

マリン・ビブリオを生物触媒とした GX ツールを総括

～カーボンニュートラルの実現に向けたマリン・バイオリソースの活用に期待～

ポイント

- ・マリン・ビブリオを生物触媒としエネルギー生産やプラスチック分解に寄与する GX ツールを総括。
- ・最速の増殖速度記録を持つビブリオ・ナトリーゲンスのエタノール生成触媒への改変に成功。
- ・ビブリオ・リゾスファエレから新規な PBSA 分解酵素遺伝子を発見。

概要

北海道大学大学院水産科学院修士課程 2 年の田仲真実氏（研究当時）、吉藤千織氏（研究当時）、同大学大学院水産科学研究所の美野さやか助教、澤辺智雄教授、ブラジル・リオデジャネイロ連邦大学のトンプソン教授らの研究グループは、マリン・ビブリオを生物触媒とし、エネルギー生産やプラスチック分解を介して GX に寄与する一連の研究成果を総括した総説を公表しました。

2030 年までに持続可能な世界を目指す SDGs が国際目標となり、関連の研究開発が進展しています。また、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルという目標が掲げられる中、エネルギー供給源の多様化を目的とした様々な研究開発が活発に続けられています。ここ四半世紀の間には、マリン・バイオリソース^{*1}を活用するバイオ燃料生産技術に関する取り組みや海洋プラスチック汚染対策の一環としてプラスチック・リサイクルに関する技術も進展してきました。澤辺教授らのグループも、海洋細菌を生物触媒とし、マリン・バイオリソースを原料としたエネルギー生産やプラスチック分解に関する基盤研究を進めてきました。

本総説では、マリン・ビブリオの中でも、マリン・バイオリソースを原料としてエタノールを生成可能になった改変株の創製、水素生成の高い種やグループの発見の経緯をまとめるとともに、新たな知見として、細菌の中で最も速い増殖速度が記録されているビブリオ・ナトリーゲンスをエタノール生成株へと改変した結果を紹介しています。また、プラスチック分解性を有するマリン・ビブリオの発見とそれら由来の酵素遺伝子を同定した研究例をまとめるとともに、ビブリオ・リゾスファエレから新規のプラスチック分解酵素遺伝子が見いだされたことも紹介しています。マリン・ビブリオは、古くから物質循環のキープレーヤとして役割を果たしてきたことから、予想しなかった多様な機能や特有の分子マシナリーを保持していることが分かり、これが SDGs やカーボンニュートラルの目標達成に向け活用されることが期待されます。

なお、本研究成果は、2026 年 5 月 26 日（火）公開の Current Microbiology 誌にオンライン公開されました。

【背景】

2030年までに持続可能な世界を目指すSDGsが国際目標となっています。また、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルという目標が掲げられており、エネルギー供給源の多様化を目的とした様々な研究開発が活発に続けられています。ここ四半世紀の間には、マリン・バイオリソースを活用するバイオ燃料生産技術に関する取り組みや海洋プラスチック汚染対策の一環としてプラスチック・リサイクルに関する技術も進展しています。澤辺教授らのグループも、海洋細菌を生物触媒とし、マリン・バイオリソースを原料としたエネルギー生産技術やプラスチック分解の基盤構築を進めてきました。本総説では、SDGsやカーボンニュートラルの目標達成期限を迎える機会に、マリン・ビブリオを生物触媒としたエネルギー生産やプラスチック分解に関する知見を総括することを目的としました。

【研究成果】

マリン・バイオリソース、特に海藻由来の糖質を原料として、エタノールを生成できる改変株を創製しました(図1)。高いアルギン酸分解能を持つハリオティコリ・クレードの菌株を、エタノール生成カセットを用いて改変し、アルギン酸からエタノールを生成可能な海洋細菌株を初めて創出しました。また、デンプンの分解ができないマリン・ビブリオを、その分解に関連する代謝酵素系を用いて改変し、デンプンからエタノールを生成できる株の創出にも成功しました(図1)。さらに、マンニトールから水素を効率よく生成することが可能なポーテレシエ・クレードの菌株を発見するとともに、これらの株では達成しえなかったアルギン酸から水素を生成可能な新種のマリン・ビブリオであるビブリオ・アフロゲネスを発見しました(図2)。

ガゾゲネス・クレードの一部の菌株から、海洋分解性が著しく低い生分解性プラスチックであるPBSを分解する株を見いだしました。その中で、ビブリオ・ルバー由来のPBS分解酵素遺伝子を同定することができました。ビブリオ・ガゾゲネスとビブリオ・スパルティナエからは、ビブリオ・ルバー由来のPBS分解酵素遺伝子と類似性の高い遺伝子が見いだされました。しかしながら、ビブリオ・リゾスファエレには、それらとは異なる新たなタイプの酵素遺伝子が保存されていました(図3)。

最後に、新たな分子生物学ツールとして注目されている、ビブリオ・ナトリーゲンスを生物触媒としてガラクトースからエタノールを生成できる株の改変に成功しました(図4)。この細菌は、最速の増殖速度記録を持つ細菌です。ガラクトース単独では、グルコースよりも高いエタノール生成が観察されました(図4)。

