

## マナマコの成長を促す新たな海洋細菌を発見

～次世代のマナマコ種苗生産への応用に期待～

### ポイント

- ・受精卵から着底稚仔に至るマナマコの成長初期の微生物群集構造解析を3年にわたり繰り返し実施。
- ・全試料に共通性が高い4種の微生物群をコア微生物として推定。
- ・コア微生物の中で、スルフィトバクター属の細菌が稚マナマコの成長を促すことを発見。

### 概要

北海道大学大学院水産科学院博士後期課程3年及び同大学DX博士人材フェロースHIP生の俞 隼文氏（研究当時）、同大学院水産科学院修士課程2年の小池笙太郎氏、同大学院水産科学研究院の澤辺智雄教授、北海道立総合研究機構水産研究本部函館水産試験場の酒井勇一主任主査らの研究グループは、マナマコの成長初期に高頻度で見いだされるコア微生物<sup>\*1</sup>を、メタゲノム技術<sup>\*2</sup>を用いて明らかにするとともに、コア微生物の中からマナマコの成長を促す新たな海洋細菌を発見しました。

マナマコは、乱獲などによって天然資源が著しく減少しています。北海道では、酒井主任主査らの尽力によりマナマコの種苗生産手法や良質な稚仔用の餌料が開発され、マナマコ資源の維持・拡大に貢献しています。しかしながら、マナマコは成長が遅い上、成長初期の成長格差や減耗はマナマコの種苗の安定生産に向け改善しなければならない課題となっています。特に、マナマコの成長を促す新たなプロバイオティクス<sup>\*3</sup>の発見が切望されていました。

本研究では、マナマコの受精卵を実験室内で繰り返し育てる実験を3年間にわたり実施し、マナマコの初期成長期に高頻度で見いだされるコア微生物を、メタゲノム技術を用いることで探索しました。その結果、4種の微生物がコア微生物として見いだされ、そのうち1種は、マナマコの胞胚から分離したスルフィトバクター属細菌であることが分かりました。この細菌を混合した餌料を稚マナマコに投与したところ、成長促進効果が観察されました。本研究成果は、新たなプロバイオティクスを活用したマナマコの種苗生産の高度化への展開が期待されます。

なお、本研究成果は2023年10月24日（火）にAnimal Microbiome誌に公開されました。



## 【背景】

マナマコは乱獲などにより、天然資源が減少し続けています。酒井主任主査らの尽力によって、マナマコの種苗生産技術が開発され、全国のマナマコ種苗生産施設などで普及しています。同氏が実施している DNA マーカーを用いた放流種苗の追跡調査では、大きい種苗の方が小さい種苗に比べて漁獲回収率がわずかに高いものの、その経済効果は生産コストに見合わないことが分かってきました。短期間に種苗を大きくすることができれば種苗の生産コストの削減が見込め、種苗放流の意義も高まることから、マナマコに共存・共生する微生物を活用したプロバイオティクスの発見が切望されていました。

## 【研究手法】

本研究では、マナマコの受精卵を研究室で飼育し、着底稚仔まで育てる実験を3年にわたって5回繰り返し、受精卵に加え各成長段階のマナマコ稚仔に共存する微生物群集構造を、メタゲノム技術（16S アンプリコンシーケンス）を用いて明らかにしました。この微生物群集の中から、高い頻度で共通して見いだされるコア微生物を検索しました。また、マナマコの胞胚から分離されていたコア微生物の一種である BL28 株を、酒井主任らが開発した稚ナマコ用餌料に混合し投餌しながら飼育し、稚ナマコ用餌料のみを給餌した個体と日間成長率を比較しました。さらに、メタパンゲノム<sup>\*4</sup>と呼ばれる遺伝子解析手法により、投与した細菌が、マナマコ稚仔とどの程度共存しているかを推定しました。

