

PRESS RELEASE (2024/08/21)

ヒト頭髪から細菌を分離し特異な炭素資化性を発見

～細菌は毛髪で皮脂や汗だけでなくヘアケア剤も栄養として利用し定住する。
毛髪化粧品開発に期待～

ポイント

- ① 近年、人の頭髪表面には常在菌(※1) (毛髪細菌)が存在することが報告されましたが、毛髪は乾燥および貧栄養な環境であるため細菌が棲息に利用する栄養源は不明でした。
- ② 毛髪からの細菌分離を世界で初めて行い、標準株(※2)と分離株の比較により好脂性や皮脂およびヘアケア剤に含まれる炭素源の資化性を分離菌独自で示す株を同定しました。
- ③ 毛髪細菌は毛根内部でヒト表皮細胞との接触により細胞の抗老化や延命に関わる遺伝子発現制御に影響を及ぼすことが報告されています。これまで評価には標準株が使用されていましたが本研究の毛髪分離菌を利用することで、よりクリアな毛髪細菌とヒトとの関係性の解明が期待されます。

概要

人体と微生物の共生関係解明は生命活動機構を紐解く重要な要素の一つです。近年、DNAを用いた解析法により、ヒト毛髪表面で常在菌が発見され細菌叢や定着様式が解明されました。一方で、栄養源は情報が乏しく頭皮からの皮脂や汗の供給が毛髪細菌の棲息に重要であることが示唆されていましたが、定量的な炭素資化性の評価は分離菌を用いる必要があるため不明とされていました。

九州大学大学院農学研究院の田代幸寛准教授、大城麦人助教、酒井謙二名誉教授、山田あずさ特別研究員、西悠里大学院生(当時)、野口芽生大学院生ならびに東京農業大学応用生物科学部の渡邊康太助教らの研究グループは、毛髪からの細菌分離法確立により24培養条件から27属63種の分離菌を獲得し、一部の毛髪細菌が貧栄養および脂質添加条件により生育促進を示しました。さらに、汗含有のグルコースや皮脂含有のグリセロールおよび広範なヘアケア剤含有のマンニトールの資化性を示すことを初めて詳細に明らかにしました。特に優占な毛髪細菌 *Cutibacterium acnes* subsp. *defendens* および *C. acnes* subsp. *acnes* 毛髪分離株は標準株で資化性の無いマンニトールの資化性を有することから、毛髪環境で棲息有利な資化性を獲得した可能性が示唆されます。

今回の研究成果は宿主から毛髪細菌へ栄養供給の証拠を見出しました。さらに獲得した分離株をヒト毛根への作用分析に用いることで毛髪細菌とヒトとの関係性解明に応用でき、将来的には細菌叢を考慮した毛髪化粧品開発に期待されます。

本研究成果は、2024年7月21日に日本の英文誌「Journal of Bioscience and Bioengineering」にオンライン掲載されました。

研究者からひとこと：

毛髪は人類にとって直接生命に関わる部位ではありませんが、個人の印象や他者とのコミュニケーションを助長する重要な役割を果たします。毛髪分野は多くの人の関心が高い一方で、毛髪×微生物学の研究は発展段階であり未解明なことが多い分野です。乳酸菌の研究から腸内環境を気遣う考えが一般化したように、ヘアケア時に毛髪微生物を気遣う人が増えるよう今後も研究を発展させたいと思います。

【研究の背景と経緯】

人体はあらゆる部位に多様な微生物叢(※3)が形成されており、それらは生息環境に依存して棲息しています。しかし毛髪に常在菌が存在する事実は近年発見されたことから (Nishi et al., 2017)、毛髪微生物の研究は未だ情報が乏しい現状です。現在では人体-微生物間の共生関係の観点から、毛髪疾患および健常者の毛髪常在細菌 (以下:毛髪細菌) の生態を菌叢解析(※4)など DNA を用いた解析手法で解明する報告がいくつかありますが、毛髪細菌の栄養源は不明であり、詳細な評価には毛髪から分離した細菌を使用することが適切です。さらに毛髪上で高占有率な細菌種の標準株 (非毛髪分離株) を用いた研究では、毛根内部で表皮細胞との接触によりヒト細胞の抗老化や延命に関わる遺伝子発現制御に影響を及ぼすことが報告されています (Yamada et al., 2023)。これまでの評価には標準株が使用されましたが本研究の毛髪分離菌を利用することで、毛髪環境に適合した細菌がヒトに及ぼす影響を評価できることに繋がります。しかしながら、毛髪からの細菌分離はこれまで報告が無く適当な分離手法および分離条件も十分ではありませんでした。

