

きのこ類のゲノム解読

宮崎 安将

きのこは我々日本人が好んで食し、食卓に彩りを添える親しみやすい食材の一つである。きのこ類の国内産出額は林業総生産の半分以上、年間二千億円を超える。その産業規模は国内産牛肉と比較して半分程度、野菜類においてはトップテンに入る大きな市場である。特に、農山村地域の経済と人口の維持・確保に大きく貢献する重要な産業の一分野をきのこ類が担っている。しかし今日に至っても、市場に好まれる栽培きのこを作出するための方法はいまだ経験に頼るところが大きく、従来からの育種・栽培がなされているのが現状である。そのため、メーカーや生産者には、生産現場の問題に即応する品種や将来展望を持つ戦略的な品種の開発が要望され続けており、きのこ生産における画期的なブレイクスルーが待ち望まれている。

一般的に、作物の品種開発では新たな特性の付加や市場価格を向上させるために「育種」が効果的な手段として用いられる。効率の良い育種を実現させるためには、新品種開発のターゲットとなる生物が持つゲノムDNA配列などの遺伝情報が非常に重要な鍵を握っている。しかし、栽培きのこ類においては、育種に利用しうる遺伝情報はほとんど皆無であった。

従来、きのこのゲノム解読には一億円程度のプロジェクトを計画する必要があった。しかし近年、大規模な遺伝情報の網羅的収集に大変有用な機器「次世代シーケンサー」が開発され、驚くべき低コスト・短時間で大量のDNA配列データが得られるようになった。次世代シーケンサーの登場は、今まで困難とされてきた生物種や研究分野においても、ゲノム解読など網羅的解析への飛躍的な可能性をもたらした。しかしその一方で、従来のサンガー法を用いたシーケンサーと比較してリード長が短いため、新規生物の全ゲノム解読においては、そのゲノムサイズが大きくなればなるほど不向きであるとされた。きのこ類は高等真核微生物に分類され、酵母の数倍、細菌の十倍以上のゲノムサイズを有し、大きなものではモデル植物であるシロイヌナズナにも匹敵する。きのこ類の新規のゲノム情報を構築するまでにはかなりの困難が伴うことが予想された。

昨年、食用きのことしては初となるシイタケの公的ゲノムデータベースが公開された。次世代シーケンサーと高速演算が可能なスーパーコンピュータTSUBAME (Tokyo-tech Supercomputer and Ubiquitously Accessible

Mass-storage Environment)²⁾による、シイタケゲノムのほぼ全域をカバーする3600万塩基からなる配列情報が掲載されている³⁾。きのこの品種開発においては「子実体(いわゆる我々が食するきのこ)形成」に関わる遺伝子の情報が特に重要であり、本データベース上で子実体形成の誘導期に発現している341種の遺伝子を確認することができた。また、シイタケの品種判別に用いられるDNAマーカー約50種⁴⁾のゲノム上での位置情報も明らかとなった。今後、シイタケの新たな株のゲノム解読を行う場合は、本解読よりも格段に容易である。なぜならば、本ゲノム情報をリファレンス(基準)配列として利用することができるからである。本解析の10分の1程度のコストで更なる株のゲノム構築が可能であろう。特に、生物の遺伝的多様性解析などでよく用いられる「一塩基多型(SNP: Single Nucleotide Polymorphism)解析」などは、リファレンス配列を利用した次世代シーケンシング解析のもっとも得意とするところであり、株間の特性差異の原因を特定できるかもしれない。

育種のみならず、きのこ産業および生物学的側面から考えると、栽培きのこ以外のマツタケなどのゲノム解読も非常に大切である。マツタケを含む菌根菌は植物との共生を行うことによって植物をより生育させるため、森林を育み地球環境の維持に大いに貢献している。一方、シイタケなど、木材腐朽菌であるきのこの知られざる一面として、有機物を最終的に分解し地球上の炭素循環の根底を担っていることがあげられる。つまり、きのこ類はとても「環境にやさしい生物」であり、単なる食材としてだけではなく、環境の保全を担う生物としてその生態解明に関心が高まってきている。きのこのゲノム解読によってもたらされる遺伝情報が、よりさまざまな分野に貢献していくことを期待したい。

- 1) シイタケゲノム・データベース ((独) 森林総合研究所 ForestGEN) : http://forestgen.ffpri.affrc.go.jp/ja/info_le.html
- 2) スーパーコンピュータTSUBAME (東京工業大学学術国際情報センター) : <http://www.gsic.titech.ac.jp>
- 3) 宮崎安将ら: プレインテクノニュース, No. 146, p. 23 (2011)
- 4) シイタケ品種のDNA判別法 ((独) 森林総合研究所) : <http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/shiitake/index.html>