

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 収斂進化の理解に基づく植物特化代謝のデザイン

2. 個人研究者名

棟方 涼介（京都大学生存圏研究所 助教）

3. 事後評価結果

本研究課題は、複数の異なる植物系統群に見られる特化代謝産物の生合成経路や酵素について、収斂進化に由来する遺伝的多様性を見出すことができる点に着想して計画されたものである。特化代謝産物であるフラノクマリン類はミカン科とセリ科、クワ科、マメ科に見出され、食植昆虫や病原菌に対する化学防御の役割を担う一方、ヒトに対しては薬理活性を示すことの多い化合物群である。本研究課題では、このフラノクマリン類に注目し、その生産機構をモデルとして収斂進化の基礎的理解と代謝工学へ有用性の実証を目指したもので、生合成に関わる酵素分子を遺伝子構造と発現情報を基にスクリーニングし、その機能解析に取り組んだ。

まず、ミカン科の主だった系統についてゲノムレベルで比較解析を実施しプレニル基転移酵素の網羅的な情報を得ることに成功した。生成する特化代謝産物の情報と統合した解析も完成した。この成果はミカン科の柑橘類は国内需要と生産の向上が望まれるため、機能性柑橘の面からも重要な情報となる。

生合成酵素の多くが膜タンパク質であることから酵素の機能解析は容易ではなく、それを複数の植物について進めることの作業量は膨大なものになると想像できるが、一部の酵素については、活性特定も完了している点で評価できる。

ゲノム情報を用いて特定の遺伝子について分子進化様式を解析し、植物特化代謝の進化のパターンに普遍性があることを示唆する結果を得た。フラノクマリンのみならず、リグナン、フラボノイド、テルペノイドなどの他の植物特化代謝においても同様の様式が採用されていることが予想される点で波及効果の大きな成果であると評価できる。

一方、収斂進化の現象の中に見出せる遺伝的多様性から、特化代謝に関わる遺伝子群についての新しい概念を得るには至っていない。今後の課題として推進するには、植物の属や科のレベルでの遺伝子や酵素機能の比較など、俯瞰的な視野に立って、枚挙主義を排する工夫が必要と思われる。また、メタボロームデータも有用なヒントになると考えられる。加えて、領域内の研究者間での共同研究も活用し、代謝工学のための合成生物学的手法を確立するための概念実証を目指して欲しい。

多数の酵素機能の実証が必要となる特化代謝の研究において、膜酵素機能の解析は大きな障壁になっている。本研究課題で掲げた目標を達成するには、この障壁を突破するための方法論上の革新が必要と思われる。この点についても引き続き挑戦して頂きたい。

難易度の高い本研究課題を着実に推進し、多くの有用な知見を明らかにできたのは、植物特化代謝産物研究への本研究者の類稀な情熱と、粘り強い研究推進力に負うところが大きいと思われる。領域内では、植物特化代謝に関する勉強会をオンラインで開き、持ち前の性格で、領域内メンバーの団結力を高める上で大きな貢献をした。本研究者自身も領域内のメンバーとの議論を通じてプレニル化酵素ファミリーの分子進化についての新たな着想を得て研究の幅を広げ、研究者として飛躍することができた。これまでの研究を引き続き推進し、代謝工学への応用に繋げて頂きたい。