【研究の内容と成果】

本研究では、毛髪細菌を分離するにあたり 8 種の培地を用いて培地濃度や酸素要求性、ゲル化剤、脂質添加等の培養条件を検討し 24 条件で培養を行いました。分離手法は被験者 18 名より採取した毛髪を各固体培地上に静置し培養後、毛髪周辺のコロニーを採取し 2 回の純化(※5)を経て DNA 抽出後に細菌種の同定を行いました。共同研究グループはこれらの操作により 24 条件から 27 属 63 種の細菌を分離することに成功しました (図 1 左)。獲得した各細菌種の好む環境に関しては、希釈条件と非希釈条件における獲得毛髪分離菌数が各 16 種であったことから、富栄養と貧栄養環境を好む細菌種が同程度共存することを示唆しており、皮膚上では富栄養を好む細菌が多いことから毛髪環境の特異性を示唆する結果となりました。また脂質添加および無添加条件では、両条件共通して 3 種、添加条件のみから 10 種、無添加条件のみから 4 種の細菌が獲得されました。特に全 24 条件のうち脂質添加時のみで 3 種が分離されたことから、毛髪細菌の生育嗜好性に脂質が関与することを示唆しました。

加えて全分離菌の獲得傾向が細菌種により異なることを発見しました。そして頻繁に分離可能な細菌種を易分離微生物 ($\geq 25\%$)、少ない培養条件でのみ分離された細菌種を難分離微生物 ($\leq 25\%$) と定義し、細菌種の分離可能性を初めて定量的に示しました。また、同研究室で実施された菌叢解析の結果と照合すると、毛髪細菌の占有率と本研究による獲得細菌の相関が無いことが示され、易分離微生物と優占細菌は異なることが示唆されました (図 2)。

また、獲得した毛髪分離菌から優占細菌種 5 種 (*C. acnes* subsp. *defendens*, *C. acnes* subsp. *acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. caprae*, *Micrococcus luteus*) を選択し 50 種類の炭素資化性を評価した結果、汗に含まれるグルコースや皮脂の分解物であるグリセロールだけでなくヘアケア化粧品に保湿剤として広く含有されているマンニトールの資化性を示しました (図 1 右)。特に、標準株と異なる資化性を示した結果として、*M. luteus* 毛髪分離株はグルコースの、*C. acnes* subsp. *defendens*, *C. acnes* subsp. *acnes* 毛髪分離株はマンニトールの資化性を有することから、毛髪環境で棲息に有利な資化性を獲得した可能性が考えられます。

【今後の展開】

本研究により、毛髪からの細菌分離が可能であり多様な分離細菌内で占有率とは異なる分離可能性が示されました。また、標準株と分離菌の資化性が一部異なると示されたことから、近年盛んな非培養法による代謝予想だけでなく培養法を用いた特性評価の重要性が浮き彫りとなりました。今後は、獲得した毛髪分離菌を用いて表皮細胞への添加試験を行い、ヒト細胞の遺伝子発現制御に対して標準株と分離株を比較することで、毛髪細菌が人体に及ぼす影響を鮮明に理解できると期待します。本研究による毛

髪細菌分離手法や毛髪分離菌は、健全な育毛に影響する毛髪細菌種の情報蓄積に活用され、将来特定の細菌種を調整するヘアケア化粧品の開発や、難治療性毛髪疾患の創薬開発に繋がることを期待しています。

