

Ⅲ. 土壌の過湿と酸欠によるストレス

● 湿地林の紹介

- ・ エバーグレイズ国立公園 (フロリダ・USA)
- ・ ヌマスギ林 (ルイジアナ・USA)
- ・ アマゾン水没林 (ブラジル)
- ・ 釧路湿原のハンノキ林 (日本)
- ・ マングローブ林 (西表、アラブ首長国連邦)
- ・ 谷間の放棄田に植栽されたスギ林

● 北米の湿地分布

- ・ ヌマスギの純林 (メンフィス、テネシー)
- ・ 樹幹基部の肥大と膝根の形成
- ・ ヌマミズキとヌマスギ
- ・ ヌマスギの化石 (数千万年前)
- ・ ヌマスギの葉の化石

● ハリケーン・カトリーナ来襲 (2005, 8 月末)

- ・ ハリケーン・カトリーナによりニューオリンズ水没
- ・ ハリケーンによる風倒木 (6 か月後) (2006)
- ・ ハリケーンによる風倒木 (5 年後) (2006)
- ・ ハリケーンの生態的後遺症
- ・ ダメージを受けたニューオリンズ郊外 (2006)
- ・ 急速な植生回復 (2007)
- ・ 枯死木と回復しつつある植生 (2007)
- ・ 枯死したヌマスギの下にはナンキンハゼが増殖 (2007)
- ・ 高密度のナンキンハゼ (Chinese tallow) (2010)
- ・ ナンキンハゼの実生とシードバンク
- ・ センダン (Chinaberry) の増殖

● 関連用語 (厳密に区別して使われていない)

- ・ 冠水: 一過的に根圏土壌が水に没した状態 (flooding)
- ・ 滞水: 根圏土壌が水に没し、停滞している状態 (waterlogging)
- ・ 湛水: 水田のように水がたたえられた状態 (inundation, submergence)
- ・ 水没: 植物全体が水中に沈んだ状態 (submergence)

● 滞水 (冠水) と土壌の酸素欠乏 (エバーグレイズ国立公園、フロリダ)

- ・ ミシシッピ川のヌマスギ林 (メンフィス、テネシー)
- ・ 冠水と土壌の酸欠 (酸化還元電位の変動): 冠水後、土壌中の酸素濃度急減
- ・ 動物と植物の細胞構造の違い
- ・ 酸素欠乏とミトコンドリアでの糖代謝
- ・ 冠水後の気孔の開閉 (カカオ苗木の例): 根圏の酸欠で気孔が閉じる

● 冠水耐性のない乾燥地の樹木の冠水に対する反応 (アレポマツ)

- ➡ 冠水で根量減少、水際部位の肥大
- ・ 冠水部位の樹皮の構造 (アレポマツ): 細胞間隙が拡大
- ・ 冠水部位の木部の構造 (アレポマツ): 細胞間隙が拡大
- ・ 冠水で樹脂道が増加 (アレポマツ): エチレンの生理作用

●ヤン回路とエチレン生合成のメカニズム

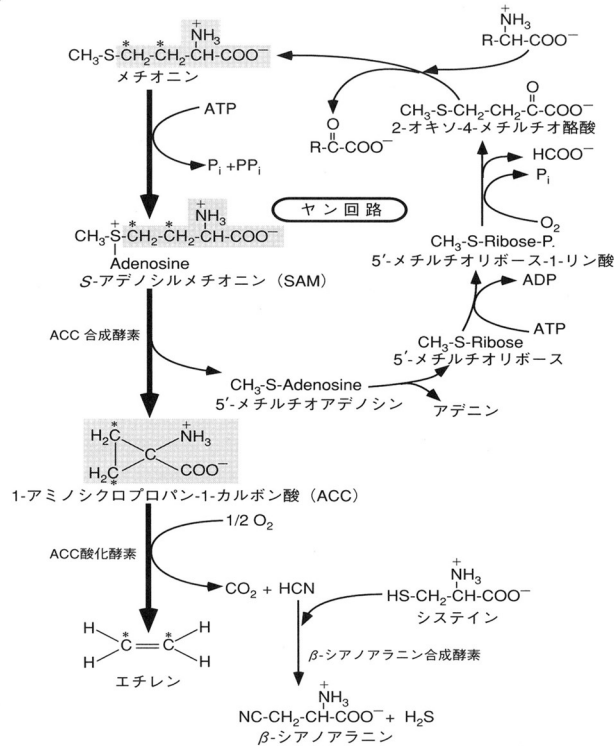


図6.6 エチレン生合成経路および関連する経路
 エチレン生合成経路を太い矢印で示した。エチレンに変換されるメチオニン由来の炭素に*を付けた。ACCに変換されるメチオニンの骨格を灰色で囲んだ。S-アデノシルメチオニンから生じた5'-メチルチオアデノシンが再びメチオニンに変換されるメチオニン再生経路(ヤン回路)および、シアン化水素

