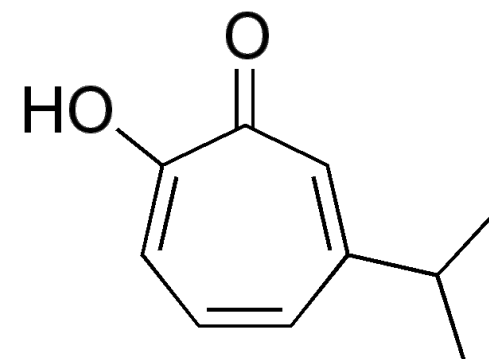
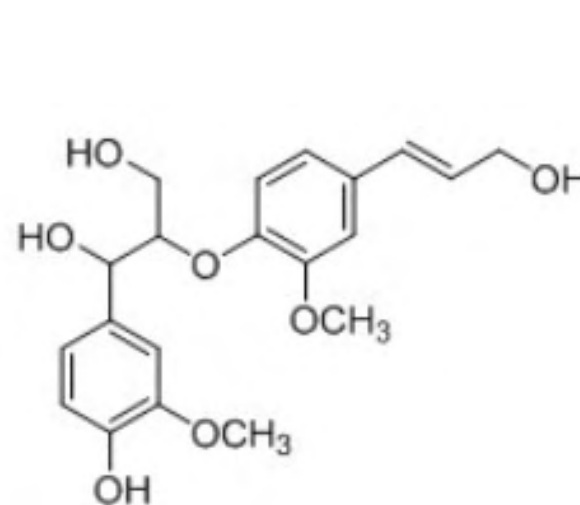
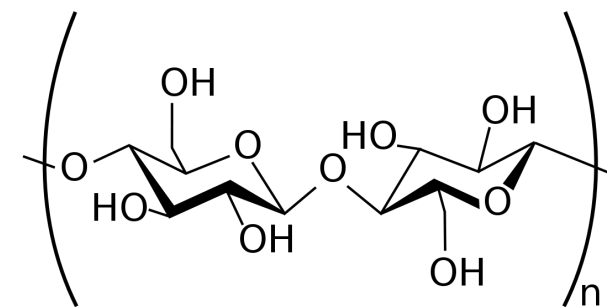
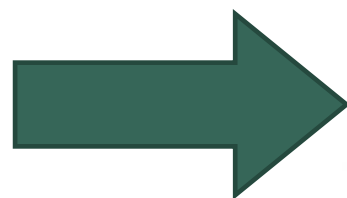