【参考図】

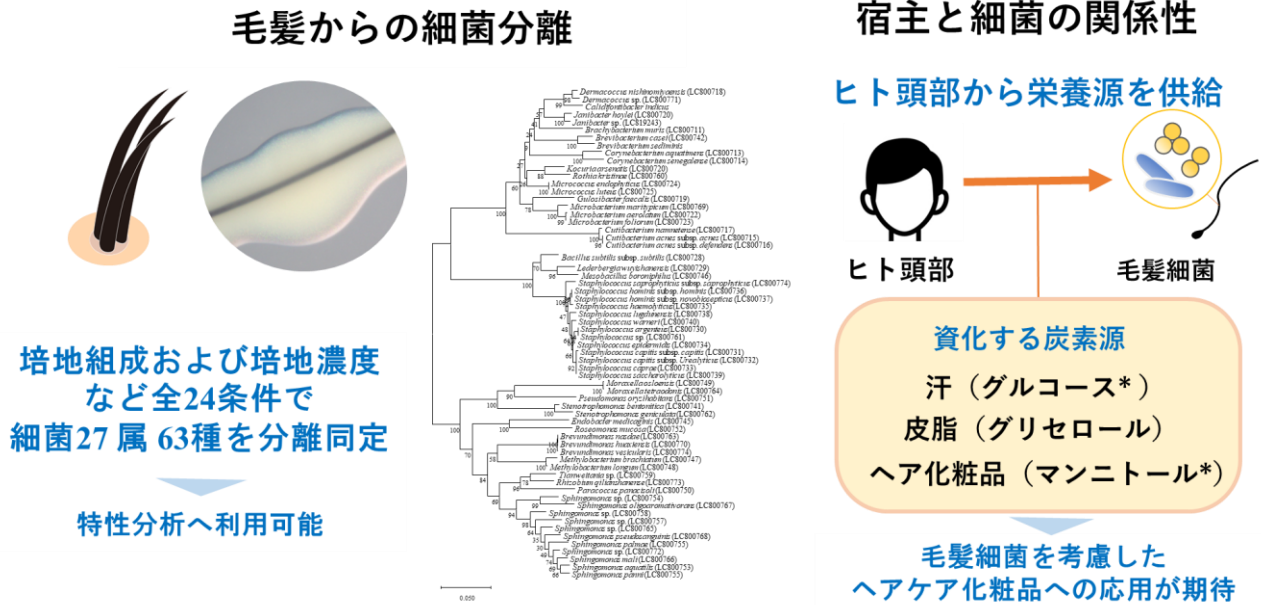


図 1. 毛髪分離細菌の獲得と資化性評価。24 培養条件により毛髪周辺に形成された細菌コロニーから 27 属 63 種の細菌を分離し系統樹で示した。

* 優占な毛髪分離菌は、資化性評価において汗に含まれるグルコースや皮脂含有のグリセロールおよびヘアケア化粧品含有のマンニトールの資化性を示し、標準株では資化性の無いグルコースとマンニトールは毛髪分離株で資化性を示した。

