

第1回(2021年度)リグニン学会奨励賞
上村 直史(長岡技術科学大学大学院工学研究科)
「細菌によるリグニン由来芳香族化合物分解システムの解明」

The Lignin Society Progress Award for 2021

Naofumi KAMIMURA

Department of Bioengineering, Nagaoka University of Technology

Bacterial degradation system of lignin-derived aromatics

2005年3月長岡技術科学大学工学部生物機能工学課程卒業,
2007年3月長岡技術科学大学大学院工学研究科生物機能工学専攻修士課程修了,
2011年3月長岡技術科学大学大学院工学研究科生物統合工学専攻博士課程修了,
2012年4月長岡技術科学大学大学院工学研究科生物機能工学専攻 助教



研究の概要

Sphingobium sp. SYK-6株等の細菌におけるリグニン由来の芳香族二量体・単量体の細胞内取り込み、代謝経路、酵素・遺伝子の機能、遺伝子発現制御を解明し、細菌によるリグニン由来芳香族化合物の分解システムの全体像を明らかにした¹⁾。また、本研究で解明した知見を応用し、リグニン由来芳香族化合物からポリマー原料を生産する微生物システムの開発や、バイオ燃料生産に好適なリグニン改変植物の創出等に取り組んだ。

Sphingobium sp. SYK-6株は、1986年に5-5結合を有する5,5'-dehydrodivanillateの資化菌として単離され(東京農工大・片山義博先生)、5-5型に加えてβ-O-4型、β-5型、β-1型の二量体を分解できる。SYK-6株において二量体・単量体のリグニン由来芳香族化合物のうちguaiacyl核はvanillateにsyringyl核はsyringateに変換・集約された後、脱メチルと芳香環開裂を経てクエン酸回路に入る。本研究では長岡技術科学大学・政井英司先生と共に、主にSYK-6株の分解システムの解明に取り組んだ。細胞内取り込みについては、5,5'-dehydrodivanillateの外膜および内膜輸送体を明らかにした。β-O-4型、β-5型、β-1型の分解経路の理解を進展させ、β-5型モデルであるdehydrodiconiferyl alcoholについては側鎖酸化と脱炭酸によりstilbene構造を生成したのち二量体間二重結合の開裂により二分子の単量体に変換されることを明らかにした。また、本分解経路に関わる立体選択的なGlucose-Methanol-Choline酸化還元酵素PhcC/Dと脱炭酸酵素PhcF/G、そしてstilbene構造の開裂を担うlignostilbene α,β-dioxygenaseのLsdDを明らかにした²⁾。単量体の分解酵素については、syringaldehydeの酸化酵素DesVをaldehyde dehydrogenase遺伝子の網羅的な解析により発見し、その遺伝子機能と酵素学的特徴を明らかにした³⁾。そして遺伝子発現制御システムについては、主要な単量体であるferulate、vanillate、syringateの分解酵素遺伝子群、protocatechuate 4,5-開裂系遺伝子群がそれぞれFerC repressor、DesR repressor、DesX repressor、LigR activatorにより制御されることを明らかにした⁴⁾。

1) Kamimura, N. *et al.* Bacterial catabolism of lignin-derived aromatics: new findings in a recent decade: update on bacterial lignin catabolism, *Environmental Microbiology Reports*, **9**(6), 679-705 (2017)

2) Kamimura, N. *et al.* LsdD has a critical role in the dehydrodiconiferyl alcohol catabolism among eight lignostilbene α,β-dioxygenase isozymes in *Sphingobium* sp. strain SYK-6, *International Biodeterioration & Biodegradation*, **159**, 105208 (2021)

3) Kamimura, N. *et al.* A bacterial aromatic aldehyde dehydrogenase critical for the efficient catabolism of syringaldehyde, *Scientific Reports*, **7**, 44422 (2017)

4) Kamimura, N. *et al.* Regulatory system of the protocatechuate 4,5-cleavage pathway genes essential for lignin downstream catabolism, *Journal of Bacteriology*, **192**(13), 3394-3405 (2010)