WOOD CHEMISTRY

~ミクロな視点から見た樹木~

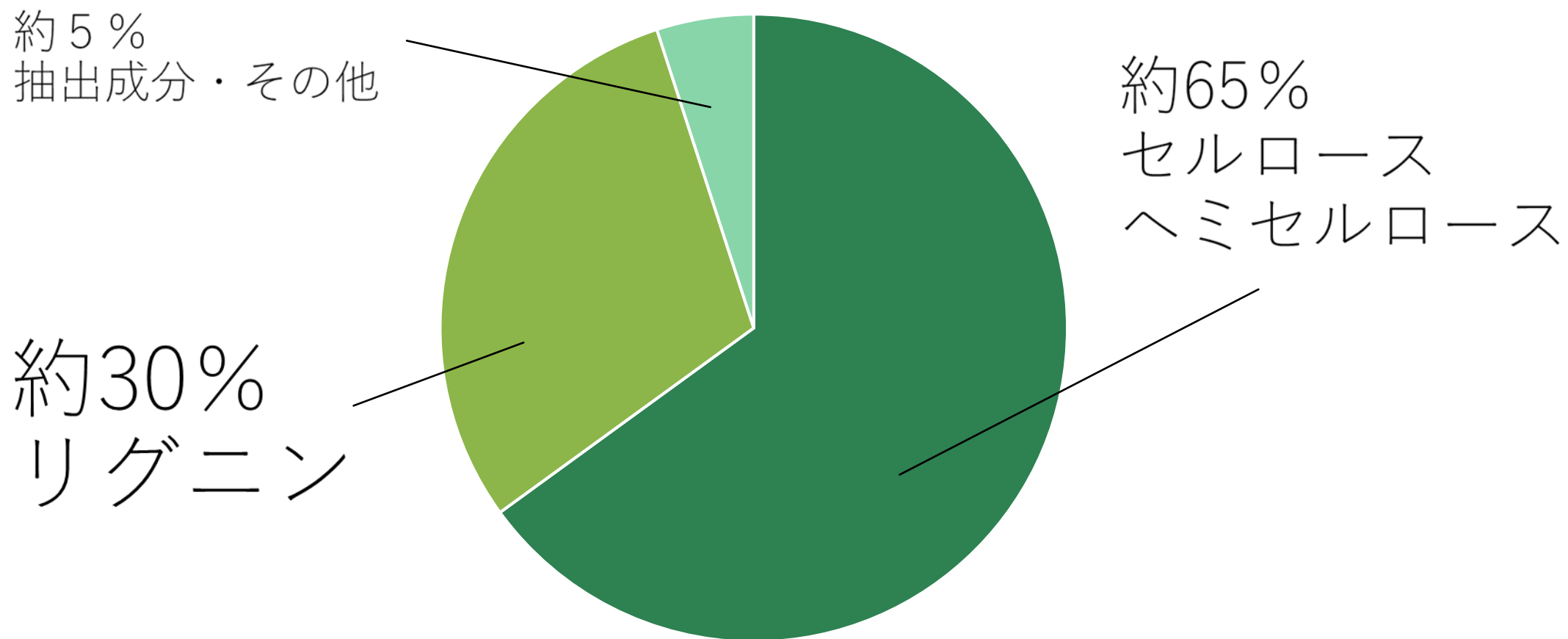
生物資源環境科学府 環境農学専攻 修士一年 石桁主喜



樹木を成す化学物質の例



木の構成物質

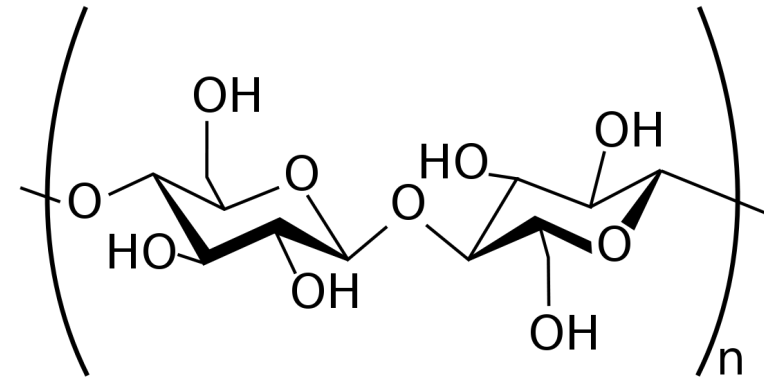


セルロースとは

セルロースはグルコースが β 1-4結合した直鎖状のホモポリマー（単一のモノマーからなる高分子）

セルロース分子は何本かが束になり、「セルロースミクロフィブリル」という構造体を形成している。さらにこのミクロフィブリルが束となって組織を形成し、細胞壁を構成している。

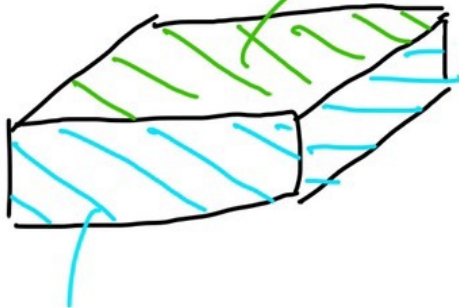
すなわち、セルロースミクロフィブリルとは細胞壁を構成する骨格物質であり、木材の力学的性質に大きく寄与している。



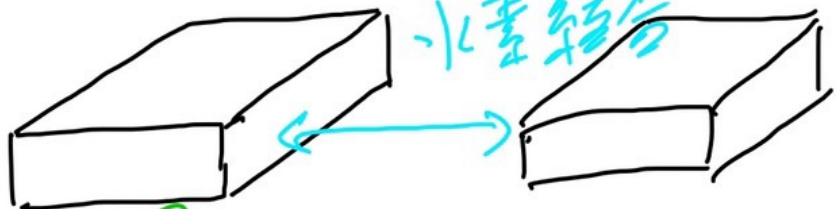
植物細胞の細胞壁および植物繊維の主成分
地球上で最も多く存在する炭水化物
人間は消化することが出来ない、食物繊維の一種

セルロース

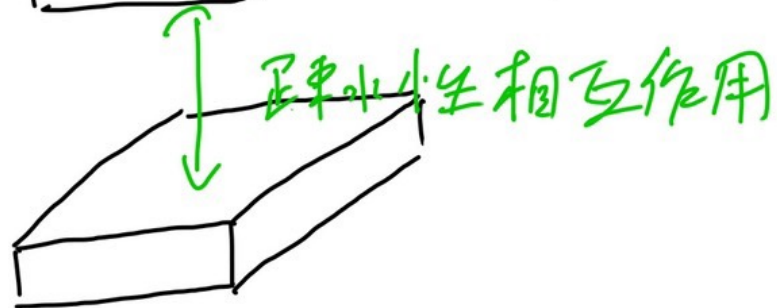
アキシャル方向
疎水性



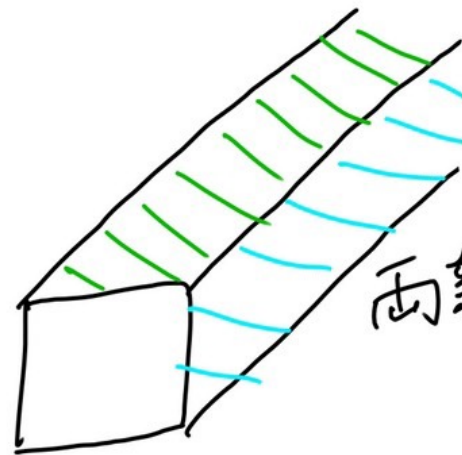
エクatorial方向
親水性



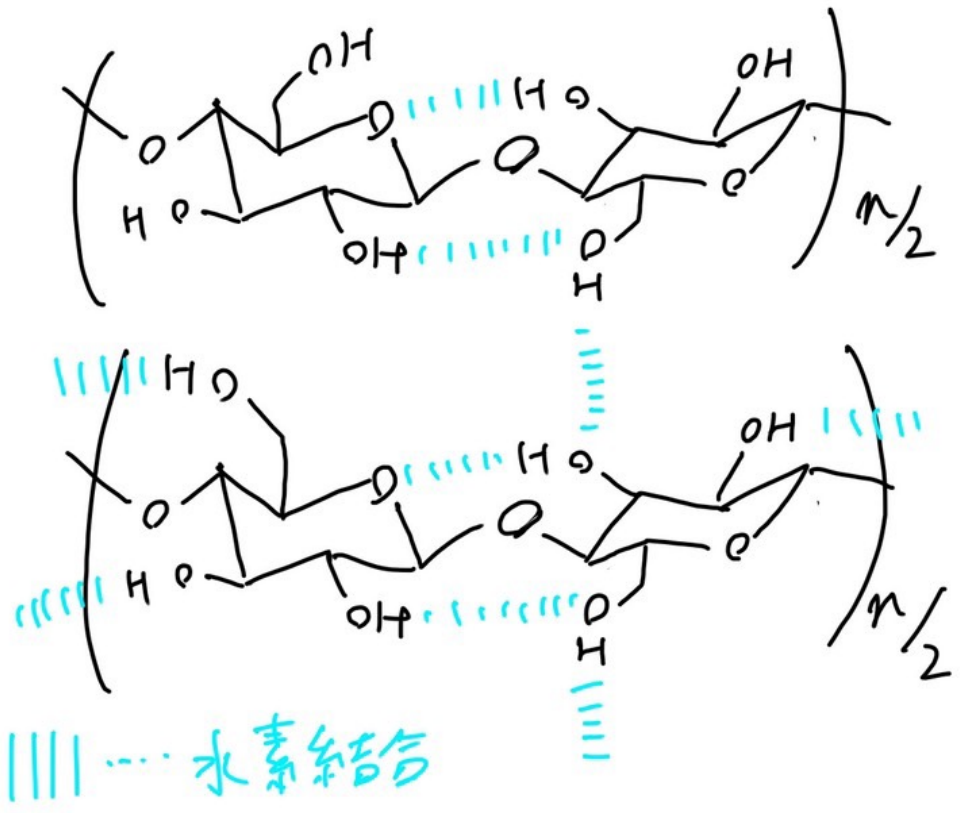
水素結合



疎水性相互作用

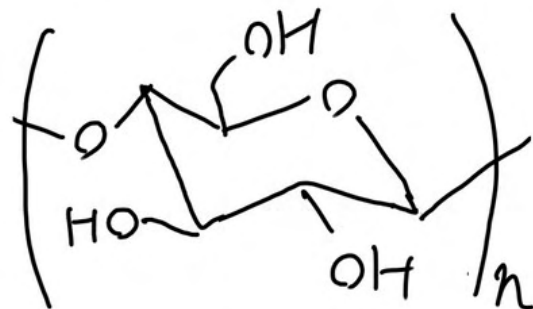


両親水性の
ファイバーに!



