

大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2023年1月5日
大阪公立大学

糸状菌の酵素遺伝子発現機構の一端を解明 植物バイオマス実用化に必須の多種酵素の大量生産法構築に期待

<ポイント>

- ◇植物バイオマスを分解する能力に長けた酵素を生産する糸状菌の1つである *Aspergillus aculeatus* における糖質加水分解酵素生産調節機構を解析。
- ◇糸状菌の糖質加水分解酵素遺伝子の発現制御に、ガラクトース資化に関わる酵素である UDP-glucose 4-epimerase (Uge5) が関与していることを明らかに。
- ◇糸状菌における酵素遺伝子の発現が、糖に応答して選択的に制御されている分子機構の一端を解明。

<概要>

大阪公立大学大学院 農学研究科 谷 修治准教授らの研究グループは、植物バイオマスを分解する能力に長けた酵素を生産する糸状菌 *Aspergillus aculeatus* における糖質加水分解酵素生産調節機構を解析した結果、糸状菌の分解酵素遺伝子の発現制御に、ガラクトース資化に関わる酵素である UDP-glucose 4-epimerase (Uge5) が関与していることを明らかにしました。さらに、糸状菌における酵素遺伝子の発現が、誘導物質である糖の種類に応答して、選択的に制御されている分子機構の一端を解明しました。

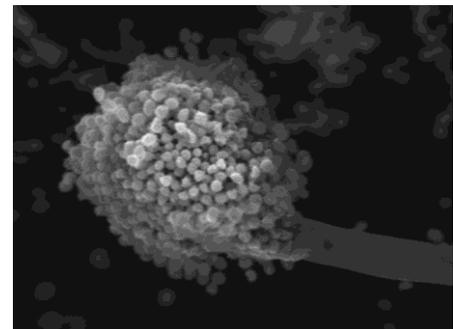


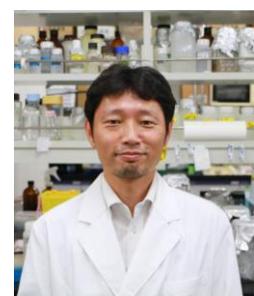
図 1.糸状菌の電子顕微鏡写

いずれ枯渇する石油の代替資源として植物バイオマスが注目されていますが、さまざまな芳香族や多糖からなる植物バイオマスを酵素分解するには、さまざまな種類の基質特異性をもつ酵素が大量に必要です。そこで酵素分解するための酵素の供給源として、糸状菌の研究が進められています。

現時点では、糸状菌において一種類の酵素を大量に生産する技術はあるものの、多種の酵素を大量生産することは困難な状況のため、本研究成果を基盤として更に研究を展開することで、多種酵素の大量生産法の開発につながると期待されます。

本研究成果は、2023年1月10日(火)に、国際学術誌「Applied Microbiology and Biotechnology」にオンライン掲載されました。

本研究では、*Aspergillus aculeatus* の約9,000株の遺伝子破壊株ライブラリー*1を作製し、その中から糖質加水分解酵素生産を調節する新たな制御因子として Uge5 を同定しました。Uge5 はよく知られた酵素なので、新機能の発見に驚きました。今後も、既存の知見では説明できない現象を解明し、研究を展開したいと考えています。



谷 修治准教授

<研究の背景>

糸状菌（カビ）は、古くから日本酒や醤油の醸造に重用されてきた微生物です。これは、糸状菌がさまざまな酵素を大量に分泌生産する特長を産業利用してきた良い例です。本研究チームは、植物バイオマスを分解するための酵素の供給源として糸状菌を活用する研究を展開しています。この研究は、いずれ枯渇する石油の代替資源として注目されている植物バイオマスを利用するための技術開発につなげるための基礎研究です。

<研究の内容>

本研究では、植物バイオマスを分解する能力に長けた酵素を生産する糸状菌 *Aspergillus aculeatus* における糖質加水分解酵素生産調節機構を解析しました。

