

メタボロミクス技術の 食品機能解析への応用

大阪大学工学研究科 生命先端工学専攻 福崎 英一郎、山本 慎也

はじめに

メタボロミクスは21世紀に入ってから急速に発展した最も新しいポストゲノム科学の分野であり、動植物微生物の基礎生物学に限らず、メディカル、農業、環境等の応用分野でも期待されている新技術である。そのようなバイオテクノロジーの新技術が、如何にして食品機能解析のキラーテクノロジーとして有用なのかを疑問に感じる読者各位も多いことと拝察する。そういった疑問に答えるために本稿では、まず、メタボロミクスの技術的側面について述べることから始めたい。

遺伝子は、mRNAに転写され、mRNAはタンパク質に翻訳される。これは、前世紀半ばに確立された生物学のセントラルドグマであり、バイオテクノロジーの根幹をなす概念である。前世紀末、多くの生物の遺伝子配列情報が解読され、バイオテクノロジーは遺伝子の総体(ゲノム)に基づくオーム科学であるゲノミクスの時代に入ってきた。その後、DNAチップ技術の開発に伴い、遺伝子転写物であるメッセンジャーRNA(mRNA)の解析情報(トランスクリプトーム)に基づくトランスクリプトミクスが一

般化し、それまで静的情報に過ぎなかったゲノム情報が転写という動的情報で理解可能になってきた。その後、同様にmRNAの翻訳産物であるタンパク質の総体(プロテオーム)に基づくオーム科学であるプロテオミクスが概念として生じ現在も発展を続けている。上記のゲノム→トランスクリプトーム→プロテオームというゲノム情報が実行される過程の情報媒体の流れの解析により転写調節因子と下流遺伝子の関係を含む多くの有益な生物学的知見が得られてきた。しかしながら、高等生物の表現型は遺伝子が規定する遺伝的形質に加えて後天的な要因に基づく獲得形質が大きく寄与するため、遺伝子情報の垂直解析では説明困難な場合が数多く存在することが分かってきた。古典的遺伝学はある形質が存在するかどうかの定性的議論に基づいてきた。例えば花の色を赤くするという遺伝形質が存在すれば花は赤くなり、存在しなければ花は白いといった風である。しかしながら、多くの重要な形質はこのような黑白がつくような定性的な表現型ではなく、形質は存在するがその強弱によって議論すべき定量的表現型であるとい

表現型の一部と考えられている。メタボロミクスの特長は、ゲノム情報が利用できない実用植物、微生物に適用可能であるとともに、高性能なフィンガープリントとして有用であるということが言われている(図1)。

メタボリックフィンガー プリンティング

前項でメタボロームが高性能なフィンガープリントとして有用であると述べた。フィンガープリンティング、すなわち、指紋解析は主として犯罪捜査に用いられる人物同定方法であるが、その原理は指紋のパターンが極めて多様かつ個人に固有であり、指紋を画像とみなしたパターン認識により確実に個人を特定できることに基づく。メタボリックフィンガープリンティングとは代謝情報、すなわち、メタボロームを指紋として複雑な表現型を定量的に解釈する技術である。メタボロームは代謝物の種類と存在量のベクトルと考えることができる。複雑な定量的表現型を有する検査対象にはそれぞれ対応するメタボロームが観測可能である。それらを種々の多変量解析技術で解析することにより、表現型に依存したクラスター分離を行い、クラス分類に用いたり、メタボロームを説明変数として定量的表現型レベルを応答変数とした回帰モデルを構築することにより、定量的表現型レベルの精密な予測を行ったりすることが可能である。そのような解析技術をメタボリックフィンガープリンティングと呼ぶ(図2)。

メタボロームにどの程度の多様性があるかについて言及したい。例えば、グルコース、グルタミン酸、コハク酸といった何の変哲もない一般的な代謝物情報を考える。これらを定性的に考えた場合、それぞれの代謝物が検出されるか検出

図1 ポストゲノム科学におけるメタボロミクス

