

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 佐川美佳

大型ビルディング内には、容積率の規定によりアトリウムが作られ、屋内緑化の一環として樹木が植えられることが多い。しかし、屋内では、気温、湿度、風速、光環境が屋外と異なり、樹木は様々なストレスを受けている可能性がある。そのため、樹木の良い成育と美観の保持が困難であり、専門家による細やかな管理が行われ、高額な管理費が発生している。この問題を解決するために、専門家でなくとも早めに樹木のストレスの有無を判定できる技術の開発が望まれている。本研究は、暗処理した葉にレーザを照射したときに発せられるクロロフィル蛍光の特性から、樹木のストレスの有無を簡便かつ容易に検出する手法の開発を目的としたもので、6章よりなっている。

1章は序論で、研究の背景、目的などが述べられている。

2章では長期弱光ストレスと水ストレスを扱っている。アトリウム内と同程度の光強度に遮光した屋外で、クスノキ (*Cinnamomum camphora*) とシラカシ (*Quercus myrsinifolia*) を5年以上成育させ、葉のクロロフィル蛍光を解析した。暗処理した葉にレーザを照射した時のクロロフィル蛍光の経時変化を誘導期現象という。誘導期現象の解析法として、従来提唱されていた方法よりも短時間で解析可能な「第2次導関数法」と名付けた方法を開発した。これは、蛍光強度の減衰が現れる5~24秒間の蛍光強度曲線を3次式で近似してから2回微分し、近似式の x^3 係数 a と変曲点(I_p)の x 座標によって評価する解析法である(時間を x とする)。また、蛍光スペクトルの解析も併せて行った。実験の結果、蛍光スペクトルは弱光ストレスを検知するが、水ストレスを検知することは困難であることがわかった。一方、誘導期現象の第2次導関数法による解析は、弱光ストレスと水ストレスの両方を検知できることが明らかになった。また、水ストレスを受けた葉の誘導期現象と色差との比較から、誘導期現象(第2次導関数法)が葉色の変化より早くストレスを検出できることを確認した。

3章では、極端な光環境変化によるストレスを扱っている。暗黒にしたグロースチャンバ内にヤマモモ(*Myrica rubra*)とモッコク(*Ternstroemia gymnanthera*)を搬入し、その後の誘導期現象と葉内糖濃度変化を定期的に測定した。その結果、夏期では葉内糖濃度の減少とともに誘導期現象の曲線が平坦な形状に変化し、誘導期現象の第2次導関数法でストレスの有無を検知できることが示された。一方、この方法ではストレスの有無を検知できない時期があることもわかった。

4章では、新たな誘導期現象の解析法を開発し、季節変化のない環境下と屋外での計測から、その有効性を検証した。誘導期現象の第2次導関数法は、ストレスの有無をほぼ二分して検知するが、ストレスの程度を数値評価できない。そこで、誘導期現象の2つ目の極大値を示す盛り上がりに着目し、この盛り上がりの形状を表すパラメータを解析した。パラメータとして、盛り上がり部分の傾き (MM-gradient)、盛り上がり部分の長さ (MM-distance)、および盛り上がりの高さ (MM-height) を取り上げた。この方法をパラメータMM法と命名した。実験の結果、屋外に置いたクスノキは MM-gradient と MM-distance で明瞭な季節変化を示したのに対し、一定の環境に制御したチャンバ内クスノキ木は両パラメータともほぼ一定の値を示した。一方、MM-height は、ばらつきが大きく一定の傾向を示さなかった。

5章では、パラメータ MM のストレス判定指標としての有効性を検証した。2章および3章のデータに加え、10日間の短期暗黒処理のデータを解析の対象とした。その結果、MM-gradient と MM-distance は弱光、水、長期間暗黒、短期間暗黒のストレスの程度を数値で表すことが示された。ストレスは、2つのパラメータの内の1つ、あるいは両者に現れる傾向のあることがわかった。そこで、それぞれのパラメータごとにストレス判定基準を設け、ストレスを与えた樹木の、どちらかの基準内に入るデータの割合と調べたところ、7割を越える高い割合でストレスの有無を検知できることがわかった。

以上を要するに、本論文は屋内樹木の、誘導期現象を中心としたクロロフィル蛍光の特徴を、様々なストレスと関連づけて解析し、高い確率でストレスの有無を判定する基準を提案したもので、学術上、応用上、貢献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）の学位を授与するにふさわしいと判断した。