||||| ... 水素結合

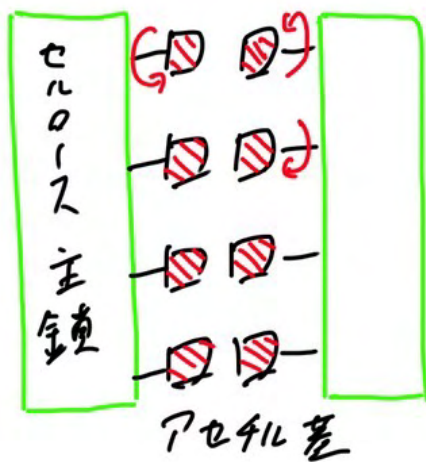
セルロース誘導体



モノマーにつくつある(OH)基を化学修飾
 様々な官能基で水酸基を置換
 官能基の種類だけでなく、その置換度(DS)でも
 性質を変えていける!

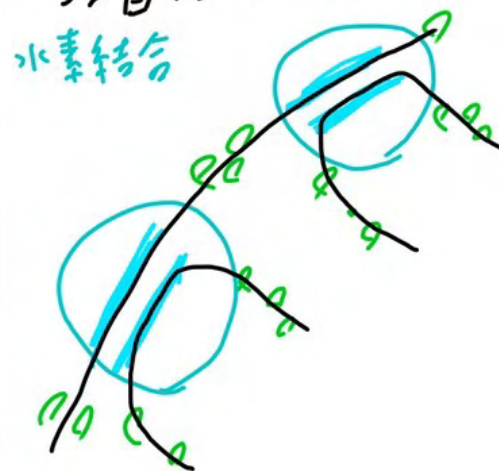
-NO₂ (Cellulose -O-NO₂): DS ~ 1.5 マニプルの基材
 DS ~ 3.0 爆薬 (クラッカー, エアバッグ etc)

