

天然リグニンに配列依存的に結合するペプチドを発見

—植物バイオマスの変換利用に期待—

概要

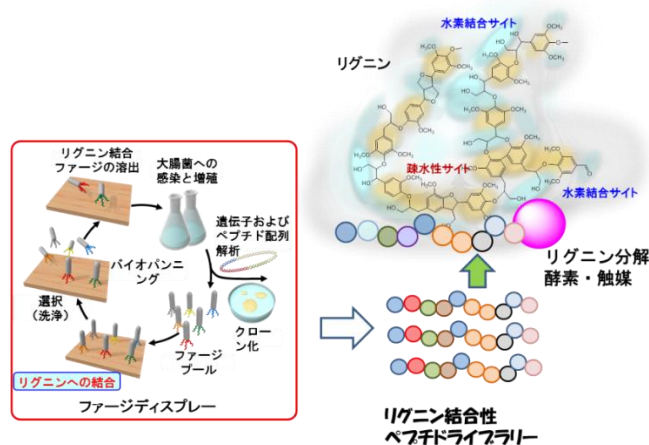
京大生存圏研究所 山口亜佐子 研究員（現：大阪府立大学理学部）、渡辺隆司教授らのグループは木材から分離した天然リグニンに配列依存的に結合するペプチドを見出しました。このペプチドは、植物バイオマスの変換利用に有用なリグニン分解酵素や人工触媒開発の強力なツールとなるもので、平成 28 年 2 月 23 日付、Scientific Reports 誌に掲載されました。

背景

地球温暖化や石油などの化石資源の枯渇問題を背景として、再生可能で食料と直接競合しない植物資源から、燃料や化学品、材料をつくり出すバイオリファイナリーが注目されています。樹木や草本植物の細胞壁は、セルロースなどの多糖類をリグニンという芳香族の高分子で固めた構造をとっている。石油などの化石資源に代って、再生可能な非可食植物資源から化学品やバイオ燃料をつくるためには、植物細胞壁を固めるリグニンを高効率で分解することが鍵となります。多糖であるセルロースの酵素分解では、セルロースを分解するタンパクにセルロースに結合する糊しろとなるタンパクがつながっており、このセルロース結合性タンパクのおかげで酵素がセルロースによく結合し、分解性が高まっています。しかしながら、リグニン分解酵素には、リグニンに結合するタンパク質はついておらず、また、植物から分離した天然リグニンに結合するペプチドは知られていませんでした。もし、リグニンによく結合するペプチドを見出して、そのペプチドをリグニン分解酵素や触媒に結合させることができれば、酵素が効率よくリグニンに結合し、分解が促進されると予測されます。また、こうした組換え酵素を木材腐朽菌で発現すると、リグニン分解力を強化した菌が育種されます。さらに、リグニン親和性ペプチドを人工触媒に結合させることにより、リグニン分解力を高めた触媒も合成されます。このように、天然リグニンに結合するペプチドが発見できれば、非可食植物資源の有用物質への変換の大きな武器となります。

研究手法・成果

リグニン結合性ペプチドを見出すことを目的として、スギおよびユーカリからリグニンを分離し、分離した天然リグニンに結合するペプチドを選抜する実験を行いました。即ち、バクテリオファージの表層に 12 個のアミノ酸がつながったペプチドを発見し、スギおよびユーカリから単離したリグニンを加えて、リグニンに結合するペプチドを選抜し、そのアミノ酸配列を解析した。解析した配列をもつペプチドを人工合成しリグニンとの結合を解析しました。その結果、配列依存的に天然リグニンに結合するペプチドを見出しました。最も親和性の高いペプチドは、柔軟にペプチド鎖を折り曲げてリグニン表面にフィットしやすい構造をとることが示されました。また、見出したペプチドは、配列により、針葉樹のリグニンと広葉樹のリグニンに対し、異なる親和性を示すものがありました。



図：スギおよびユーカリからリグニンを分離し、分離した天然リグニンに結合するペプチドを選抜

波及効果

天然リグニンに結合するペプチドを見出したことにより、そのペプチドのアミノ酸配列をリグニン分解酵素に組み込むことができ、分解性を強化した酵素や木材腐朽菌が育種されると期待されます。また、人工触媒に組み込むことで、リグニン分解性に優れた触媒が開発されます。さらに、植物のリグニンを重合する酵素に組み込むと、植物細胞壁の構造や分解性を制御できると期待できます。見出したペプチドは、リグニン分解の強化を通して、木材や草本植物から、化学品やバイオ燃料を生産する新しい産業の構築に寄与します。

今後の予定

ペプチド配列を、人工触媒やリグニン分解酵素に結合させる実験を行うとともに、リグニンとペプチドの結合サイトを NMR で精密に解析する実験を実施します。

<論文タイトルと著者>

A. Yamaguchi, K. Isozaki, M. Nakamura, H. Takaya and T. Watanabe, Discovery of 12-mer peptides that bind to wood lignin, *Scientific Reports*, 6:21833 (2016).

山口亜佐子*、渡辺隆司：京都大学生存圏研究所（*現在、大阪府立大学理学部）

磯崎勝弘、中村正治、高谷光：京都大学化学研究所

<用語解説>

ファージディスプレイ：バクテリオファージにペプチドをコードする遺伝子を組み込んで、バクテリオファージの表面に発現させ、標的物質への結合性を解析する手法。

リグニン：リグニンは植物細胞壁を固める難分解性の芳香族高分子であり、セルロースについて生産量が多い天然高分子と言われる。木材中では、20%-35%程度を占める。