糸状菌における糖質加水分解酵素の生産は、遺伝子の発現を制御することで調節されており、*Aspergillus aculeatus* において、植物バイオマス分解酵素であるセルラーゼ^{*2}とマンナナーゼ^{*3} 遺伝子の発現は、転写因子 ManR により制御されています。従って、ManR を高発現すると種々のセルラーゼとマンナナーゼ遺伝子の発現が一様に増加すると期待されましたが、予想に反して発現量が増加しない遺伝子、あるいは低下する遺伝子がありました。この原因は明らかにされておらず、種々の酵素を包括的に大量生産する技術開発の障壁になっています。

そこで本研究では、ManR を介した遺伝子発現制御機構の解明を目指し、*Aspergillus aculeatus* の約 9,000 株の遺伝子破壊株ライブラリー^{*3}の中から、ManR を介した遺伝子発現制御に関わる遺伝子を一種同定しました。その同定した遺伝子の遺伝子配列解析により、ガラクトース資化に関わる酵素として知られている UDP-glucose 4-epimerase が、ManR を介したマンノビオースに応答した遺伝子発現誘導に関わっているものの、セロビオースの遺伝子発現誘導には関与していないことを明らかにしました。ManR は、セロビオースとマンノビオースに応答してセルラーゼとマンナナーゼ遺伝子の発現を誘導することから、糸状菌において酵素遺伝子の発現が、糖に応答して選択的に制御されている分子機構の一端を解明しました。

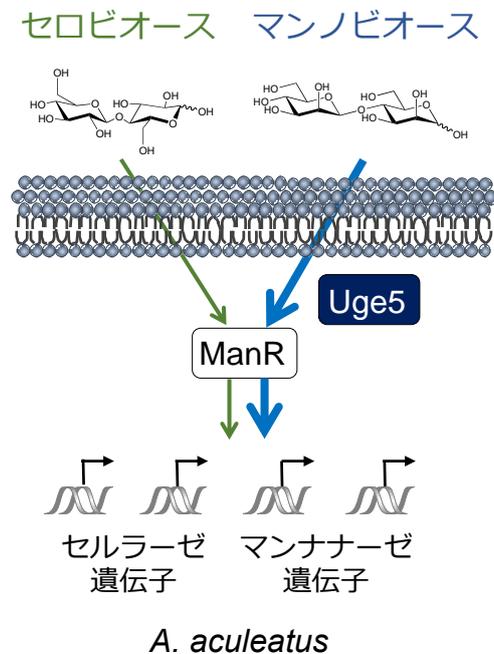


図 2. 遺伝子発現制御機構のモデル図

<期待される効果・今後の展開>

多糖やさまざまな芳香族からなる植物バイオマスを酵素分解するには、種々の基質特異性を有す酵素が大量に必要です。現時点では、糸状菌において一種類の酵素を大量に生産する技術はあるものの、多数の酵素を大量生産することは困難です。

そこで本研究チームは、糸状菌における糖質加水分解酵素の生産調節機構を解明し、得られた知見を基盤として、将来的には多種酵素の大量生産法を構築することを目指して研究を展開していきます。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費 (19K05777)、および国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業 (P07175) の支援を受けて実施されました。

<用語解説>

- ※1 遺伝子破壊株ライブラリー：配列が明らかになっている DNA 断片を *Aspergillus aculeatus* の染色体 DNA の任意の箇所に 1 コピーずつ導入することで作製しました。これにより、破壊された遺伝子を同定しやすくなりました。
- ※2 セルラーゼ：グルコースが β -1,4 結合した多糖であるセルロースを加水分解する酵素の総称。セロビオヒドロラーゼ、エンドグルカナーゼ、ベータグルコシダーゼが含まれる。
- ※3 マンナーゼ：マンノースを主成分とした多糖であるマンナンを加水分解する酵素の総称。 β -マンナーゼ、 β -マンノシダーゼなどが含まれる。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Applied Microbiology and Biotechnology

【論文名】 A new function of a putative UDP-glucose 4-epimerase on the expression of glycoside hydrolase genes in *Aspergillus aculeatus*

【著者】 Mizuki Kuga, Hidetoshi Shiroyanagi, Takashi Kawaguchi, Shuji Tani

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1007/s00253-022-12337-8>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 農学研究科

准教授 谷 修治

TEL : 072-254-9466

E-mail : shujitani@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：久保

TEL : 06-6605-3411

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp