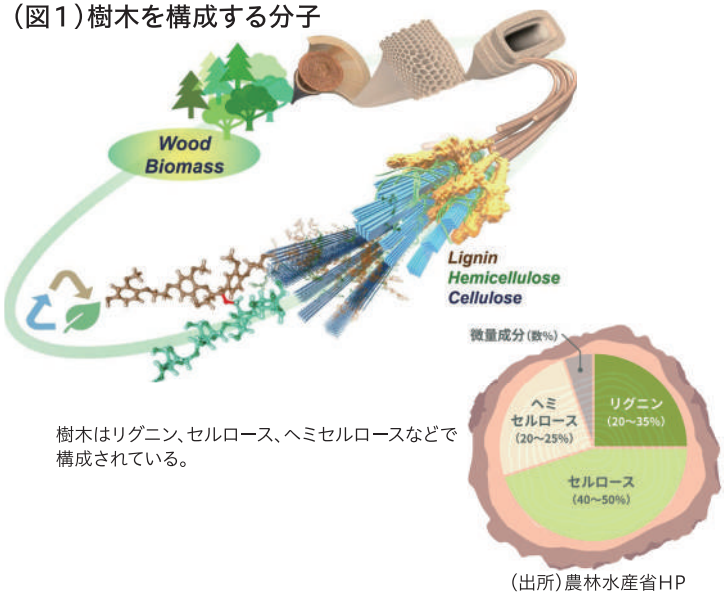
わが国では、「SDGs」「カーボンニュートラル」「GX(グリーン・トランスフォーメーション)」「地域創生」といったキーワードを掲げ、官民を挙げてバイオマス(生物由来の再生可能な資源)の活用を強力に推進しています。こうしたなか、近年、耳目を集めているのがリグニンです。「リグニンは、樹木中の1/3〜1/4を構成する成

トロー(道管)を通じて幹や枝へと効率よく運んでいます。

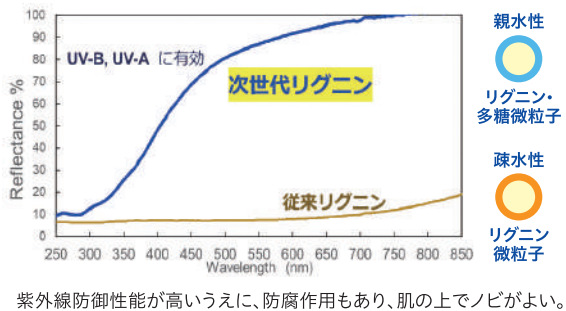
「ところが、ある条件のもとではリグニンが水中で透明になり溶けているように見えませんでした。顕微鏡で調べてみると、溶けたのではなく微粒子として均一に分散していたのです。この性質を利用すれば、水やクリームにも混ざりやすいですし、溶けない薬剤を包んだり、運んだりするドラッグデリバリーなど色々な可能性が広がります」(図3)。

こうした研究成果をもとに、西村先生は池田泉州銀行の「第20回イノベーション研究開発助成金」に「森から生まれる人と地球にやさしい紫外線バリアの開発」として応募。今年3月には、見事、大賞を受賞されました。

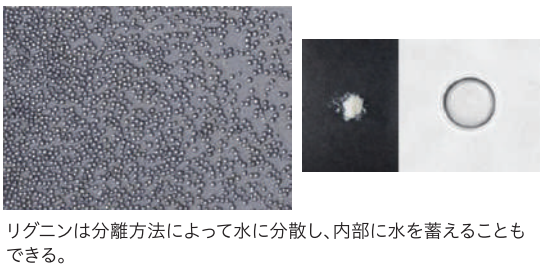
(図1) 樹木を構成する分子



(図2) 西村先生開発の紫外線防御剤の性能



(図3) 水に分散されたリグニン



リグニンは分離方法によって水に分散し、内部に水を蓄えることもできる。

分で、木材の細胞壁を守るバリア機能を備えた、

利用価値が高い物質です(図1)。しかし、リグニンは決まった形がなく堅固な構造のため、強力な薬品を使って高温高圧下で分解する必要があり、更には扱いにくい物質になってしまうのです」

製紙プロセスではパルプとしてセルロースを取り出し、リグニンは「邪魔者」扱いでした(現在は多くがサマルリサイクルされている)。西村先生は、自然界でリグニンを分解する微生物や、リグニンの分子構造の解析を20年以上続けてこられました。そして2018年にはNMR(核磁気共鳴)法という解析方法で、リグニンとヘミセルロース(セルロースの周りの柔らかい多糖)の結合構造を解明し、リグニン利用の発想の糸口を見つけられました。

「リグニンと多糖は、丸まった糸のような状態と接合している状態があることがわかりました。リグニンと多糖が元々つながった分子は無理に『分解』せず、温和な条件で『分離』する方が、リグニンが本来もつ良さを引き出せると考えたのです」

リグニンには、高い樹高を支える耐久性や、日光や雨などの天候がもたらす要因に強いという

人間のためだけではなく地球のための研究を

西村先生の出身学部は、京都大学工学部です。身の回りの物質を「化学」で説明できることに興味を抱いていた先生は、同学部の工業化学科へ進めます。タンパク質の構造解析を通じて創薬につながる研究を進めていましたが、地球環境や資源問題の解決に貢献したいという思いと、人為的には真似できない、生物がもつ見事なシステムに感心した西村先生は、次第に化学から生物、自然へと視野を広げ、「地球の健康」に関する研究をしたいと考えるようになります。そこには、大学入学時に参加した学部横断的なゼミで、現在の所属先の前身である木質科学研究所を知ったことが強く影響しています。

大学院で農学研究科に進まれた西村先生は、キノコが常温常圧でゆつくりとリグニンを分解する過程を研究し、生態系に調和した地球にやさしいバイオマス変換法を探索するようになりました。

耐候性があります。これらの特性の中で、西村先生が注目されたのが、紫外線に対するバリア機能で、これを活かして開発されたのが紫外線防御剤(図2)です。

「石油由来の日焼け止め剤はサンゴ礁など生態系への影響が懸念されています。UV散乱剤もナノリスクや金属アレルギーの心配がありますが、植物由来のリグニンなら、地球にも人にもやさしい製品の材料になります」

西村先生は、環境にやさしい製法で、これまでとは違う性質をもつ次世代リグニンを創製されました。

ところで、リグニンは一様ではなく、混ざりものなので高い品質や安全性が求められる日焼け止め剤の開発には苦労されたのではないのでしょうか？

「あえて高いハードルを設け、クリアすることで、最高のリグニンを世に出し、『邪魔者』という従来のイメージを一新するとともに、その可能性をアピールしたいと考えました」

疎水性のリグニンが水に溶けた？

リグニンには、水に溶けない性質があり、樹木は根から吸い取った水をリグニンで覆われたス

その後、リグニンの分離に取り組んで約7年。西村先生は、樹木や草本、竹など未利用のバイオマスから、一気通貫のプロセスで、リグニンだけでなくセルロースも取り出す技術確立されました。今後は大学発ベンチャーとしての飛躍を目指しておられます。

「植物は多種多様で複雑ですが、神秘的なほどすばらしい素材です。そこで、私は植物を上手に使いこなす研究開発を進め、自然と調和した持続的な産業、森と共に歩む循環型未来社会の実現を目指しています。地球規模のテーマですので、多くの方と協力して進めたいと思います。化学素材以外にも、農業、食品、ヘルスケア、住宅、エレクトロニクスなど幅広い展開を想定しています。森林、農地、竹林などの未利用資源、食品加工残渣を扱う企業の方たちとも連携し、多様なバイオマスを使いこなして多用途展開する、基幹素材の地産地消にも貢献したいと考えています」

西村 裕志(にしむら ひろし)

京都大学 生存圏研究所
未来開拓研究センター
特定准教授 博士(農学)

1999年、京都大学工学部工業化学科入学、2003年、同大学院農学研究科応用生命科学専攻へ進学、09年、同専攻(博士課程)修了。同年、京大生存圏研究所特定研究員、10年、同研究所ミッション専攻研究員。11年2月〜3月、トロント大学、11年4月〜12年3月、京都大学エネルギー理工学研究所、12年4月〜22年3月、同大生存圏研究所中核研究部生存圏診断統御研究系バイオマス変換分野・助教、22年より現職。