## 【研究成果】

2019 年から3年間にわたり、マナマコの受精を着底稚仔まで、実験室内で飼育し、マナマコと共存する微生物及び飼育水の微生物の群集構造を得て、いずれの試料にも共通して観察される微生物群としてスルフィトバクター、マリノバクター、コルディア及びアルテロモナス属の細菌種が、マナマコ成長初期のコア微生物であることを明らかにしました。その中で、スルフィトバクター属のコア微生物と塩基配列が一致する分離株である BL28 株を得て、稚ナマコに投餌したところ、陰性対照と比較して、日間成長率が2倍に向上しました（図1）。このスルフィトバクター属のコア微生物は、受精卵からも見いだされているため、受精卵あるいはそれを得るときに用いた海水に、既に共存しているものと考えられました。また、この細菌由来の遺伝子塩基配列は、後期アウリクラリア幼生から、多く検出されました（図2）。このことから、稚ナマコの消化管が発達して摂餌が活発になることに伴い、消化管に定着し、宿主マナマコに対し成長を促す効果を示したものと考えられました。

## 【今後への期待】

本研究では、マナマコの成長初期のコア微生物の中から、稚ナマコに対する成長促進作用を示す新たな細菌を発見しました。今後はこの細菌がマナマコ宿主におけるプロバイオティクスとして作用する機序を明らかにするとともに、マナマコ種苗生産現場で応用するための様々な条件を見つける必要があります。

## 【謝辞】

本研究の一部は、北海道大学 DX 博士人材フェローシップ及び日本学術振興会の科学研究費補助金（19K22262）の支援を受け、実施されました。

## 論文情報

論文名 Unveiling the early life core microbiome of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* and the unexpected abundance of the growth-promoting *Sulfitobacter* (マナマコの初期成長期のコア微生物群からの成長促進作用を有するスルフィトバクターの発見)

著者名 俞 隽文<sup>1</sup> (研究当時)\*、蔣 春啓<sup>1</sup> (研究当時)、山野瞭太<sup>1</sup> (研究当時)、小池笙太郎<sup>1</sup>、酒井勇一<sup>3</sup>、美野さやか<sup>2</sup>、澤辺智雄<sup>2</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院水産科学院、<sup>2</sup>北海道大学大学院水産科学研究所、<sup>3</sup>北海道立総合研究機構水産研究本部函館水産試験場)\*筆頭著者

雑誌名 Animal Microbiome (動物と微生物との関りに関する先進的な研究成果を掲載する専門誌)

DOI 10.1186/s42523-023-00276-2

公表日 2023年10月24日(火)(オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究所 教授 澤辺智雄 (さわべともお)

T E L 0138-40-5569 メール sawabe@fish.hokudai.ac.jp

U R L <https://www2.fish.hokudai.ac.jp/faculty-member/sawabe-tomoo/>

<https://researchers.general.hokudai.ac.jp/profile/ja.24b04e78bac629fd520e17560c007669.html>

