バイオ脱硫細菌によるアルキルDBTの脱硫分解

Desulfurization of alkylated DBT by biodesulfurizing bacteria

蛭川龍[1)]
指導教員　松井徹[1)]

1）東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科　バイオプロセス工学研究室

石油燃料の脱硫技術である化学触媒法の代替として期待されるバイオ脱硫技術の可能性を検討するために化学触媒法で反応性の低いアルキルジベンゾチオフェン(DBT)の脱硫分解をバイオ脱硫菌を用いて検討した結果、化学触媒法で反応性の低い4，6－ジメチルDBTを脱硫する微生物の存在が認められた。

キーワード：有機硫黄化合物、バイオ脱硫菌、アルキルDBT、クリーンエネルギー

１．はじめに

石油に含まれる有機硫黄化合物は燃焼によりSOX（酸化硫黄）ガスを発生し、酸性雨の原因になることから、各国でその硫黄含量が規制されている。現在、石油系燃料の脱硫には水素化脱硫と呼ばれる化学触媒法によって行われているが、高温高圧下の反応であること、アルキル化ジベンゾチオフェン(アルキル化DBT)に対する反応性が低いこと（表１[1)]）などが課題となっている。本研究では、常温常圧で脱硫可能な微生物による脱硫（バイオ脱硫）の可能性を知るためにアルキル化DBTに対するバイオ脱硫菌の脱硫特性について検討した。

表1　化学触媒の脱硫相対活性

置換炭素数	置換位置	相対活性
C0	なし	1
C1	1Me-DBT	0.74
	2Me-DBT	0.83
	3Me-DBT	0.83
	4Me-DBT	0.17
C2	2,8-DM-DBT	1.14
	3,7-DM-DBT	1.14
	3,8-DM-DBT	1.14
	2,6-DM-DBT	0.39
	1,4-DM-DBT	0.16
	1,6-DM-DBT	0.16
	4,6-DM-DBT	0.09

*Me;メチル、DM;ジメチル

２．実験材料及び方法

使用菌株；

DBT脱硫細菌 *Rhodococcus erythropolis* KA251、*Gordonia* sp.TM414

BT脱硫細菌 *R.jostii* T09、*Rhodococcus* sp. T20を用いた。

使用基質（図１）；

Dibenzothiophene(DBT)、4-methyl-DBT(4M-DBT)、4,6-dimethyl-DBT (4,6DM-DBT)、2,8-dimethyl-DBT(2,8DM-DBT)を用いた。

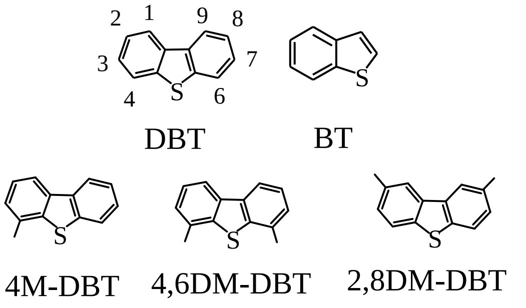

図1 脱硫関連基質の構造式

培養方法;硫黄源を含まないAG培地(表2)を用いて、各種脱硫関連基質を100ppmになるように添加、植菌後、30℃で振とう培養を行った。添加基質の硫黄分を特

異的に取り込んだ場合に培地での生育が認められ、脱硫活性の評価ができる。

分析方法；菌体量は、660nm における吸光度(Optical Density;O.D.)を測定した。分解率、分解代謝化合物の構造解析は、酸性条件下、酢酸エチル抽出を行った後、GC-MS 分析を行った。

表2 AG 培地組成

化合物	量 (g)
Glucose	5
KH_2PO_4	0.5
K_2HPO_4	4
NH_4Cl	1
$MgCl_2$・$6H_2O$	0.2
$CaCl_2$	0.02
NaCl	0.01
metal sol.	10
vitamin sol.	1
D.W.	Up to 1 L
pH	7.5

３．メチル化 DBT の脱硫化合物

図 1 に示す DBT 誘導体を唯一の硫黄源として AG 培地にて培養した結果、いずれも良好な生育が認められたため、酸性下、溶媒抽出後、減圧濃縮液を GCMS 分析した結果、アルキル化されたヒドロキシビフェニル体(HBP)が同定された。バイオ脱硫菌を用いた場合、いずれの DBT 誘導体も脱硫できることが明らかとなった。

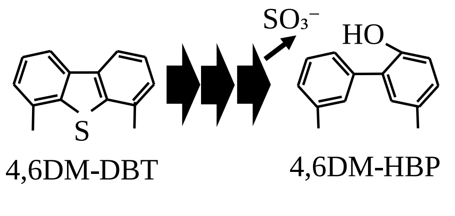

図 2　4,6-ジメチル DBT の脱硫産物

４．各種アルキル DBT に対する生育

DBT 脱硫菌を用いて各種アルキル DBT を唯一の硫黄源として培養した結果を示す（図 3）。メチル化 DBT、エチル化 DBT に対しては生育を示したが、プロピル化 DBT は生育度が低くなる傾向が認められた。一方、アルキル基の置換位置の影響については、化学触媒の相対活性（表１）のように、硫黄に近い 4，6 位に置換された場合に生育が低いという傾向は特にみられなかった。

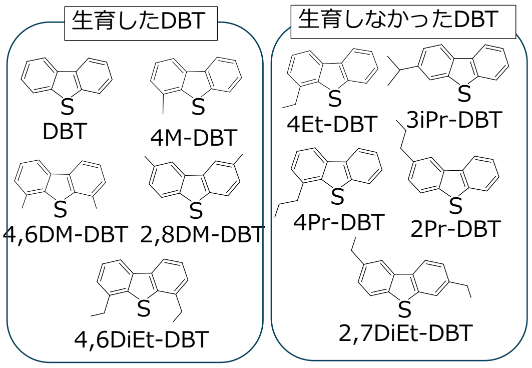

図 3　各種アルキル DBT に対する生育

５．まとめ

水素化脱硫では困難とされるアルキル DBT 特に 4 位置換アルキル DBT についてバイオ脱硫菌を用いて脱硫可能であることが明らかとなった。今後はアルキル DBT 以外の各種有機硫黄化合物に対する分解性についても検討する予定である。

６．参考文献

1) R. Steudel, Ind. Eng. Chem. Res. 35, 1417-1423, 1996
2) Matsui et al., Curr. Microbiol., 48, 130-134, 2004
3) Matsui, J. JP. Petro. Inst., 65, 171-174, 2022
4) Matsui et al., Appl. Microbiol. Biotechnol., 59, 325-328, 2002