-O-C(=O)-CH₃: セルロースアセテート
 セルローストリアセテート
 → 液晶保護フィルム



光学不活性になる
 どの角度からでも
 透明で見える

-CH₂COO⁻: Carboxy methyl Cellulose (CMC)
 水溶性, 高分子電解質, 粘性
 → 増粘多糖類: 化粧品, ほみがき粉



CMCの部分的に残った
 セルロースが水素結合を
 形成 → 外部からの力
 で切れる

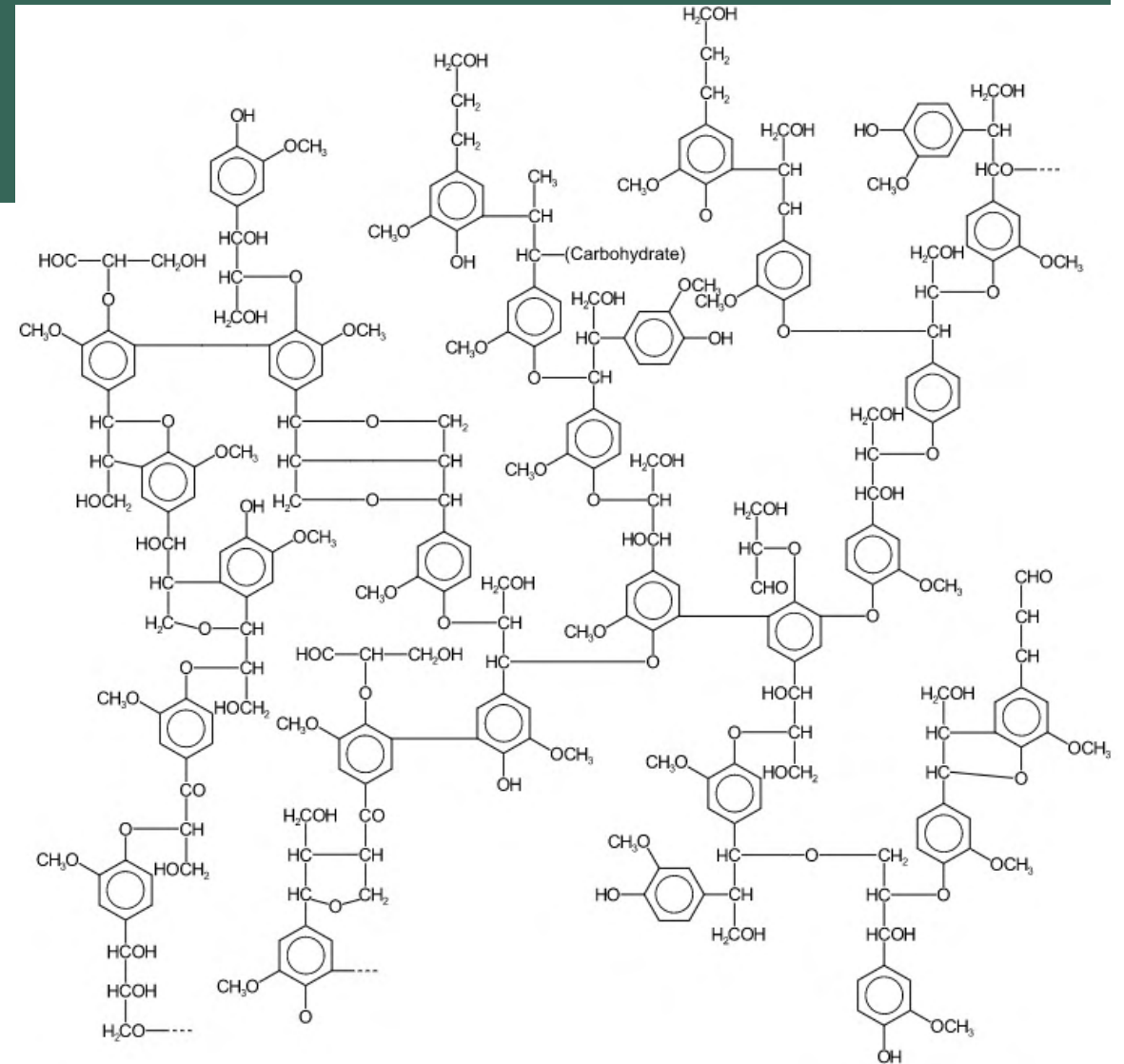
↓
 粘性

リグニンとは

複雑な芳香族ヘテロポリマー

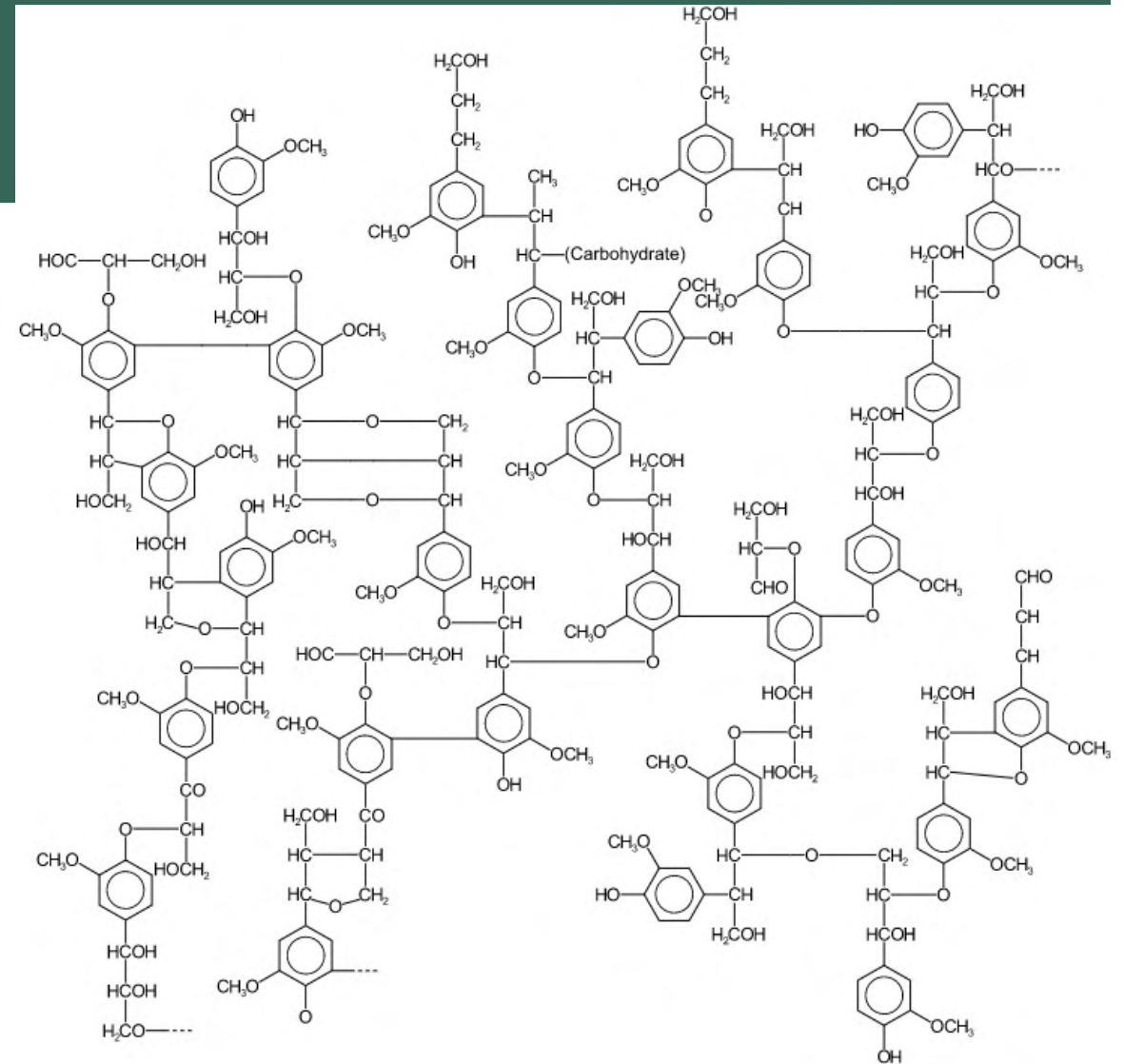
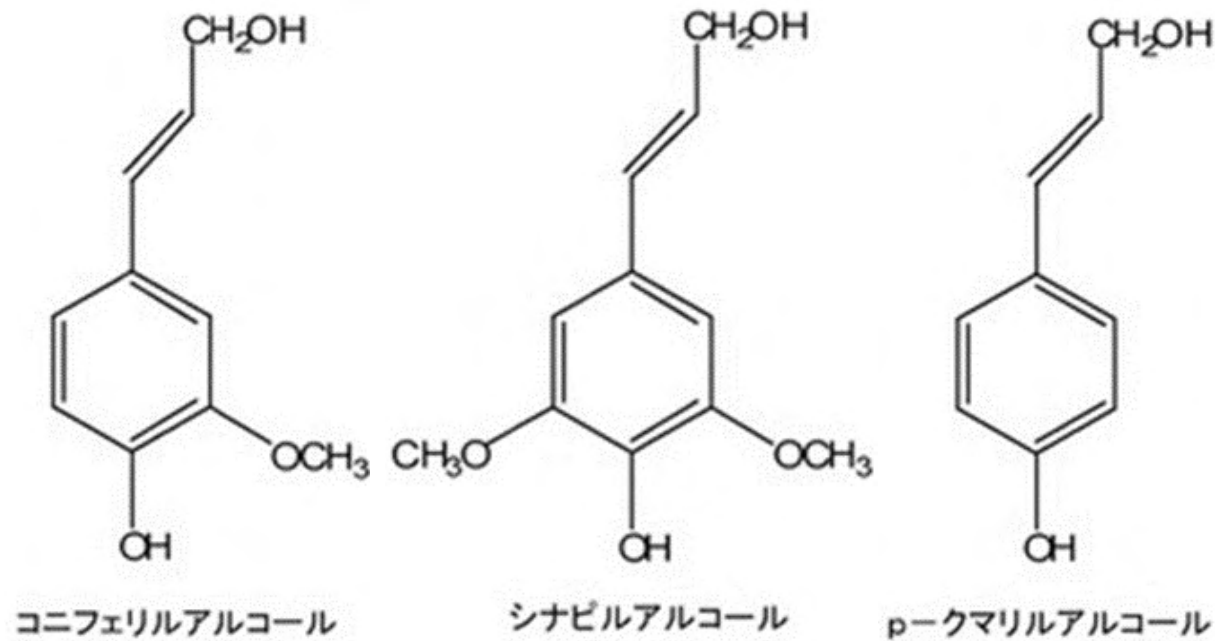
リグニンの生物学的機能