【今後への期待】

マリン・ビブリオは、古くから物質循環のキープレーヤとして役割を果たしてきたことから、予想しなかった多様な機能や特有の分子マシンリーを保持していることが分かってきました。これらを、SDGsやカーボンニュートラルの目標達成に向けて活用することが期待されます。

論文情報

論文名 Marine vibrio biocatalysts as unique Green Transformation (GX) tools at the time to Sustainable Development Goals (SDGs) (マリン・ビブリオを生物触媒として活用する SDGs 時代の GX ツール)

著者名 澤辺智雄^{1*}、田仲真実² (研究当時)、吉藤千織² (研究当時)、Fabiano Thompson³、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 ブラジル・リオデジャネイロ連邦大学) *筆頭著者

雑誌名 Current Microbiology (微生物学の専門誌)

D O I 10.1007/s00284-026-04958-3

公表日 日本時間 2026 年 5 月 26 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】

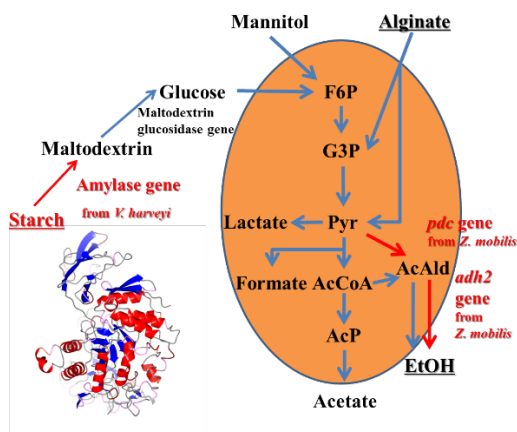


図 1. マリン・ビブリオからのエタノールの生成

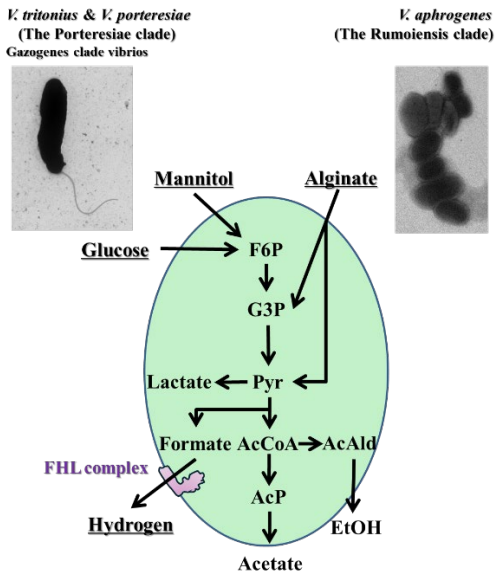


図 2. マリン・ビブリオからの水素の生成

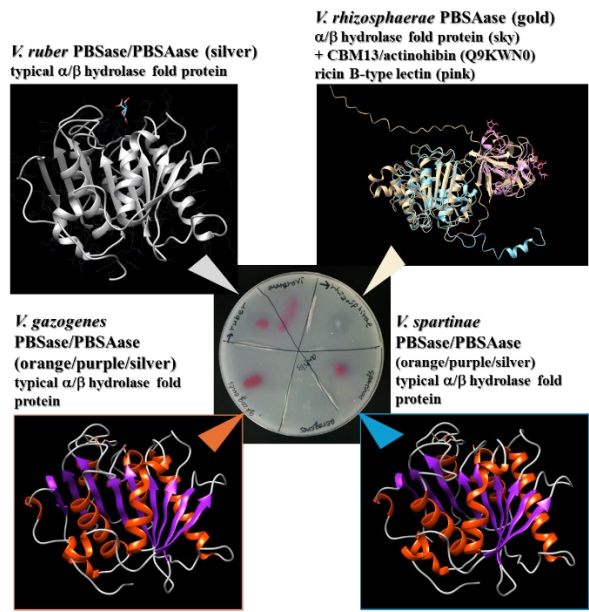


図 3. マリン・ビブリオによるプラスチックの分解

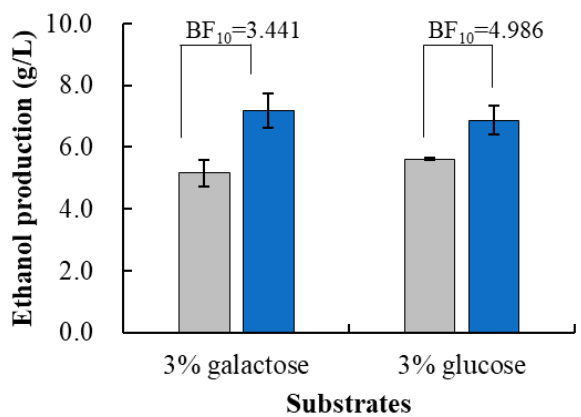


図 4. ビブリオ・ナトリゲンスによるガラクトースからのエタノールの生成

【用語解説】

*1 マリン・バイオリソース … 海洋由来の生物資源