

Title: ホルモンによる熱帯樹木オオバイヌビワのイソプレン生合成制御に関する研究

Abstract (Japanese)

熱帯植物は、高い外気温と強い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、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容易に反応してこれを消費し、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のオオバイヌビワを対象として、イソプレン合成制御におけるホルモンシグナリングの解明を行うことを目的とした。

まず、これまでの研究によりイソプレン合成制御に関与することが示唆されているストレスホルモンであるジャスモン酸 (JA) 処理の影響を評価した。IspS遺伝子の上流の制御系の分子機構を明らかにするため、JA処理後のイソプレン放出変化、葉内のホルモン濃度、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、ISPSのプロモーター配列、植物ホルモン合成遺伝子及と時計遺伝子関連遺伝子発現および代謝産物の解析を行った。その結果、葉内のジャスモノイルイソロイシン (JA-Ile) とインドール-3-酢酸 (IAA) の間のホルモンバランスが、イソプレン合成制御に重要であることが初めて明らかにされた。また、JA-Ileシグナル伝達系下流の転写因子MYC2とIAAシグナル下流のSAUR21の発現の比率がIspS遺伝子の転写調節において中心的な役割を果たしていることも示唆された。IspSプロモーターの転写開始上流域にMYC2の応答エレメントであるGボックスに加えて、SAUR21のシスエレメントが認められることも上述の制御機構を支持するものと考えられた。他方、短期間の乾燥ストレス下では一過的にIspSタンパク質量とイソプレン合成が増加するが、植物ホルモン濃度および関連するシグナル伝達遺伝子の発現に有意な変化は認められず、ホルモンシグナリングの果たす役割は翻訳レベルのIspS合成制御においては限定的と考えられた。

次に、本研究では季節変動を例として、イソプレン合成の長期的な調節機構におけるホルモンの役割について検討した。イソプレン放出は気温と光強度に依存し、夏場 (7-10月) に高く、冬場 (12.3-3月) に低かった。この温度あるいは光依存的な季節変動は、MEP経路におけるイソプレン合成酵素 (IspS) の基質DMADPの合成、IspSの転写及び翻訳レベルで主に調節されていた。基質DMADPの供給系であるMEP経路はイソプレン合成以外にサイトカニンやアブシジン酸等のホルモンの合成材料も提供している。このため、イソプレン放出の変動はホルモン濃度にも影響を及ぼし、特にサイトカニンは夏場に低く冬場に高い顕著な季節変動を示した。MEP経路の中間代謝産物のうち、サイトカニン合成の直接的な材料となるHMBDPはサイトカニン濃度と正の相関を示したことから、HMBDPとその合成酵素であるHDSによるサイトカニン合成への代謝産物の分配を通じてサイトカニン濃度がイソプレン合成を制御するFeed-forwardループが存在することが示唆された。短期的なイソプレン合成制御において重要な役割を果たしていたIAAとJA-Ile、それらの転写因子SAUR21とMYC2の比率はIspS及びイソプレン放出とは相関せず、長期的なイソプレン合成におけるこれらのホルモンシグナリングの果たす役割は限定的と判断された。

以上これらの成果は、イソプレレン合成の転写及び翻訳レベルの調節における短期、長期的なホルモンシグナリングの役割に関する基礎知見を提供するものである。