

マナマコをストレスの少ない生理状態に保ち 成長を促すマリン・プロバイオティクス

～次世代のマナマコ種苗生産への応用に期待～

ポイント

- ・新規マリン・プロバイオティクスであるスルフィトバクターのマナマコに対する成長促進効果を検討。
- ・稚ナマコの脂質やプロテオグリカンに関連する一部の遺伝子の発現が有意に上昇。
- ・稚ナマコの主たるストレス応答遺伝子の多くが発現誘導されていないことを発見。

概要

北海道大学大学院水産科学院修士課程 2 年の工藤梨花氏、同大学大学院水産科学研究院の美野さやか助教、澤辺智雄教授、IUF-Leibniz Research Institute for Environmental Medicine の Nguyen 博士、Rossi 博士、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、マナマコの成長を促す新規な海洋細菌の稚ナマコに対する効果を調べるため、網羅的な遺伝子発現解析を行いました。その結果、このプロバイオティクス^{*1}は餌料に不足している栄養を補助しながら、稚ナマコをストレスの少ない生理状態に維持していることが示唆されました。

マナマコは乱獲などによって天然資源が減少しています。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餌料の開発がなされ、その資源の維持・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く、かつ成長初期の成長格差や減耗は、その種苗の安定生産に向けた改善点であり、特に、成長を促す新たなプロバイオティクスの発見が切望されていました。澤辺教授らの研究グループは、稚マナマコの成長を促す新たなプロバイオティクスを発見したことから、これの効果的な利活用に向け、作用機序の理解に向けた研究を進めてきました。

本研究では、新規なプロバイオティクスであるスルフィトバクターを餌料に混合して投与した稚マナマコの網羅的な遺伝子発現応答を調べました。この解析には、Nguyen 博士及び Rossi 博士が開発したトランスクリプトーム解析のパイプラインである DusselporeTM を活用しました。その結果、スルフィトバクターを投与した稚ナマコでは、脂質やプロテオグリカンの代謝に関連する一部の遺伝子の発現が有意に高まっていました。また、興味深いことに、スルフィトバクターの投与は、稚ナマコの主たるストレス応答タンパク質遺伝子の多くを発現誘導していませんでした。本菌は、マナマコのバイオニア微生物^{*2}の一種であることから、共生的な関係が成立しているものと考えています。本研究成果は、プロバイオティクスを効果的に活用したマナマコの種苗生産の高度化が期待されます。

なお、本研究成果は 2025 年 2 月 26 日（水）に Current Microbiology 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おり、資源増産に向けた研究が精力的に進められています。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ており、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により、体長 5-10 mm の大きい種苗の方が体長 0.4 mm の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明らかになっています。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。最近、澤辺教授らの研究グループは、稚マナマコの成長を促す新たなプロバイオティクスを発見しました (Yu *et al.* 2023)。このプロバイオティクスの効果的な利活用に向け、マナマコに対する増殖促進効果の作用機序を理解することを目的としました。

【研究手法】

本研究では、新たなプロバイオティクスであるスルフィトバクターを餌料に混合して投与した稚マナマコの遺伝子発現応答を調べました。陰性対照群は、餌料のみを投与して飼育しました。稚マナマコの遺伝子発現応答の解析には、Nguyen 博士及び Rossi 博士が開発したトランスクリプトーム解析プラットフォームである Dusselpore™ (Vogelely *et al.* 2022) を活用しました (図 1)。

【研究成果】

スルフィトバクターを投与した稚マナマコでは、陰性対照群に比べ、脂質やプロテオグリカンの代謝に関連する一部の遺伝子の発現が有意に高まっていました (図 2A 及び B)。また、興味深いことに、スルフィトバクターの投与は、稚マナマコの主たるストレス応答タンパク質遺伝子の多くを発現誘導していないことが分かりました (図 2C 及び D)。プロバイオティクスとして投与したスルフィトバクターは、マナマコのパイオニア微生物の一種であることから、共生的な関係が成立しているものと考えています。