- 二次壁への剛性と強度の付与
- 細胞壁への疎水性の付与
- 微生物からの攻撃に対する障壁



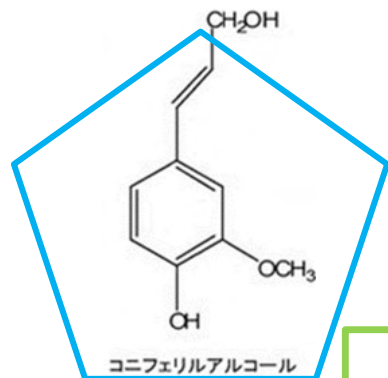
リグニンポリマー

なぜ複雑な構造を持つのか リグニンの組成

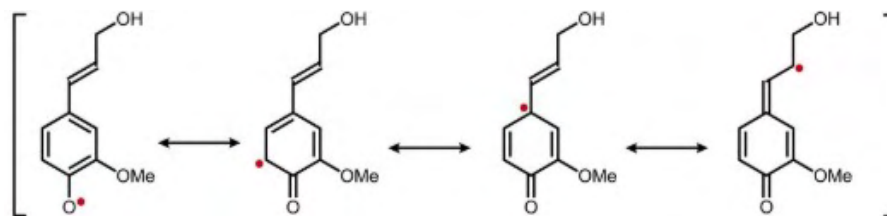


リグニンポリマー

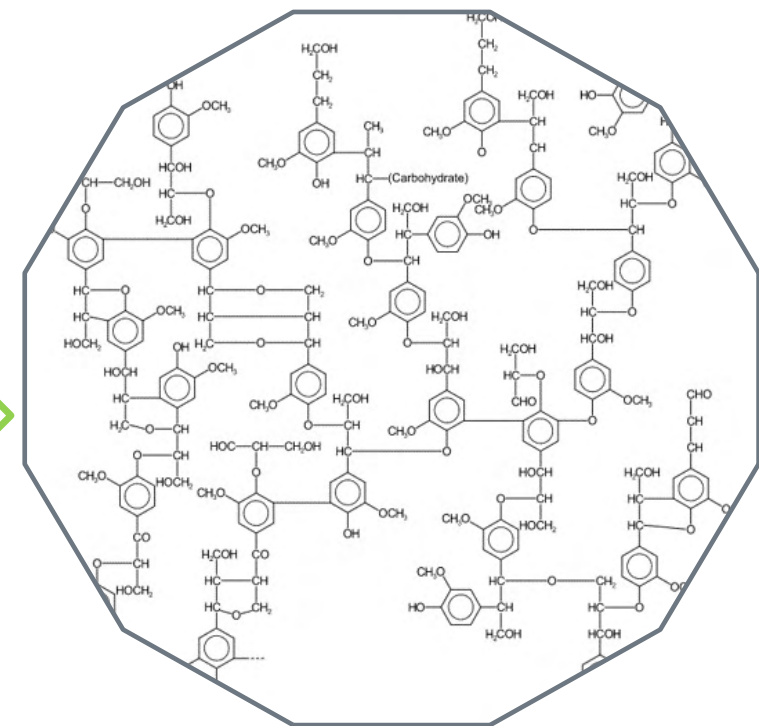
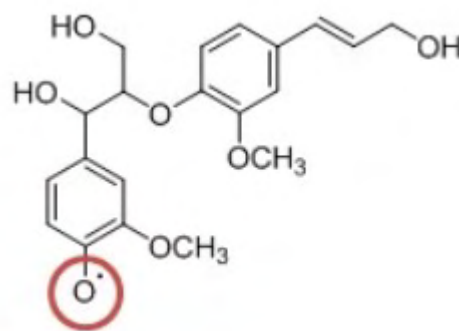
なぜ複雑な構造を持つのか リグニンの生合成



一電子酸化



ラジカル
カップリング



基質

ラジカル化した基質

リグニンポリマー

リグニンができるタイミング

樹木におけるすべての細胞がリグニンを持つ訳ではない
以下のフローはリグニンを持つタイプの細胞の成熟過程

細胞の分化

細胞壁の
骨格形成

細胞壁の肥厚
と
リグニン沈着

プログラム
細胞死

ある程度のサイズの樹木であれば
その樹幹の95%は死んでいる...

リグニンの沈着過程

- リグニンの沈着過程
右図:スギの分化中木部
黒色がリグニン



- リグニンの沈着する現象を木化という

なぜ植物がリグニンを持つようになったのか

リグニンと植物の進化

- 植物は水中から地上へと生息域を移し、針葉樹→広葉樹→草本植物と進化してきた
 - この進化に伴い、植物におけるリグニンも変化してきた
1. 水中から陸へと上がった植物は重力といった物理的な負荷に耐えるため、リグニンを作ったと考えられている。現代でも基本的に水生植物はリグニンを持たない。
 2. 針葉樹から広葉樹への進化においてリグニンの（骨格の）種類が増え、リグニン含有量が低下
 3. 広葉樹から草本への進化においても同様に骨格の種類の変化、リグニン含有量の低下がみられる

