



Title	水生植物根圏からの4-tert-butylphenol分解菌の分離とその特徴づけ
Author(s)	尾形, 有香
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59914
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"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	尾形有香
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第26236号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境・エネルギー工学専攻
学位論文名	水生植物根圏からの4- <i>tert</i> -butylphenol分解菌の分離とその特徴づけ
論文審査委員	(主査) 教授 池道彦 (副査) 教授 近藤 明 准教授 町村 尚 准教授 惣田 訓

論文内容の要旨

Alkylphenols (APs) は、工業的に幅広く使用されているが、水環境中の重要な汚染物質として認識されており、その経済的かつ効率的な除去が望まれている。低エネルギー型プロセスとして生物学的処理法が有望であると考えられるが、APsの1種である4-*tert*-butylphenol (4-*t*-BP) に関しては、これまで4-*t*-BP資化菌の報告例が無く、除去技術開発の制約となっていた。本研究では、近年、芳香族化合物の分解促進効果を示すことが報告された水生植物のヨシとウキクサの根圏に注目し、これら水生植物-根圏微生物共生系が、4-*t*-BPの除去に応用可能であるかを評価するとともに、その根圏より4-*t*-BP分解菌を分離することを目的とし、一連の研究を行った。また、その過程において、4-*t*-BP分解菌が、内分泌物攪乱化学物質としてよく知られているbisphenol Aを含む様々なbisphenolsを分解可能であることを明らかとなったことから、その特性についても調べた。本論文は、緒論、4章からなる本論、および総括ならびに結論から構成されている。

第1章では、ヨシを植栽することによって底質からの4-*t*-BPの除去が可能であることを実証するとともに、その過程において、4-*t*-BP分解菌が根圏に集積される様子を明らかにした。さらにヨシ根圏から世界初の報告例となる4-*t*-BP資化菌*S. fuliginis* TIK-1株の分離に成功し、分子生物学・生理学的な特徴を明らかにした。

第2章では、ウキクサを植栽することによって、水相中からの4-*t*-BPの除去が可能であることを実証するとともに、その除去は、ウキクサの存在によって分解微生物が集積されたことにより生じたものであることが強く示唆された。さらに、その根圏より4-*t*-BP資化菌*S. fuliginis* OMI株の分離に成功し、分子生物学・生理学的な特徴を明らかにした。

第3章では、TIK-1株ならびにOMI株の4-*t*-BP分解特性を調べ、比較するとともに、両菌株による4-*t*-BPの代謝が、水酸化反応の後メタ開裂経路を経るものと推定した。さらに、両菌株が、他の様々なAPsを資化・分解可能であり、BPAをも高い分解率で分解可能であることを明らかとした。この分解基質の特異性は、既報のAPs分解菌と比較して非常に幅広いことから、両菌株は、廃水処理や環境浄化への応用において非常に有効であると考えられた。

第4章では、TIK-1株ならびにOMI株によるBPAの分解経路が、4-*t*-BPと同様にメタ開裂経路であることが示唆された。さらに、両菌株は、これまで生分解の報告が無かったbisphenol Sを含む多様なbisphenolsをメタ開裂経路を通じて分解可能であることを明らかとした。これは、新規のbisphenols分解経路となることから、非常に興味深い知見となり、bisphenolsの廃水処理技術の開発に大きく貢献するものと期待される。総括ならびに結論では、以上の成果をまとめるとともに、今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

アルキルフェノール類 (APs) は、工業的に幅広く使用され、水生生物に対して内分泌攪乱等の悪影響を示すことから、水環境中の重要な汚染物質として認識されており、経済的かつ省エネルギー性の高い処理・浄化技術の開発が望まれている。その候補としては、生物学的処理法が有望であると考えられるが、APsの中でも重要な汚染物質である 4-*tert*-butylphenol (4-*t*-BP) に関しては、これまで水環境中での生分解や、4-*t*-BP を分解・資化できる微生物に関する報告例がなされておらず、その処理・浄化技術開発の制約となっている。

本論文は、4-*t*-BP の処理・浄化技術開発の制約を取り払うことを目指し、その根圏において多様な芳香族化合物を分解することが知られる 2 種の水生植物 (ヨシおよびウキクサ) による 4-*t*-BP の微生物分解の促進効果を検証するとともに、その根圏より 4-*t*-BP 分解菌を分離し、広範な有害化学物質に対するその分解能力を特徴付けることを目的として行った一連の研究を取りまとめたものであり、緒論、4 章からなる本論、および総括ならびに結論から構成されている。

第 1 章では、底質中では有意に分解・除去されることのない 4-*t*-BP が、ヨシを植栽することによって効率的に分解されることを見出すとともに、それが根圏微生物の活性化作用によることを明らかにし、さらに、世界で初の報告となる 4-*t*-BP 資化菌 *Sphingobium fuliginis* TIK-1 株の分離に成功するとともに、その生理学的な特徴付けを行っている。

第 2 章では、ウキクサを植栽することによって、通常は分解されない 4-*t*-BP の環境水中からの除去が可能であることを実証するとともに、その除去がウキクサの存在によって分解微生物が集積されること、いわゆる根圏効果により生じるものであることを明らかにしている。さらに、ウキクサ根圏より 4-*t*-BP 資化菌 *S. fuliginis* OMI 株を分離し、生理学的に特徴付けを行っている。

第 3 章では、TIK-1 株ならびに OMI 株による 4-*t*-BP 分解特性を調べ、両菌株による 4-*t*-BP の代謝が、芳香環の水酸化反応によるカテコール化と、それに引き続くメタ開裂によって行われることを明らかにしている。また、両 4-*t*-BP 資化菌が、ニルフェノールやオクチルフェノールを含めた広範な APs や、ビスフェノール A (BPA) をも分解できることを示し、排水処理や水環境の浄化に極めて有望な生物触媒であることを明らかにしている。

第 4 章では、TIK-1 株ならびに OMI 株による BPA の分解経路が、4-*t*-BP と同様に、芳香環のメタ開裂経路によって生じることを解明し、これが、2 つの芳香環を結合するプロパン基の分解によって開始される既知の分解経路とは異なる特殊な分解機構であることを明らかにしている。また、両菌株が、これまでに生分解の報告がなかったビスフェノール S を含めた多様なビスフェノール類 (BPs) をも分解する能力を有することを示している。

総括ならびに結論では、以上の成果をまとめ、水生植物-根圏微生物の共生系を活用することで、4-*t*-BP を含めた APs や BPs の経済的かつ省エネルギー性の高い処理・浄化技術の構築が可能であると結論するとともに、今後の技術開発の課題について述べている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に、有害化学物質による水環境汚染の防止・浄化技術の開発に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。