

Title	微生物由来界面活性剤の機能と応用に関する研究
Author(s)	平田, 善彦
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58377">https://hdl.handle.net/11094/58377</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	平田善彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24182 号
学位授与年月日	平成 22 年 9 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生命先端工学専攻
学位論文名	Studies on the Functions and Applications of Biosurfactants (微生物由来界面活性剤の機能と応用に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 金谷 茂則 (副査) 教授 福住 俊一 教授 宮田 幹二 教授 菊地 和也 教授 高井 義造 教授 伊東 一良 教授 渡部 平司 教授 伊東 忍 教授 兼松 泰男

## 論文内容の要旨

本研究では、微生物由来の界面活性剤であるバイオサーファクタント (BS) の高生産のための培養プロセス構築とその特異な構造に由来する新規な機能を明らかにした。本研究内容は、BS の高生産に必要な因子を明確化し、BS 構造－活性相関における新たな知見を見出したという点で、産業利用の面において非常に意義深い。第 1 章では、BS の中でも特に活性の高い環状リポペプチド型 BS (CLPBS) であるアルスロファクチン (AF) およびサーファクチン (SF) を対象として、化学修飾および分離精製などの手法で構造類似体を調製し、構造－活性相関について調べた。その結果、CLPBS の環状構造はその高い界面活性維持に必要な不可欠であること、SF の酸性アミノ酸残基は水溶性を保ちながら高い活性を発現するために重要な役割を果たしていること、SF の立体構造のみ異なる 2 種類のコンフォーマーは気－液界面と油－水界面で活性が異なること、および、AF のアルキル鎖長には活性維持のために最適な長さが存在すること、の 4 つの新たな知見を得た。次に、BS として生産性の高い糖脂質型 BS であるソホロリピッド (SL) に着目し、第 2 章では、培地条件の最適化を行い、植物油と脂肪酸からなる混合疎水性基質 (MLS) を用いれば、SL 生産性および対炭素収率ともに著しく上昇し、仕込んだ炭素源が効率的に SL に変換することを見出した。続いて、第 3 章では、MLS を用いたジャーファメンターによる SL 発酵生産の検討を行った。その結果、培養時間が植物油単独での培養に比べおよそ 1/3 にまで短縮されること、さらに、グルコースだけでなく疎水性炭素源のほぼ全てが発酵過程で消費されることが判った。また、この MLS 培養法を用いれば、非可食性バイオマスである廃食油からも効率的に SL 生産できることを明らかにした。第 2 章および第 3 章で構築された MLS 発酵法は、ダウンストリーム工程も含め全工程で環境に配慮した SL 生産を可能にするものである。第 4 章では、SL について界面化学的性能 (表面張力、起泡性および洗浄性)、細胞毒性および生分解性を解析し、SL が良好な生分解性および低毒性の低起泡性界面活性剤であることを見出した。最後に、第 5 章では、陰イオン性の酸型 SL と非イオン性のラクトン型 SL をさまざまな比率で含む SL を人工的に調製し、界面活性および細胞毒性を解析することにより、第 4 章で明らかにされた SL の特異な機能は、イオン性の異なる界面活性剤混合系による正の相乗効果に起因することを明らかにした。

本研究の結果に基づき、最も汎用されている化成品のひとつである界面活性剤の天然界面活性剤 (BS) による代替を検討した。その結果、洗浄剤の分野でソホロリピッドの商品化に成功した。それらは一般家庭用、業

務用および医療施設で、主に低起泡性洗浄剤として利用されるに至った。

## 論文審査の結果の要旨

本研究では、微生物由来の界面活性剤であるバイオサーファクタント（BS）の高生産のための培養プロセス構築とその特異な構造に由来する新規な機能を明らかにした。本研究内容は、BSの高生産に必要な因子を明確化し、BS構造－活性相関における新たな知見を見出したという点で、産業利用の面において非常に意義深い。第1章では、BSの中でも特に活性の高い環状リポペプチド型BS（CLPBS）であるアルスロファクチン（AF）およびサーファクチン（SF）を対象として、化学修飾および分離精製などの手法で構造類似体を調製し、構造－活性相関について調べた。その結果、CLPBSの環状構造はその高い界面活性維持に必要な不可欠であること、SFの酸性アミノ酸残基は水溶性を保ちながら高い活性を発現するために重要な役割を果たしていること、SFの立体構造のみ異なる2種類のコンフォーマーは気－液界面と油－水界面で活性が異なること、および、AFのアルキル鎖長には活性維持のために最適な長さが存在すること、の4つの新たな知見を得た。次に、BSとして生産性の高い糖脂質型BSであるソホロリビッド（SL）に着目し、第2章では、培地条件の最適化を行い、植物油と脂肪酸からなる混合疎水性基質（MLS）を用いれば、SL生産性および対炭素収率ともに著しく上昇し、仕込んだ炭素源が効率的にSLに変換することを見出した。続いて、第3章では、MLSを用いたジャーファメンターによるSL発酵生産の検討を行った。その結果、培養時間が植物油単独での培養に比べおよそ1/3にまで短縮されること、さらに、グルコースだけでなく疎水性炭素源のほぼ全てが発酵過程で消費されることが判った。また、このMLS培養法を用いれば、非食性バイオマスである廃食油からも効率的にSL生産できることを明らかにした。第2章および第3章で構築されたMLS発酵法は、ダウンストリーム工程も含め全工程で環境に配慮したSL生産を可能にするものである。第4章では、SLについて界面化学的性能（表面張力、起泡性および洗浄性）、細胞毒性および生分解性を解析し、SLが良好な生分解性および低毒性の低起泡性界面活性剤であることを見出した。最後に、第5章では、陰イオン性の酸型SLと非イオン性のラクトン型SLをさまざまな比率で含むSLを人工的に調製し、界面活性および細胞毒性を解析することにより、第4章で明らかにされたSLの特異な機能は、イオン性の異なる界面活性剤混合系による正の相乗効果に起因することを明らかにした。

以上のように本論文は、BSの特異な分子構造と多様な界面活性との相関を解析することにより、CLPBS構造の各部位がいずれも高活性に極めて重要な役割を果たしていること明らかにしている。また、SLについては、高生産のための新たな因子を見出すと同時に、原料およびダウンストリームも含め全工程で効率的なSL生産プロセスを構築している。さらに、SLが高性能な生分解性の低起泡性界面活性剤であるという実用上、極めて有効な特性も見出している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。