【今後への期待】

海洋動物の発生初期段階から寄り添っているパイオニア微生物を用いたプロバイオティクスの開発が進むことが期待されます。今後は、マナマコ種苗生産現場で利活用するための様々な条件検討を進める必要があります。また、この新規プロバイオティクスはマナマコにとってパイオニア微生物であるものの、環境やヒトに対する安全性を確認していく必要があります。

【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、日本学術振興会の科学研究費補助金 (JP19K22262) 及び奨学寄附金 (グッドフィールド株式会社) の支援を受け、実施されました。

論文情報

論文名 Deciphering probiotic effects of *Sulfitobacter pontiacus* strain BL28 on the host sea cucumber *Apostichopus japonicus* (スルフィトバクテラー・ポンティアカス BL28 株のマナマコに対する成長促進効果の理解)

著者名 澤辺智雄^{1*}、工藤梨花²、兪 隼文² (研究当時)、Thach Nguyen³、Andrea Rossi³、酒井勇一⁴、美野さやか¹、(¹北海道大学大学院水産科学研究院、²北海道大学大学院水産科学院、³ IUF-Leibniz Research Institute for Environmental Medicine、⁴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 Current Microbiology (微生物学の専門誌)

D O I 10.1007/s00284-025-04138-9

公表日 2025年2月26日(水)(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院 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】

