# 気候変動適応のための育種技術の開発

林木育種センター　三嶋 賢太郎・松下 通也・高島 有哉・永野 聡一郎・能勢 美峰・平尾 知士

気候変動問題は、世界的な環境問題となっています。日本において森林は国土の約7割を占めており、また森林面積の約4割は人工林であるため、国土保全や林業の生産性の観点から、気候変動が進んだ場合においても人工林の健全性や生産性が維持されることが重要です。そこで、気候変動によって予想される乾燥等の環境下におけるスギの成長等を評価する技術を開発するとともに、その技術を用いて気候変動に適応するスギ品種の育種に向けた育種素材を選抜しました。

## 成果

### フィールドで環境ストレスを評価する技術の開発

林木育種センターでは、日本全国に検定林と呼ばれる試験地を数多く設置しており、定期的に調査を行い、経時的な樹高や胸高直径等の成長データを蓄積しています。私たちは、降水量や地形データから各検定林における湿潤・乾燥といった土壌水分条件を表す指標を算出し、検定林の成長データと共に解析することで、乾燥条件下でのスギ系統の成長の変化を明らかにすることができました。

### 温室で環境ストレス応答を評価する技術の開発

また、温室において乾燥条件下で複数のスギ系統を育成し、乾燥ストレス下での成長の変化を評価する技術開発にも取り組みました。乾燥によるストレスの程度を評価する指標として、葉の気孔の開閉による葉面の温度変化を、赤外線領域の波長を測定する装置を用いて簡易に評価できる手法を開発するなどして評価を行いました。水やりを継続して育成した潅水区のスギと途中から水やりを停止した乾燥区のスギの生育状況を調査することにより、乾燥下において気孔をいち早く閉じる系統、逆に遅くまで気孔を閉じない系統といった乾燥ストレスへの反応（応答）の違いを明らかにすることができました（図1）。

### 遺伝子発現量で環境ストレス応答を評価する技術の開発

植物が環境によるストレスを受けている場合、そのストレス条件下で生命活動を維持するために様々な遺伝子の働き方（発現状態）が通常の環境状態下とは異なってくると考えられます。そのため、温室での乾燥試験と並行し、乾燥区と潅水区での遺伝子発現量を比較する解析を行いました。これにより乾燥ストレス条件下で遺伝子発現量が顕著に増加・減少する遺伝子を調べ、最終的に乾燥ストレスへの応答に関与する可能性が考えられる約40の遺伝子を絞り込むことができました。この絞り込んだ遺伝子の遺伝子発現量を解析することにより、乾燥条件下にあっても潅水条件下と同様の遺伝子発現を示すスギ系統があることを明らかにしました（図2）。そのような系統の生理的な状態を測定してみると乾燥条件下においても健全性を維持していました。一般的に遺伝子の発現は、植物の見た目が変化する前から大きく変化することから、今回明らかにした遺伝子発現の変化を調べることにより、いち早く乾燥に適応している系統を見つけることができると考えられます。

### 開発した評価技術による環境適応に優れた系統の選抜

上記の開発した評価技術を用いて、成長の優れた全国の精英樹の中から乾燥耐性に優れるスギ19系統を育種素材として選びました。これらのスギは、今後の気候変動適応に向けたスギの品種改良のために活用されます。

## 研究資金と課題

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発（気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発）」による成果です。

## 文献

Takashima et al. (2021) Evaluation of responsivity to drought stress using infrared thermography and chlorophyll fluorescence in potted clones of *Cryptomeria japonica*. Forests 12 (1), 55.

## 専門用語

**遺伝子発現**：DNA上の遺伝子の情報がRNAに転写されて機能すること。

**環境ストレス応答**：乾燥などの環境ストレスに対して樹木の内部で生じる生理的な反応

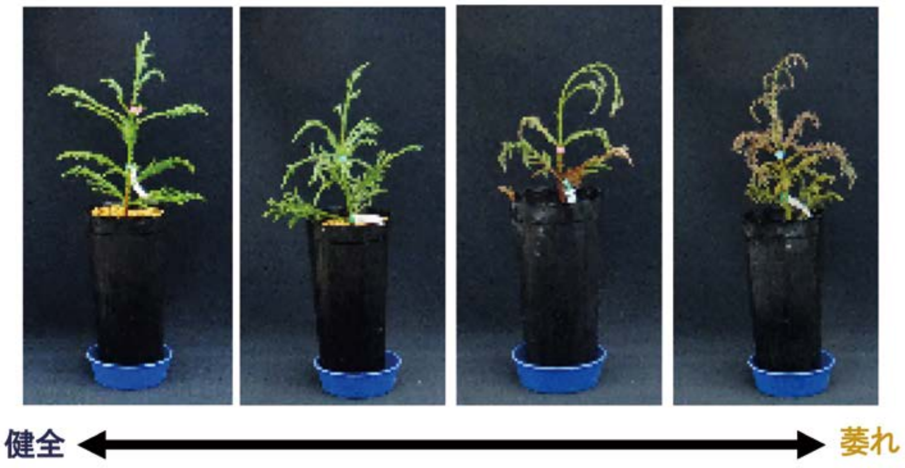


**図1　乾燥試験における潅水停止35日後のスギ系統の状態**
健全な系統と萎れる系統が明確に異なっています。

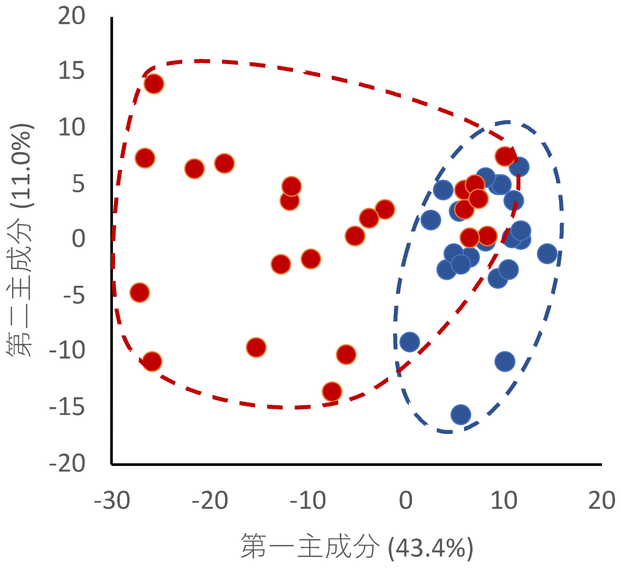


**図2　潅水区と乾燥区における遺伝子発現の全体の傾向**
横軸と縦軸は、それぞれ遺伝子の発現量の全体の傾向を要約した値（主成分分析の第一主成分と第二主成分）を表しています。一つの点は一つの系統を示し、青色の点は潅水区、赤色の点は乾燥区で生育した個体を示し、点の位置が近いほど遺伝子発現が類似していることを、離れているほど異なっていることを表します。