## 配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

## 【参考図】

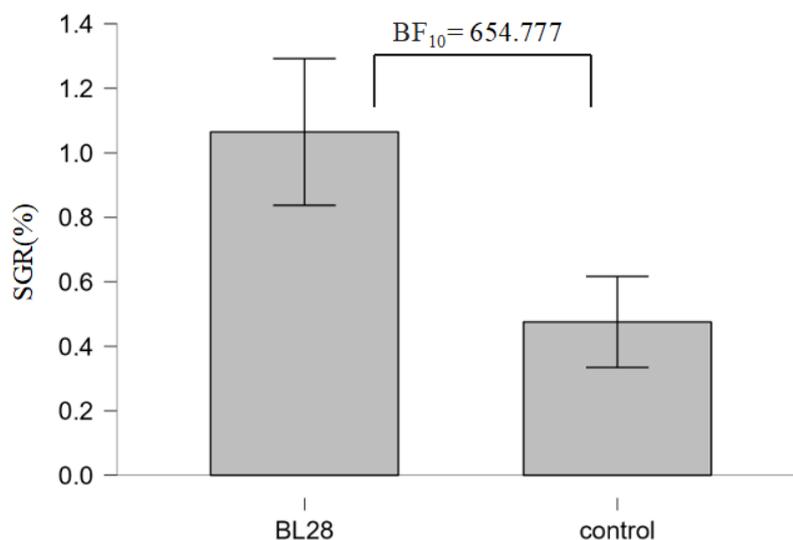


図 1. コア微生物であるスルフィトバクターBL28 株の稚ナマコに対する成長促進効果

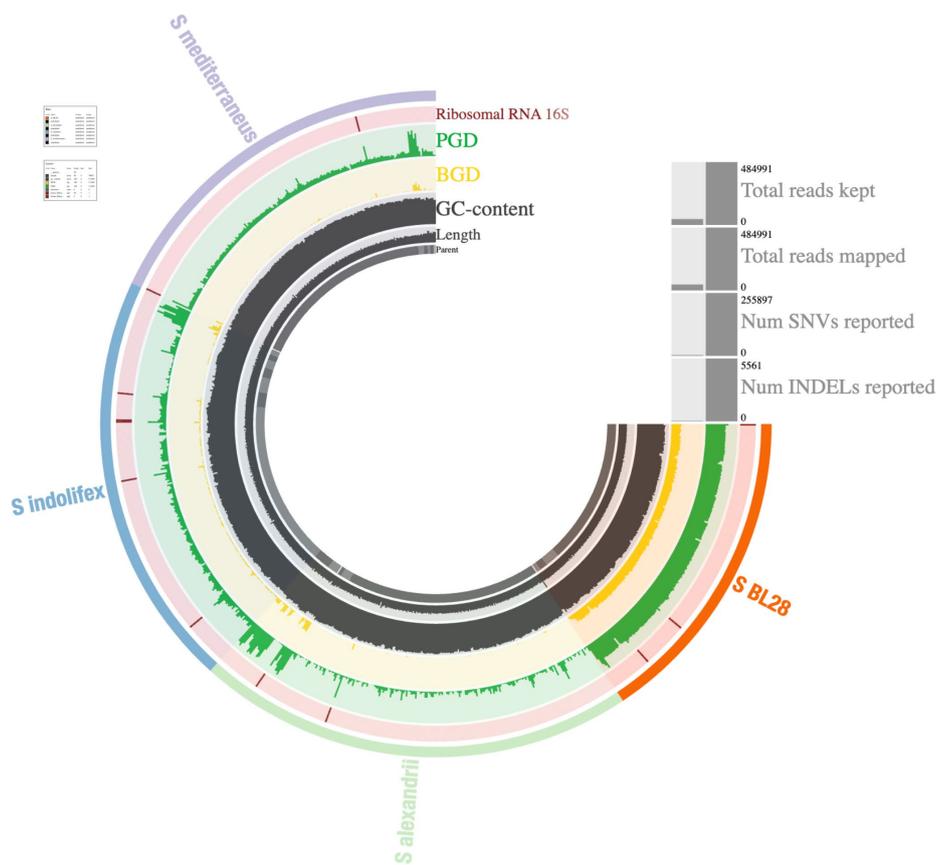


図 2. メタパンゲノム解析を用いた稚ナマコ成長促進効果を有するサルフィトバクターBL28 株の存在量変化。橙色の帯を付した扇形部分が BL28 の解析結果：緑色で示した消化管発達後に、この細菌の存在量が高まる。

### 【用語解説】

- \*1 コア微生物 … 解析した試料に共通して見いだされる微生物。
- \*2 メタゲノム技術 … 微生物の培養を行うことなく、特定の遺伝子（小サブユニット rRNA 遺伝子など）やゲノムの断片の塩基配列を決定することで、環境に存在する微生物の群集構造やゲノム配列及び遺伝子機能を推定または特定する技術。
- \*3 プロバイオティクス … 十分な量を投与した場合、宿主の健康に良い効果をもたらす生きた微生物。
- \*4 メタパンゲノム … 微生物の培養を行うことなく得た微生物全ゲノム情報を統合し、それを基に特定の細菌ゲノムの存在量や特有の遺伝子を解析する技術。