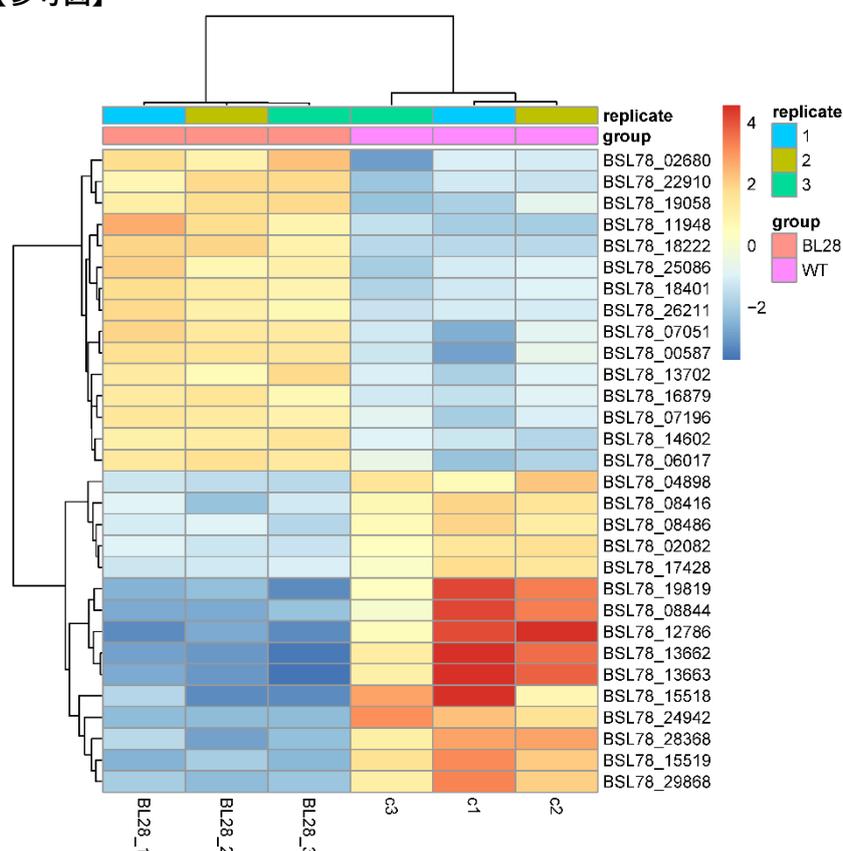


図 1. Dusselpore™を用いたトランスクリプトーム解析の一例。

【参考図】

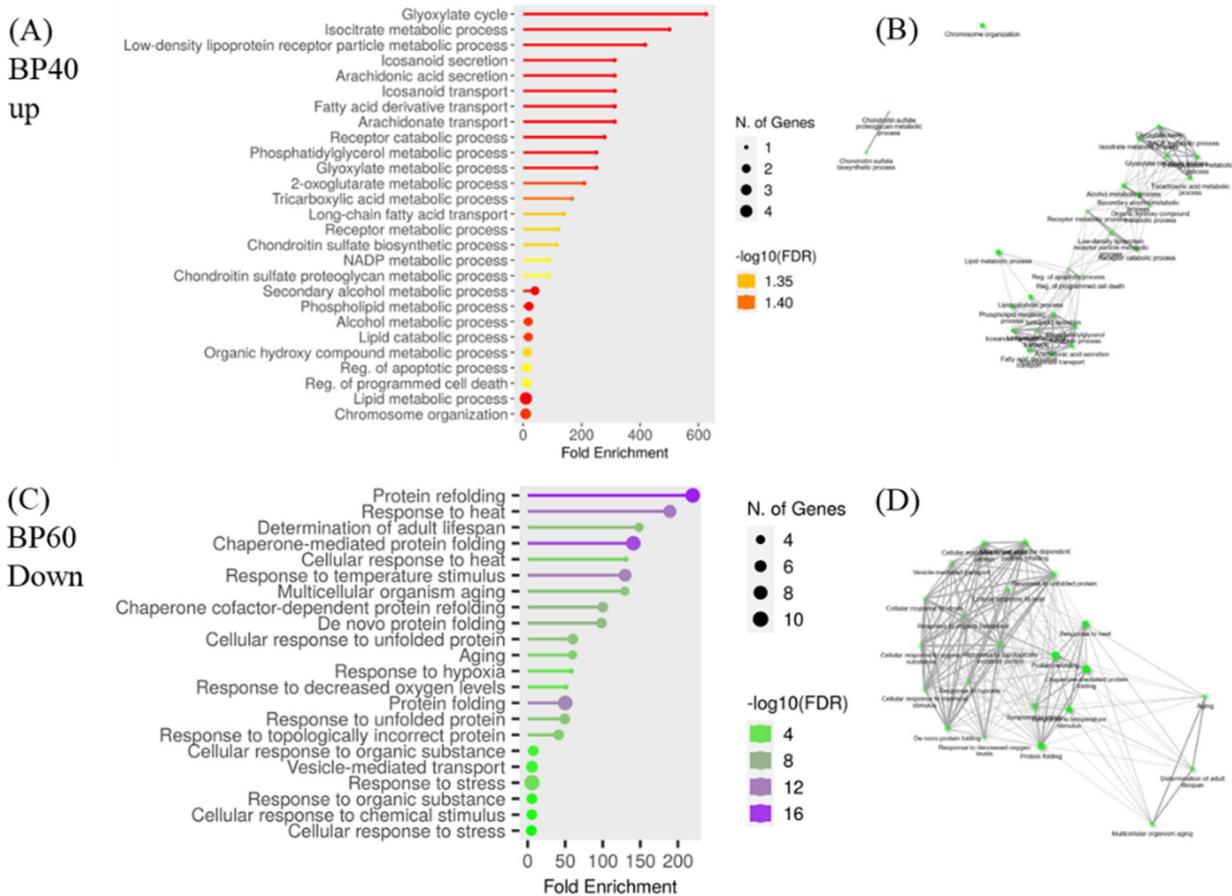


図 2. スルフィトバクターを投与した稚ナマコの網羅的な遺伝子発現解析の一例。(A 及び (B) プロバイオティクス投与により発現が上昇した遺伝子。(C) 及び (D) プロバイオティクス投与により発現が高まらなかった遺伝子。

【用語解説】

- *1 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。
- *2 パイオニア微生物 … 宿主生物の発生初期段階から寄り添っている微生物。