

麹菌の細胞から 生命の仕組みを見いだす



醸造微生物学 (キッコーマン)
寄付講座
まるやまじゅんいち
丸山潤一
特任准教授

日本酒 醤油 味噌… 伝統的な醸造産業を通じて古くから日本人との深い関わりをもつ麹菌。

麹菌はカビの仲間ですが、そのダイナミックな細胞世界は私たちを様々な発見へと導き、サイエンスへといざなってくれます。

麹菌が見せるダイナミックな細胞世界

私はある日、寒天培地の麹菌のコロニーに水をかけたところ、驚くことに菌糸先端から細胞内容物が噴き出す現象を発見しました(図1A)。このとき、先端の細胞は死んでしまうのですが、隔壁という仕切りで隔てられている2番目の細胞は生き残り、新たな菌糸を伸ばすことができます。

ですが実は、隔壁には小さな穴である「隔壁孔」があるので(図1B)、先端の細胞が死ぬと2番目の細胞も巻き添えに遭う危険があるのです。しかし、麹菌はしたたかで、『オロニン小体』という構造で隔壁孔をふさぎ、2番目の細胞が生存できるような仕組みをもっているのです(図1CD)。

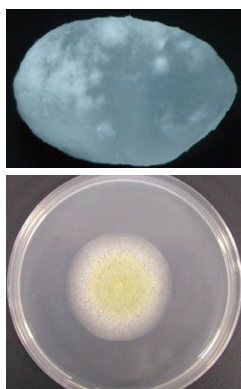
麹菌がビタミンをつくる仕組みの発見

さらに、『オロニン小体』の起源を調べていくと、『ペルオキシソーム』という私たち人間にもある細胞内構造から分かれて形成することがわかりました(図2E)。その解析の過程で私たちは、麹菌で『ペルオキシソーム』の機能を欠損させたときに、ビタミンの一種であるビオチンを加えないと生育できないことを偶然見つけました(図2F)。このようにして、『ペルオキシソーム』がビオチンの生合成に関与することを突き止めた

のですが、実はこれは世界で初めての発見でした(図2G)。まさにセレンディピティの賜物でした。

麹菌研究のその先に見いだすもの

最近、麹菌が示す現象(光に応答する、細胞どうしが融合する)を新たに見いだして、そのメカニズムの解明を目指しています。現在は基礎研究の芽生えた段階ですが、将来は産業に応用できる可能性を秘めていると考えています。私たちは日本発の麹菌サイエンスを世界に発信するべく研究に取り組んでいます。



【上】米麹の写真。日本酒造りでは、蒸したお米の上に麹菌の胞子をまいて、菌糸を伸ばして生育させる。
【下】麹菌のコロニーの写真。寒天培地上では、麹菌は胞子を形成して緑色になる。

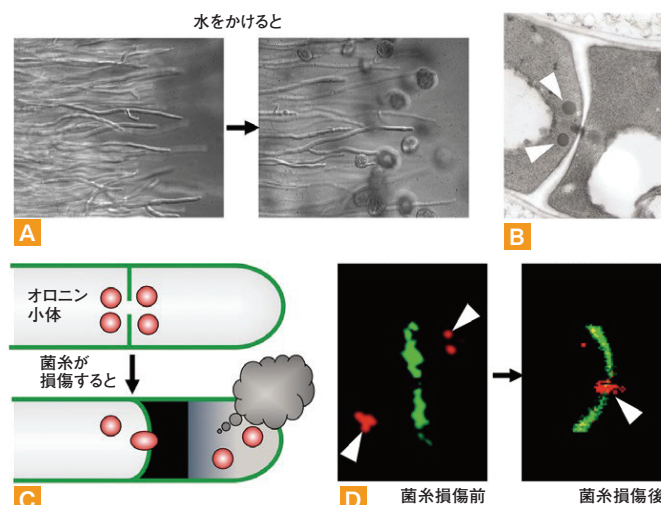


図1. A 麹菌のコロニーに水をかけると、菌糸先端から細胞内容物が噴き出す。
B 麹菌の隔壁の電子顕微鏡写真。隔壁の中心に小さな穴である隔壁孔があいている。その近くには「オロニン小体」(矢頭)が見える。
C ある細胞が損傷すると、「オロニン小体」が隔壁孔をふさいで、隣の細胞が巻き添えになることを防ぐ。
D 菌糸が損傷したときに隔壁孔をふさいだ「オロニン小体」(矢頭)の蛍光写真。

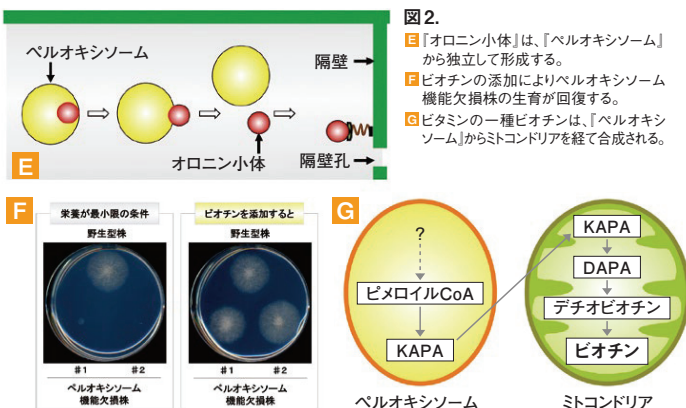


図2.
E 「オロニン小体」は、「ペルオキシソーム」から独立して形成する。
F ビオチンの添加によりペルオキシソーム機能欠損株の生育が回復する。
G ビタミンの一種ビオチンは、「ペルオキシソーム」からミトコンドリアを経て合成される。

教えて! Q&A

オロニン小体

1864年にロシアの菌学者Mikhail Stepanovich Voronin (1838-1903)により発見された古い歴史をもちますが、21世紀に入るまで分子レベルの解析は進んでいませんでした。最近私たちは、「オロニン小体」が通常の生育条件においても隔壁孔をふさぐことを見だし、菌糸が損傷したときのみ隔壁孔をふさぐとされてきた長年の定説を覆す発見をしました。

ペルオキシソーム

私たち人間をはじめ動物・植物に広く存在する細胞内構造で、おもに、脂肪酸を栄養源として使えるようにする働きをもちます。麹菌のようなカビではそれに加えて、「オロニン小体」の形成や、ビタミンの一種であるビオチンの生合成にも関与するなど、幅広い役割をもっています。

この記事に関する詳細情報はこちらまで
<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/Brew-Microbio/>