

糸状菌の形態と細胞壁合成酵素

水谷 治

オリゴ糖という不思議な響きをもった単語は、今や誰もが一度は耳にしているほど有名である。「オリゴ」とは、ギリシャ語の *oligos* (少数の意味) から来ており、すなわち、オリゴ糖とは糖の単位が数個結合したモノを表す。オリゴ糖の結合様式は非常に多く、それぞれの名前や構造を覚えるのはなかなか骨の折れる作業である。たとえばL-グリシンが2個結合したジペプチドは1種類しか考えられないが、D-グルコースの場合、ジサッカライドの示す構造多様性は8種類(還元末端同士の結合も考えれば実に11種類)にも及ぶ。

そのオリゴ糖の名称の中で、私が所属していた研究室の教授から聞いた印象深い名前として、サケビオースとコージビオースがある。ご存知の方も多いと思うが、サケビオースやコージビオースの名は、清酒から分離、同定されたことに由来している。なるほど、酒と麹である。しかし、サケビオースに関しては、ほぼ同時期に研究を行っていたイギリスのグループとの先陣争いに破れ、ニゲロースという名前になってしまった。これもまた、おもしろい名前のオリゴ糖である。このニゲロースは、糸状菌 *Aspergillus niger* 培養上清液から発見されたことから命名された。ニゲロースは、グルコースどうしが α -1,3-グリコシド結合したオリゴ糖であり、このホモポリマーをニゲランと呼ぶ。このニゲランは、*Aspergillus* 属糸状菌の細胞壁に構成多糖として含まれている。*Aspergillus* 属は、糸状に伸びた菌糸と共に、分生子柄および分生子といった分化した構造を持つ多細胞微生物である。実生活でカビ(糸状菌)と耳にすると、一般的に汚いものというイメージが先行しているが、電子顕微鏡でその実態を覗いてみると、糸状菌は非常に美しい形態

をしている(図1)。この形態は、細胞壁による外殻構造で成り立っている。種々に形態分化した細胞であっても、細胞壁を除去したスフェロプラストはすべて球形になることから、細胞壁の違いによって細胞固有の形態が形成されることがうかがえる。すなわち細胞壁を有する生物たちには、細胞固有の細胞壁合成パターンが存在し、それらを厳密に制御することにより、個々の形態が形成されていることを意味している。

糸状菌細胞壁は、 β -1,3-/ β -1,6-グルカン、ニゲラン、キチン、ガラクトマンナンなどの多糖により構成される¹⁾。この中で、グルコースが β -1,3グリコシド結合で連なった β -1,3グルカンとN-アセチルグルコサミンが β -1,4グリコシド結合で連なったキチンは、細胞壁を構成する主要な多糖であり、細胞の形態形成に深く関与している。また、糸状菌の細胞壁の生合成については、 β -1,3-グルカン合成酵素およびキチン合成酵素群の遺伝学的研究を中心に進んでいる。一方、分裂酵母(*Schizosaccharomyces pombe*)においては、ニゲラン合成酵素の遺伝子がクローニングされ、遺伝学的研究が進んでいるが、糸状菌ではニゲランの形態形成への影響やその合成酵素についてはほとんど知られていなかった。しかしようやく昨年、ヨーロッパの二つの研究室から、それぞれ *A. fumigatus* と *A. niger* からのニゲラン合成酵素遺伝子(Ags)のクローニングと遺伝子破壊が、ほぼ同時に報告された^{2,3)}。ags遺伝子破壊は、細胞壁ニゲランの半分程度の減少と共に分生子形成能の低下や菌糸の多分岐化を引き起こしたことから、ニゲランも糸状菌の形態形成に重要な役割を担っていると考えられる。しかしながら、この酵素は未だ活性測定系の確立されておらず、今後遺伝学的解析と共に酵素タンパク質そのものに対する生化学的な研究が期待される。一般的に細胞壁合成酵素のほとんどが膜タンパク質であり、生体膜上においてのみ活性を示すことから、なかなか生化学的研究が進まないのが現状である。

これまでに麹菌をはじめさまざまな糸状菌のゲノム解析が終了し⁴⁾、今後より多くの細胞壁関連遺伝子群が明らかになると予想される。糸状菌の細胞壁合成を理解するためには、膜系酵素タンパク質の解析技術の向上が急務と考えられる。

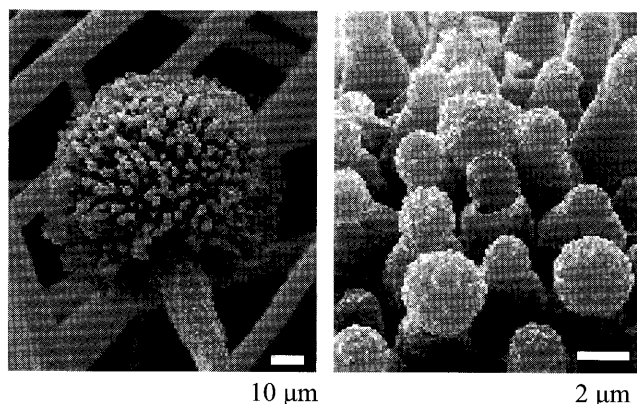


図1. 麹菌の形態。分生子と菌糸(左)、分生子(拡大)(右)。

- 1) Beauvais, A. *et al.*: *Drug Resist. Updat.*, **4**, 38 (2001).
- 2) Beauvais, A. *et al.*: *Appl. Environ. Microbiol.*, **71**, 1531 (2005).
- 3) Damveld, R. A. *et al.*: *Fungal Genet. Biol.*, **42**, 165 (2005).
- 4) Machida, M. *et al.*: *Nature*, **438**, 1157 (2005).

著者紹介 東北大学大学院農学研究科生物産業創成遺伝子情報システム学分野(特定領域研究員)
E-mail: mizu@biochem.tohoku.ac.jp