植物の進化に伴うリグニンの変遷について

- なぜ植物は進化に伴い、リグニンの組成を変え、含有量を減少させたのか

→リグニンを作るエネルギーの削減

含有量、すなわち生産量を減少させるのは手っ取り早い節約

組成の変化によってより分解されやすくなった、つまり柔らかくなった

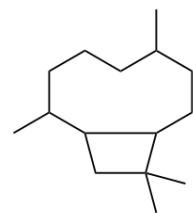
陸に上がり、はじめにリグニンを生産した時は、必要以上に自分の体を硬くしていて、進化と共にその無駄を省いていったのでは？

抽出成分

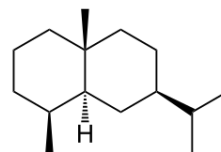
抽出成分とは
木材を中性の溶媒で抽出することで
得られる多種多様な化合物の総称
右図はその一例

構造は樹種によっても様々である

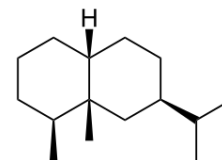
解析ではどのような効果があるかを
調べたり、構造のうちどの部分が
その効果を発揮しているかを調べる



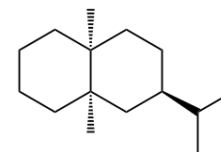
Caryophyllan



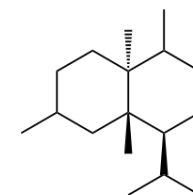
Eudesman



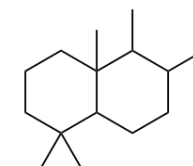
Eremophilan



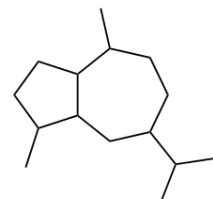
Valeran



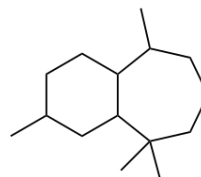
Cadinan



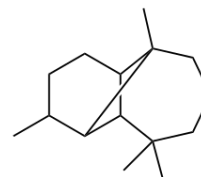
Driman



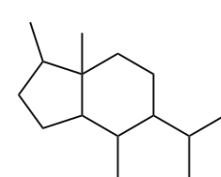
Guajan



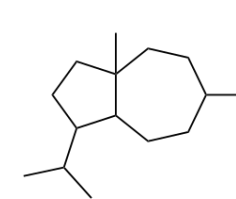
Himachalan



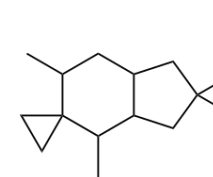
Longipinan



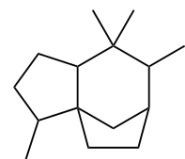
Picrotoxan



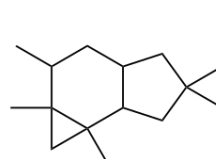
Daucan



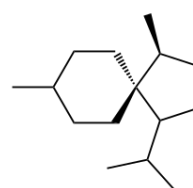
Illudan



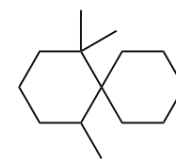
Prezizaan



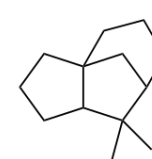
Marasman



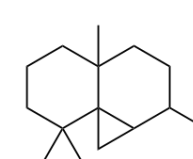
Acoran



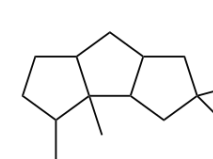
Chamigran



Cedran



Thujopsan

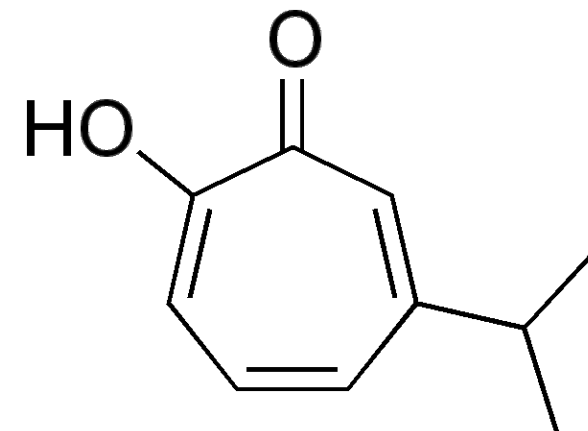



Hirsutan

抽出成分

- 植物の抽出成分には様々な効果
香りや虫よけ、植物同士の会話など

例) ヒノキの由来のモノテルペノイドであるヒノキチオール
抗菌性といった生理活性を持ち、保存料や化粧品、香料などに利用されている。
原木からの収率は0.01%であるため、生合成経路の解明などさらなる理解が待たれる。





ご清聴ありがとうございました