

## 審査の結果の要旨

氏名 Deded Sarip Nawawi  
デデット サリップ ナワウィ

被子植物の出現以後、リグニンの化学構造が非常に幅広い多様性を示すようになったことが今までの研究によって明らかにされているが、多様性の中に規則性があるのかどうかについては、十分に検討されていない。Deded Sarip Nawawi 氏の研究では、リグニン化学構造の多様性の中に規則性が見出されるのか、規則性があるとすればどのような規則性なのかを解明することを第一の課題とした。次いで、そこに見出された多様性と規則性が、バイオリファイナリー過程でのリグニンの化学的反応性にどう影響するかを、定量的に評価することを第二の課題とした。

### (1) 単一樹木内でのリグニン構造の多様性と規則性（アテ材を試料として）

単一の樹木内でも、リグニンの化学構造は部位によって異なる。しかし通常は差異が小さいため、そこに規則性が存在することを見出すのは大変難しい。そこで Nawawi 氏は、アテ材を形成している樹木を試料とすることとした。アテ材とは、樹木が肥大成長する際にしばしば見られる偏心した肥大を示す材である。例えば、裸子植物（針葉樹）が斜面上に生育する場合、一般的には、谷側が山側よりも肥厚する。針葉樹の枝においては、下部が上部よりも肥厚する。これらにおいては、圧縮力がかかる側が肥厚するため圧縮アテと呼ばれる。一方、被子植物（広葉樹）においては、一般的にはその逆方向の肥厚が見られ、引張力がかかる側（斜面上の樹木においては山側、枝においては上部）が肥厚するため引張アテと呼ばれる。圧縮アテ、引張アテともに、樹木が重力に抗して成長するのに役立つ肥厚形態である。アテ材が形成されると、その部位によってリグニンの構造はかなり大きく変動するので、単一樹木内でのリグニン構造の多様性と規則性を研究する良い試料となる。

Nawawi 氏は、典型的な裸子植物・被子植物からのみでなく、裸子植物ではあるがシリギルリグニン（被子植物型のリグニン）を生産する樹木（*Gnetum gnemon*）、被子植物ではあるが圧縮アテ（裸子植物型のアテ）を示す樹木（*Eusideroxylon zwageri*）等の例外的な樹木からも、アテ材を含む試料を円盤状に

採取し、同一円盤内で、谷側から山側に向かってリグニン化学構造、リグニン量がどう変動するかを、定量的に分析した。その結果、同一樹木内において、リグニンの芳香核構造、リグニン量、リグニンの $\beta$ -O-4 構造量、同構造の側鎖立体構造、非縮合型構造比等のリグニンの諸特徴の間に極めて高い規則性がみられることを明らかにした。また、これらの規則性に基ついて、アテ材のタイプを圧縮アテ、引張アテと言う単純な二分類ではなく、「グアイアシルリグニン型圧縮アテ」(典型的な裸子植物アテ材)、「グアイアシル-シリンギルリグニン型引張アテ」(典型的な被子植物アテ材)、「グアイアシル-シリンギル型圧縮アテ」(例外的アテ材) と言う、リグニンの化学構造上の特徴を加味した三分類とした。

## (2) 異なった樹種間でのリグニンの多様性と規則性

アテ材リグニンの分析によって、同一樹木内のリグニン構造の多様性の中に規則性を見出すことに成功したが、異なった樹木間のリグニン構造を比べた場合に規則性が見出されるかどうかを、同一の属に属する異なった多数の樹木試料(ユーカリ 13 試料、アカシア 15 試料) のリグニンを対象として検討した。その結果、アテ材リグニンの分析と同様に、芳香核構造を軸とした規則性を見出すことに成功した。

## (3) リグニン構造の多様性と規則性が及ぼす化学的反応性への影響

(1)および(2)において見出されたリグニン化学構造の規則性のうちの一つに、芳香核構造と $\beta$ -O-4 構造の側鎖立体構造との関連がある。芳香核構造においてシリンギル核の割合が高ければ、 $\beta$ -O-4 構造のジアステレオマーのうちのエリトロ構造が多くなるというものである。この両者は、リグニンの化学的反応性に密接に関連していることが予想されたため、(2)で分析した全樹種をクラフト蒸解法と言う脱リグニン反応に供して、脱リグニン速度、アルカリ消費量などを定量的に解析した。その結果、芳香核構造におけるシリンギル核の割合が高い、すなわち、 $\beta$ -O-4 構造のジアステレオマーのうちのエリトロ構造が多くなるほど、脱リグニン反応が容易になることが定量的に示され、リグニン化学構造の規則性が、脱リグニンの容易さと定量的に関連していることが明らかになった。この結果は、樹木のリファイナリー適性を判断する際の指標となっている。

これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。