

## 講義の内容 (Contents)

1. ストレス環境の生起 (Occurrence of stress)
2. 植物の水分生理 (Plant water relations)
3. 水分動態 (Water Dynamics)
4. 活性酸素 (Reactive oxygen)
5. 乾燥 (Drought)
6. 高温・低温 (Heat, Chilling)
7. 塩類集積・栄養ストレス (Salinity, nutrition)
8. 湛水 (Waterlogging)
9. 環境ストレスの相互作用 (Interaction)

### 3. 水分動態 (Water dynamics)

1. 土壌—植物—大気連続体 (SPAC)  
(Soil-Plant-Atmosphere-Continuum)
2. 土壌中の水の移動  
(Water movement in soils)
3. 根における水の吸収と移動  
(Water absorption and movement in roots)
4. 地上部での水の移動  
(Water movement in stems and leaves)
5. 葉から大気への水の移動  
(Water movement from leaves to atmosphere)

### 3. 水分動態

## 1. 土壌—植物—大気連続体 (SPAC)

(Soil-Plant-Atmosphere-Continuum)

水の移動・輸送 (Water movement & transportation)

土壌 (Soil) → 植物 (Plant) → 大気

(Atmosphere)

## 2. 土壌中の水の移動<sup>土壌</sup>

(Water movement in soils)

土壌中の水の移動：体積流 (Bulk flow)

水の移動速度：土壌の物理性により異なる

砂質 (Sandy)：早い 粘土質 (Clayey)：遅い

圧ポテンシャル：乾燥土壌では負 Meniscus

← 湾曲した土壌—水界面 (Air-water interface)

### 3. 根における水の吸収と移動

(Water absorption and movement in

根 roots) (Root hair) : 土壌水との接触面

表皮細胞の伸張したもの

根の表面積 (Surface area) を増やす

根表面積の60%以上 (播種後4ヶ月のライムギ)

吸水 : 土壌と根表面の密接な接触必要

土壌の攪乱 (Soil disturbance) → 接触面の崩壊

→ 移植による植え痛み (Transplanting shock)

根における水の移動 :

1. アポプラスト (Apoplast)
2. シンプラスト (Symplast)

## 根の呼吸阻害 (Inhibition of root respiration)

呼吸阻害剤 (Respiration inhibitor) 処理や湛水処理

→ 吸水減少 (Water uptake decrease)

## 根圧 (Root pressure)

茎の切断面からの水の排出 ← 根圧による  
根の木部中での溶質 (Solute) の蓄積

← 土壌中の栄養塩の吸収 (Nutrient uptake)

→ 浸透ポテンシャル低下

→ 正の圧ポテンシャル → 根圧

排水 (Guttation) 溢泌(いっぴつ)

葉縁に水滴をつける ← 根圧による

排水組織 (Hydathode) からの水の排出



### 3. 水分動態

## 4. 地上部での水の移動

(Water movement in stems and leaves)

**木部での水移動**：植物体内の水移動の大半  
細胞内水移動に比べ、抵抗が小さい  
理論値で、 $10^{-10}$

**木部の構成要素 (Components of xylem)**：

仮道管 (Tracheid) と道管 (Vessel)

成熟後、細胞死、膜と細胞内小器官を欠く

仮道管：維管束植物 (Vascular plants)

長く伸びた紡錘状 (Spindle-shaped) 細胞

垂直な通路が重なりあうように配列

壁孔 (Pit)：隣の仮道管細胞の壁孔と対峙

壁孔対 (Pit pair) を形成

### 木部の構成要素 (Components of xylem) :

道管 : 道管要素 (Vessel elements)

仮道管より短く、太い

穿孔板 (Perforation plate) : 細胞末端

### キャビテーション (Cavitation, Embolism)

木部内 → 陰圧 (圧ポテンシャルが負)

→ 木部内での気泡 (Gas bubbles) 形成

→ 水の通導阻害

植物の防御機構 (Protection mechanisms)

キャビテーションを起こした仮道管細胞・道管要素を回避 (通導抵抗は大きくなる)

夜間に気泡を溶かし込む

## 木部輸送の駆動力 (Motive force for xylem transport)

葉からの蒸散 (Transpiration)

蒸発面：細胞間隙と細胞間の薄い膜  
(Intercellular air spaces)

湾曲した空気-水界面 (Air-water interfaces)

→ 陰圧 (負の圧ポテンシャル) 発生



### 3. 水分動態

## 5. 葉から大気への水の移動

(Water movement from leaves to atmosphere)

細胞内間隙での水の移動：拡散 (Diffusion)

葉からの蒸散の駆動力

(Motive force for transpiration in leaves) :

水蒸気濃度 (Water vapor concentration) の差

葉からの蒸散に影響を与える要因：

1. 水蒸気濃度の差

温度に依存 (高温程、大)

2. 拡散抵抗 (Diffusion resistance,  $r$ )

気孔抵抗 (Stomatal resistance,  $r_s$ )

葉面境界層抵抗 (Leaf boundary layer resistance,

$r_b$ )

### 3. 水分動態

## 蒸散流測定の実際

蒸散流の流量を熱力学的に測定

1. センサー作成
2. 植物体にセンサー装着
3. データロガーによる連続測定



