

## 論文内容の要旨

申請者氏名 Ayman Abdelkareem

トマトやタバコなどのナス科植物には毒性成分を合成、蓄積するものが多い。トマトやジャガイモなどは、未成熟の実や芽などの非食組織に、ステロイドグリコアルカロイド (SGA) を多く蓄積することが知られている。SGA はコレステロールの由来する含窒素ステロイド骨格を持つアグリコンに糖鎖が付加した構造を有している。SGA 生合成・蓄積は傷害ホルモンであるジャスモン酸(JA)により誘導されることや植物特有の転写因子ファミリーAP2/ERF に属する Jasmonate-Responsive ERF (JRE) 4 が、SGA 生合成系を包括的に制御する転写因子であることが知られている。

申請者は、トマト *COI1* 遺伝子の機能欠損変異体である *jasmonic acid insensitive 1(jai1)* において、JA による *JRE4* と SGA 生合成遺伝子の誘導が失われることを見出し、*COI1* を介した JA シグナルの受容が SGA 生合成の誘導には必要であることを示した。一方、野生型及び *jai1* 変異体において、*JRE4* を条件依存的に過剰発現させると、生合成遺伝子の発現と SGA の蓄積が誘導され、*JRE4* による SGA 生合成の誘導には必ずしも *COI1* による JA シグナルの受容は必要ではないことを見出した。さらに、*JRE4* の過剰発現時に JA 処理を施すと SGA 生合成遺伝子は野生型において誘導され、*jai1* 変異体においては抑制されたことから、JA による SGA 生合成の誘導には *JRE4* の転写誘導を介さない機構や *COI1* 非依存的に JA が遺伝子発現を抑制する機構が存在する可能性が示された。本解析を通じて JA による SGA 生合成の誘導メカニズムに関する新たな知見が得られた。

トマトゲノムには *JRE4* と相同な 5 つの *JRE* 遺伝子が存在し、いずれも JA による誘導を受ける。また、*JRE* 遺伝子の内、*JRE4* を含む 5 つの遺伝子は染色体上でクラスターを形成している。*JRE4* とは対照的に *JRE3* の過剰発現によって SGA 生合成遺伝子の発現と SGA 蓄積が誘導されないことから、*JRE3* は SGA 生合成の制御には関与しないことが示された。cDNA マイクロアレイを用いた網羅的な解析により *JRE3* の過剰発現による発現が上昇する遺伝子として、塩ストレスで誘導されるマレイン酸合成・蓄積に関与する遺伝子などが検索された。*JRE3* は JA に加えて塩や浸透圧ストレスにより誘導されたことから、*JRE3* はこれらの非生物ストレスに対する応答に関与する可能性が示された。クラスターを形成し進化的起源を共有すると考えられる *JRE4* と *JRE3* の機能分化を示す知見が得られた。

## 論文審査結果の要旨

申請者氏名 Ayman Abdelkareem

植物は、昆虫などの動物による摂食から身を守るために、有毒成分を合成、蓄積する。ジャガイモやトマトなどナス科作物の非食組織には毒性 SGA が含まれていることがよく知られている。SGA による食中毒は、しばしば報告されており、SGA を蓄積しない作物の育種が望まれている。SGA 合成・蓄積がどのような分子機構により転写制御を受けているかは、基礎植物科学ならびに分子育種の両面で重要な研究領域である。

申請者は、JA 受容機能が欠損している *jai1* 変異体と *JRE4* の条件的過剰発現を用いた解析を通じて、JA による SGA 生合成・蓄積の誘導には、COI1 に依存する JA シグナルの受容とその下流で機能する転写因子 JRE 4 が必要であることを示すとともに、*JRE4* の転写誘導を介さない誘導機構や COI1 には依存しない抑制機構の存在を示した。これらの結果は、JA シグナルから SGA 生合成遺伝子の発現誘導に至る信号伝達系を理解する上で重要な知見である。

*JRE4* は相同遺伝子とともに染色体上でクラスターを形成しており、これら *JRE* 遺伝子は遺伝子重複により生じたものと考えられる。クラスターに含まれる *JRE3* は、その過剰発現により SGA 生合成遺伝子群の発現も SGA の蓄積も誘導されないことから、*JRE3* は SGA 生合成の制御には関与しないことが示された。*JRE4* と *JRE3* のドメイン交換の実験より、*JRE4* と *JRE3* の機能分化は DNA 結合領域以外の領域に大きく依存することが明らかとなった。また、*JRE3* の過剰発現により発現誘導される遺伝子群を同定することで、*JRE3* が関与する環境応答に関する重要な知見が得られている。相同な転写因子である *JRE3* と *JRE4* の機能分化は、遺伝子重複の後で2つの遺伝子が異なる環境応答シグナル伝達系にリクルートされる好例であり、種分化に伴う遺伝子機能の多様化の一端を明らかにしたものとして評価できる。

以上のように、本論文は天然生理活性物質の生合成制御および転写因子の機能分化に関し、新たな知見を得たものであり、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（バイオサイエンス）の学位論文として価値あるものと認めた。