

2025 年 3 月 27 日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

「カンジダ菌」による新たなむし歯リスクが明らかに －嫌気環境での酸産生性とフッ化物耐性を初めて報告－

【発表のポイント】

- カンジダ菌は、私たちの口腔や腸内などに存在する真菌（カビの仲間）であり、健康な状態では問題を起こしません。しかし条件が整うと、さまざまな感染症を引き起こします。
- カンジダ菌は他のむし歯の原因菌と同様に嫌気環境でも糖から酸を産生することを確認しました。この酸は歯を溶かす原因となります。
- カンジダの酸産生に対してフッ化物は抑制効果が低いことを示しました。
- これまで細菌が主な原因とされてきたむし歯に、真菌も関与していることが明らかとなりました。

【概要】

むし歯は細菌が糖を分解して作る酸によって歯が溶けることで進行すると考えられています。近年、カビ（真菌）の一種であるカンジダ菌も、むし歯の進行に関与する可能性が指摘されています。細菌と真菌は異なる生物ですが、どちらも口腔内に存在しています。

東北大学大学院歯学研究科口腔生化学分野の高橋信博教授、Haneen Raafat Fathi Mousa 大学院生らの研究グループは、本来は酸素のある環境で増殖しやすいカンジダ菌が嫌気環境下でも酸を作り出し、歯を溶かす可能性があることを発見しました。また、むし歯予防に広く使用されるフッ化物は、歯質を強化するだけでなく、細菌の酸産生を抑える働きを持つことが知られています。しかし、本研究によりカンジダ菌はフッ化物に対して非常に高い耐性を持ち、酸の産生が抑制されないことが明らかになりました。真菌が関与するむし歯の新たなリスクを示すとともに、今後の予防策や治療法の開発に向けた重要な手がかりを提供する研究成果です。

本研究成果は 2025 年 3 月 6 日に国際学術誌 Journal of Oral Microbiology にオンライン公開されました。

【詳細な説明】

研究の背景

むし歯は、細菌が糖を分解して作る酸によって歯が溶けることで進行します。これまで、むし歯の原因は主に細菌であると考えられてきました。

しかし近年、カビの一種であるカンジダ菌も、むし歯の進行に関与する可能性が指摘されています。カンジダ菌は健康な人の口腔内にも存在し、通常は問題を引き起こしませんが、免疫が低下した際などに感染症を引き起こすことがあります。特にカンジダ・アルビカンス (*Candida albicans*) が最も一般的な種類とされていますが、近年ではカンジダ・アルビカンス以外のカンジダ菌 (*non-Candida albicans Candida* : NCAC) の病原性も注目されています。

むし歯が発生する歯垢の内部は酸素が少ない環境ですが、カンジダ菌は通常、酸素のある環境（好気環境）で増殖しやすいとされています。そのため、カンジダ菌が酸素の無い環境（嫌気環境）でどのような働きをするかについて、これまで十分に研究されてきませんでした。

また、むし歯予防に広く使用されるフッ化物は、歯質を強化したり、再石灰化を促進するだけでなく、細菌が酸を産生するのを抑える働きを持つことが知られています。しかし、カンジダ菌の増殖や酸産生に対するフッ化物の影響についても分かっていません。

今回の取り組み

本研究では、カンジダ菌がどのように酸を産生し、フッ化物の影響を受けるのかを明らかにするため、5 種類のカンジダ菌 (*C. albicans*、*C. tropicalis*、*C. parapsilosis*、*C. maltosa*、*C. glabrata*) を対象に実験を行いました。

まず、好気環境と嫌気環境でのカンジダ菌の増殖や酸産生を測定し、フッ化物がその働きを抑えるかを検証しました。その結果、カンジダ菌は嫌気環境下では増殖しないものの、代謝を続けて酸を産生することが分かりました（図 1 中、発見 1）。これは、むし歯が進行する口腔内の低酸素環境下でも、カンジダ菌が歯を溶かす酸を作り続ける可能性を示しています。