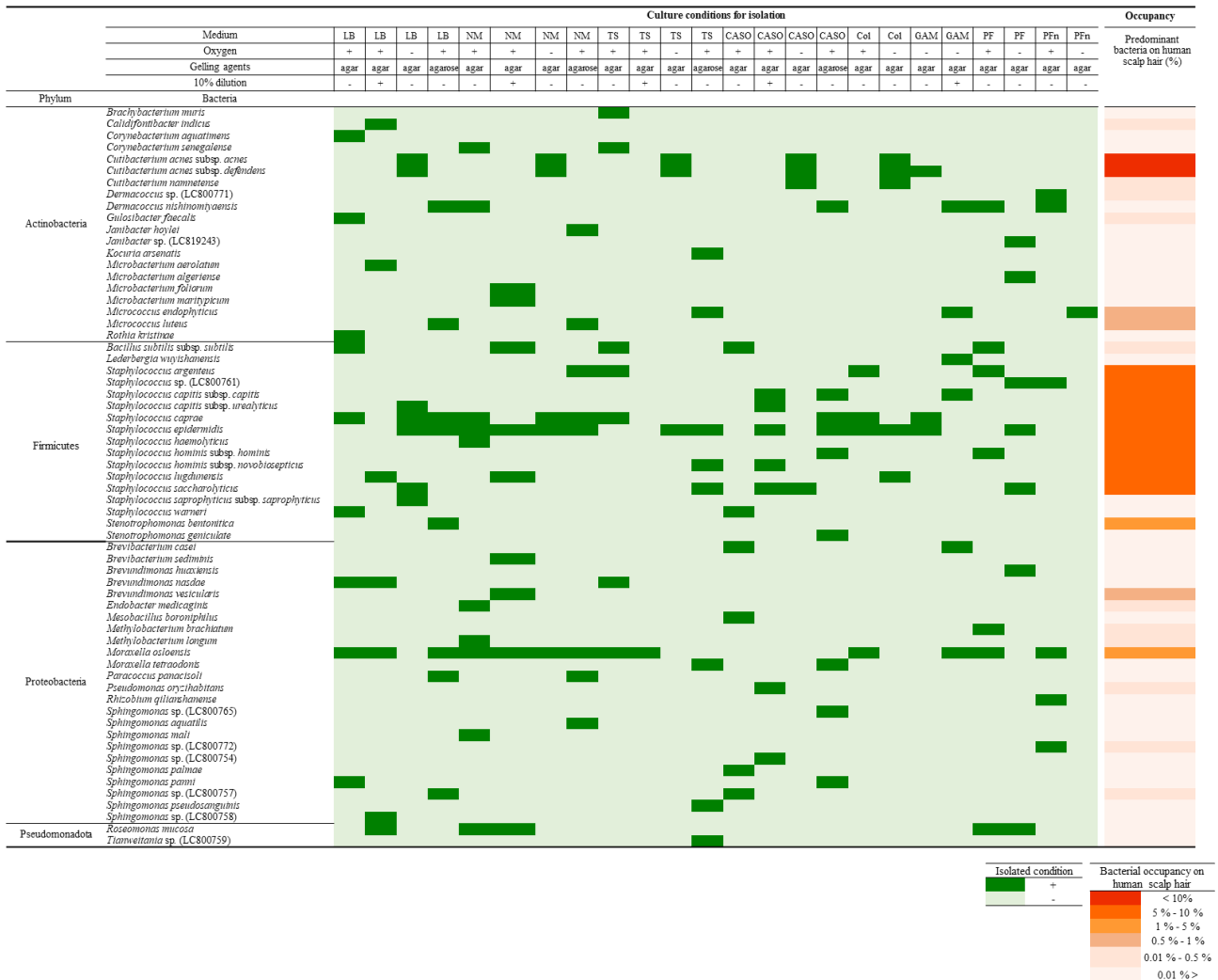


図2. 毛髪から分離された細菌種の分離培養条件と毛髪上での占有率。緑は各条件における分離の可否を示し、オレンジや赤は毛髪上での細菌占有率を表している。このグラフから、毛髪上に多く存在する細菌であっても分離の取得率は高くなく、占有率と分離可能性は相関が低いことが定量的に示された。

【用語解説】

(※1) 常在菌

ヒトの身体に存在する微生物（細菌）のうち、年間を通して安定して万人に共通し存在し著しい病原性を示さないものを指す。

(※2) 標準株

その生物種を新種記載する際の拠り所となった細菌株であり、純粋培養された生菌株を指す。

(※3) 微生物叢

細菌や真菌（カビ）およびウイルスなどの微生物の集合のこと。

(※4) 菌叢解析

環境試料中に含まれる微生物コミュニティの多様性を調査する手法で、細菌の遺伝情報から直接解析するため、個々の細菌を分離・培養することなく微生物群集を全体として把握可能である。

(※5) 純化

環境試料には多種多様な細菌が混同しているため、1種類の細菌を獲得することを目的として細菌の採取と培養を繰り返す作業を行う。

【謝辞】

本研究は日本学術振興会（JSPS）科研費（JP20J12699、23KJ1710）の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：Journal of Bioscience and Bioengineering

タイトル：Isolated hair bacteria reveal different isolation possibilities under various conditions

著者名：Azusa Yamada, Yuri Nishi, Mei Noguchi, Kota Watanabe, Mugihito Oshiro, Kenji Sakai and Yukihiro Tashiro

D O I : 10.1016/j.jbiosc.2024.06.003

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院農学研究院 准教授 田代 幸寛（タシロ ユキヒロ）

TEL：092-802-4740

Mail：tashiro@agr.kyushu-u.ac.jp

九州大学 大学院農学研究院 / 日本学術振興会 特別研究員

山田 あずさ（ヤマダ アズサ）

Mail：yamada.25.33@agr.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp