

熱帯樹木のイソプレン放出に関する研究

-放出制御の分子メカニズムと放出予測式の最適化-

熱帯植物は、高い外気温と強烈な太陽光線によりもたらされる高温ストレスを克服するため、イソプレンという炭化水素を葉から放出することにより葉温を下げ、或は葉緑体のチラコイド膜を安定化させ、高温ストレスによって引き起こされる光合成の阻害や他の生理障害から身を守っていると考えられている。イソプレンはこのように植物に対しては有益な保護作用を発揮する一方、反応性が高く、大気中においてメタン等の分解を担うヒドロキシラジカルと反応することによりこれを消費し、温暖化を加速する等の深刻な大気環境化学的な問題を引き起こす可能性が指摘されている。しかしながら、熱帯植物のイソプレン合成・放出の制御機構及びその放出特性については不明な点が多い。本研究は、沖縄に自生する熱帯樹木を対象としてイソプレン合成・放出制御の分子機構の解明及び放出予測式の最適化を行うことを目的とした。

まず、熱帯樹木のオオバユズビワを用いて、気温低下とその後の気温上昇にともなうイソプレン放出変化と基質供給に関与するMEP経路およびイソプレン合成酵素 (ISPS) 遺伝子の発現解析を行った。その結果、熱帯樹木のイソプレン合成の調節は温帯植物の場合とは明らかに異なり、主にISPSの発現を介することが明らかになった。次いで、ISPS遺伝子の上流の制御系を含めたイソプレン合成・放出制御の全体的な分子機構を明らかにするため、同一の温度変化条件下で、ギガシーケンサーによるトランスクリプトーム解析とMEP経路の中間代謝産物の解析を行った。ISPSのプロモータ配列、遺伝子発現および代謝産物のネットワーク解析により、熱帯樹木のイソプレンの合成・放出制御には数種の植物ホルモンが日内変動関連遺伝子の制御を介して複合的に関与していることが示唆された。

また、本研究においてはイソプレン放出予測モデルとして最もよく用いられている G93 モデルのパラメーターを、野外における日内変動の観測データ (放出速度、光、葉温) のみから決定する方法を世界に先駆けて開発した。人工気象室等による人為的な条件設定を必要としたこれまでの方法は煩雑なうえ、得られたパラメーターが必ずしも野外データとは適合しないなどの問題があった。これに対し、本研究において開発された野外データを直接活用する方法は、画期的で簡便なうえ、精度よく観測データを説明できる点が明らかであった。本研究においてはこの新しい方法を用いて、光や温度に対する熱帯樹木のイソプレン放出の応答特性が温帯樹木とは異なることを温帯樹木のポプラを同一条件下で比較することにより初めて実証した。また、イソプレン放出の温度応答性は ISPS の基質親和性と相関することから、ISPS と基質との親和性が光や温度に対する熱帯植物のイソプレン放出の応答性を規定する重要な因子であるとの仮説も初めて提唱された。