さらに、*C. glabrata* を除くすべてのカンジダ菌において酸産生はフッ化物の影響をほとんど受けませんでした（図 1 中、発見 2 および図 2）。むし歯の原因菌である細菌と比較しても、カンジダ菌はフッ化物に対して高い耐性を持っていることが明らかになりました。

さらに、カンジダ菌がフッ化物の影響を受けにくい理由を調べるため、菌を破碎し、内部にある酵素（フッ化物阻害の標的となることが知られているエノラーゼ）を取り出して実験を行いました。その結果、カンジダ菌の酵素自体はフッ化物によって阻害されることが確認されました（図 1 中、発見 3）。これは、カンジダ菌がフッ化物を菌体内に取り込みにくい仕組みを持っている可能性を示唆しています。

今後の展開

今回の研究により、カンジダ菌がむし歯に関与する可能性が明らかになりました。従来のむし歯対策は主に細菌を対象としていましたが、今後は真菌も含めた口腔内の微生物バランスを考慮した新しい予防法が求められます。

そのためには、カンジダ菌が口の中でどのように糖を代謝するのか、その生化学的な仕組みを詳しく解明することが必要です。

さらに、カンジダ菌は口腔粘膜炎などの感染症にも関与していることが知られています。そのため、本研究を発展させることで、むし歯だけでなく、カンジダ菌による口腔内の疾患全般の予防や治療法の向上にもつながることが期待されます。

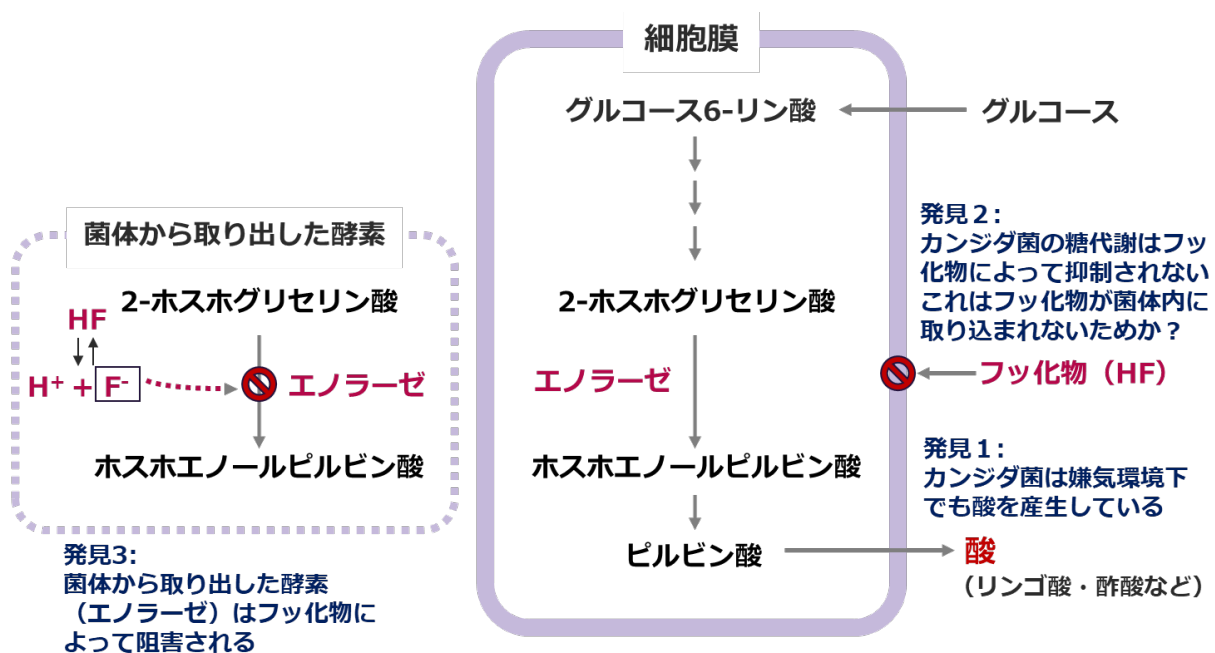


図1. 本研究で明らかとなったカンジダ菌におけるグルコース代謝とフッ化物の影響

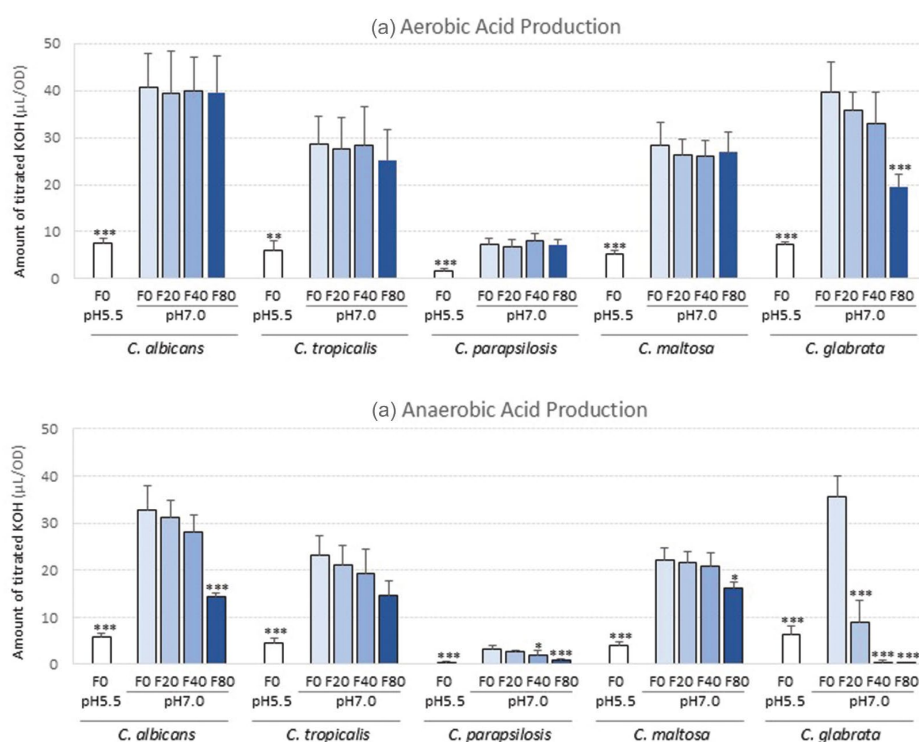


図 2. 好気環境（上図）および嫌気環境（下図）における pH7.0 および pH5.5 での *Candida* 属の酸産生量とフッ化物による抑制効果の検討

F0, F20, F40, F80 はそれぞれ 0, 20, 40, 80 mM フッ化物濃度を示す

1 mM は 19.1 ppm F に相当する

【謝辞】

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2114、科研費 JSPS KAKENHI Grant Number JP23K09475、JP21H03151 の支援により実施されました。また本論文は『東北大学 2024 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業』により Open Access となっています。

【論文情報】

タイトル : *Candida albicans* and NCAC species: acidogenic and fluoride-resistant oral inhabitants

著者 : Haneen Raafat Fathi Mousa, Yuki Abiko, Jumpei Washio, Satoko Sato, Nobuhiro Takahashi *

*責任著者 : 東北大学大学院歯学研究科口腔生化学分野 教授 高橋信博

掲載誌 : Journal of Oral Microbiology

DOI : 10.1080/20002297.2025.2473938

URL : <https://doi.org/10.1080/20002297.2025.2473938>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院歯学研究科

口腔生化学分野

教授 高橋 信博

TEL: 022-717-8294

Email: OEB@dent.tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院歯学研究科

広報室

TEL: 022-717-8260

Email: den-koho@grp.tohoku.ac.jp