OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ACCELERATED DEGRADATION OF PHENOLS IN THE RHIZOSPHERE OF GIANT DUCKWEED
Author(s)	Hai, Hoang
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1980
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【34】

氏　　名	HOANG HAI（ホアン ハイ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学 位 記 番 号	第　２３３７６　号
学位授与年月日	平成21年９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	ACCELERATED DEGRADATION OF PHENOLS IN THE RHIZOSPHERE OF GIANT DUCKWEED （ウキクサ根圏における各種フェノール類の分解促進）
論文審査委員	（主査） 教　授　池　　道彦 （副査） 教　授　加賀　昭和　　准教授　惣田　　訓

論 文 内 容 の 要 旨

Application of aquatic plant treatment system (ATPS) for finishing treatment of secondary effluent from wastewater from wastewater treatment plants or on-site water purification in aquatic bodies is a cost-effective and environmentally-friendly technology especially in tropical Asia like Vietnam. APTS has been mainly applied for the removal of nutrient, such as nitrogen and phosphorus, to prevent eutrophication, and for the removal of heavy metal to purify the contaminated sediment. Recent researches revealed the possibility for the application of APTS, especially rhizodegradation, to purify chemically contaminated aquatic environment. Accumulation of bacterial population responsible for the degradation of aromatic compounds in the rhizosphere of a certain aquatic plants such as *S. polyrrhiza* (giant duckweed), *P. stratiotes* L. (water lettuce) and *Phragmites australis* (reed) has been reported, and results in accelerated degradation of aromatic compounds.

This study was performed to accumulate the basic knowledge on the degradation of a variety of aromatic compounds in the rhizosphere of a fast-growing giant duckweed *S. polyrrhiza*, which is worldwide distributed and often used in ATPS, from various aspects.

In Chapter 2, phenol degradation tests were performed using 6 environmental water samples with/without *S. polyrrhiza*. Accelerated phenol degradation in the rhizosphere of *S. polyrrhiza* was confirmed as general phenomena due to the selective accumulation of a variety of aromatic compounds degrading bacteria in the rhizosphere of *S. polyrrhiza*.

In Chapter 3, based on the results obtained in Chapter 2 that a variety of aromatic compounds degrading bacteria were accumulated in the rhizosphere of *S. polyrrhiza*, the possibility of degrading various aromatic compounds by use of those bacteria in the rhizosphere of *S. polyrrhiza* was investigated. Five aromatic compounds were subjected to the degradation tests with/without *S. polyrrhiza* in a natural pond water.

Accelerated degradation/removal was confirmed in 4 substrates, and root exudates of the *S. polyrrhiza* were considered to stimulate the growth and activity of the bacteria responsible for their degradation.

In Chapter 4, an attempt was made to degrade 4-*tert*-butylphenol (4-*t*-BP), which is hardly degradable under the natural aquatic environment, by rhizodegradation using *S. polyrrhiza*. Seven-cycle batch degradation experiments of 4-*t*-BP in river water microcosms were performed with/without *S. polyrrhiza* and revealed that the significant 4-*t*-BP degradation occurred in the presence of *S. polyrrhiza*, which was not observed in microcosms without *S. polyrrhiza*. Further attempt to isolate 4-*t*-BP degrading bacteria, which had not been reported yet, was performed. Instead of 4-*t*-BP degrading bacteria, 4-*n*-BP degrading bacteria, which had been reported only 3 strains so far, were successfully isolated and one of the isolates, named as *Pseudomonas veronii* strain nBP5, was taxonomically identified and characterized on its 4-*n*-BP degrading ability.

From the results obtained through this study, it can be concluded that rhizodegradation by use of aquatic plant-bacterial associations is effective for the accelerated degradation of various aromatic compounds, and the applicability of APTS is shown to develop a novel contamination control system especially in developing countries in the tropical region as an alternative to high-cost physical/chemical treatment technologies.

論文審査の結果の要旨

ベトナムをはじめとする熱帯アジア地域においては、急速な都市化、工業化が進む中で、富栄養化や有害化学物質による水質汚濁の問題が深刻化している。これらの国々では、主に経済的な観点から、現在先進諸国で用いられている高度水処理技術の導入は困難であることから、経済性が高く維持管理の容易な水質浄化技術の確立が望まれている。植物はその生育に外部からのエネルギー投入が不要な光合成独立栄養生物であり、これを利用した水質浄化法（植生浄化法）は絶対的な経済性と環境適合性を有することから、特に旺盛な生育が期待できる熱帯地域では効果的な浄化が期待できる。従来、植生浄化法は窒素やリンなどの栄養塩類、あるいは金属類の除去を目的として研究・開発され、一部では下排水の二次処理水の仕上げ処理や水域の直接浄化などに実用されてきたが、近年、水生植物の根圏において、芳香族化合物などの有害化学物質分解が促進されていることが報告され、有害化学物質による汚染に対しても有効な浄化法となり得ることが示されたことから、その実用化へ向けた研究が望まれている。

本論文は、世界各地で植生浄化法に用いられているウキクサ（*Spirodela polyrrhiza*）による、フェノール類の分解促進について検討した一連の研究結果をまとめたものであり、その成果を要約すると以下のようになる。

（1）河川、湖沼、池など 6 ヶ所の水環境サンプルを用いて、ウキクサ植生／非植生系におけるフェノール分解試験を行い、ウキクサ植生系においてフェノールの分解が顕著に促進されることを示すとともに、ウキクサの根圏には多様な芳香族化合物分解菌が集積されていることを明らかにしている。

（2）ウキクサによる分解促進効果が得られる化学物質種を明らかにすることを目的として、フェノール、アニリン、2,4-ジクロロフェノール、ノニルフェノール、ビスフェノール A（BPA）の 5 種のフェノール類をウキクサ植生／非植生系での分解実験に供し、ウキクサの存在によって BPA を除く 4 種のフェノール類で有意な分解促進効果が認められることを明らかにしている。また、ウキクサ根分泌物の分析を行い、フェノール類の分解促進効果が根分泌物の組成に大きく影響されることを見出している。

（3）ウキクサの植生によって、通常水環境ではほとんど生分解されることのない 4-*tert*-ブチルフェノール（4-*t*-BP）が有意に分解されることを示している。また、この根圏から分離した菌は、4-*t*-BP 分解活性は低かったものの同様に難分解性である 4-*n*-BP に対して高い分解活性を有していることを示し、その生理特性と 4-*n*-BP 分解特性を明らかにしている。

（4）これらの成果を踏まえ、水生植物と根圏微生物の共生作用を利用した植生浄化法が、水域の有害化学物質汚染制御のための新たな水質浄化技術となり得ることを結論している。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に水生植物と根圏微生物を利用した経済的な水質浄化技術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。