・冠水による ACC とエチレンの生合成 (アレップマツ)

- ヌマスギ樹幹下部の肥大
- ・過剰肥大部の仮道管の構造
- ・仮道管径の拡大、壁厚の減少
- ・冠水深と形成層活動(幹の肥大)(苗木を用いたモデル実験)
- ・水深が幹の直径成長に及ぼす影響:ヌマスギとメタセコイアの比較

☆論議

- ・水際の過剰肥大のしくみ
- ・根の ACC 合成と上昇 \rightarrow O_2 存在下で C_2H_4 に転換(転流オーキシン (IAA) に影響)
- ・ C_2H_4 により IAA 分解抑制 \rightarrow 水際に高濃度の IAA 集積
- ・ $C_2H_4 + IAA$ により形成層活動の活発化
- ・細胞数増加、細胞径拡大

●ヌマスギの膝根の形成

- ・膝根の構造
- ・膝根の仮道管の構造
- ・形成の生理的メカニズムはなお不明
- ・ヌマスギ林の水の深さ \rightarrow 樹幹の形状、膝根形成、不定根形成に影響

● 釧路湿原のヤチダモ・ハンノキ林

- ・ヤチダモ林（音威子府、北海道）
- ・株立ちするハンノキ（釧路湿原）
- ・湿原の谷内（ヤチ）坊主
- ・谷内坊主の中のハンノキ根系＝窒素を固定する放線菌と共生
- ・冠水したヤチダモの不定根、肥大皮目、過剰肥大
- ・冠水によりヤチダモの木部繊維が拡大
- ・冠水で発生した不定根＝樹皮に通気組織が破生的に発達
- ・湛水条件下で発達するイネの通気組織

● 滞水環境におけるヤチダモの過剰肥大

- ・形成層の細胞分裂促進
- ➡木部細胞数増加、木繊維細胞径の拡大、木繊維細胞壁厚の減少

☆ 論議

* 植物ホルモン

- ・エチレンの急激な生成量増加 ➡ オーキシシン (IAA) の集積を促すか
- ・滞水と不定根の形成＝エチレンとオーキシシンの作用

● 株立ちするハンノキ

- ・湿原におけるハンノキの生存戦略
- ・冠水深を変えると不定根と萌芽の位置が変わる
- ・不定根の形成によるハンノキの光合成回復

● 土壌の酸欠とヤチダモ、ハンノキの分布の差異（釧路湿原）

- ・ヤチダモ林、ハンノキ林の土壌酸素環境と樹高、直径、萌芽数の比較
- ・ハンノキ・ヤチダモの水際肥大成長の季節変化（25℃環境）
- ・ハンノキ・ヤチダモの水際肥大成長と木部細胞形成の季節変化（25℃環境）

☆ 論議

1. ハンノキの成長と株立ち

- ・滞水→衰退→転流オーキシシン濃度低下→サイトカイニン濃度の相対的な増加？→萌芽→複樹幹の発達

2. ハンノキとヤチダモの分布域の差

- ・ハンノキ→滞水ストレス適応性の発揮は All season
- ・ヤチダモ→滞水ストレス適応性の発揮は成長初期に限定
- ・・・・ヤチダモはハンノキについていけない

● 休眠期の苗木の全身水没実験・・・長期間耐えられるのは？

- ① ハンノキ（日本）
- ② ヌマスギ（北米）
- ③ メタセコイア（中国）

☆ 論議

1. ヌマスギの樹幹形態＝水位がカギ

- 水位の変化→樹幹内のエチレン・オーキシシン高濃度域変化→樹幹形の変化
- ・knee root (膝根) 形成のなぞ

2. ヌマスギの適応性

- ・低酸素の水中で長期間、休眠状態を維持
- ・低エネルギー (ATP) で生存が可能
- ➡ヌマスギの適応能力は極めて高い