The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Biological Treatment of Selenium-containing Saline Wastewater by Sequencing Batch Reactors
Author(s)	張, 媛媛
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72406
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (張 媛媛/ Zhang Yuanyuan)	
Title	Biological Treatment of Selenium-containing Saline Wastewater by Sequencing Batch Reactors (シーケンシングバッチリアクターによる高塩セレン含有排水の生物学的処理)

Abstract of Thesis

Selenium (Se) often coincides with high salinity in certain industrial wastewaters, which can be a limitation in the practical application of biological treatment. However, there are no studies on the biological treatment of Se-containing saline wastewater. Se mainly exists as oxyanions including selenate and selenite, both of which are highly soluble and toxic in wastewater. In biological treatments, selenate is reduced to selenite, and further to insoluble elemental Se particles and volatile Se compounds, which can be removed from the aqueous phase and recovered as resources. The objective of this thesis was to establish biological treatment technology for Se removal from saline wastewater by sequencing batch reactors (SBRs).

In Chapter 1, overviews regarding Se and its environmental regulation, general characteristics of Se-containing industrial wastewaters, current evidence on biological Se transformations, and previous studies on biological treatment of Se-containing wastewater are summarized, and the need of development of biological Se treatment technologies for saline wastewater, which is addressed in this study, is clarified.

In Chapter 2, selenite removal from artificial saline wastewater by activated sludge in SBRs under aerobic conditions was conducted. SBRs were inoculated with activated sludge obtained from a full-scale municipal wastewater treatment plant as a seed, and an artificial wastewater containing selenite and a high concentration of NaCl, at 70 g/L, was treated. Highly efficient Se removal was achieved after the acclimation of activated sludge to high salinity. In addition, the results indicated that hydraulic retention time is an important factor in maintaining efficient and stable Se removal performance, and that Se is removed from the aqueous phase mainly through biovolatilization.

In Chapter 3, the treatment of synthetic saline wastewater (30 g/L NaCl) containing 1-5 mM selenate was performed in an SBR inoculated with activated sludge obtained from a coke-oven wastewater treatment process in a steel manufacturing company and supplemented with acetate as a sole carbon source under oxygen-limiting conditions. Efficient removals of soluble and solid Se of 96% and 80%, respectively, were achieved with a short cycle duration of 3 days. Mass balance and microscopic analyses revealed that selenate was converted to elemental Se, most of which was accumulated in the sludge primarily as large rod particles.

In Chapter 4, another treatment experiments of the same selenate-containing synthetic saline wastewater as that used in Chapter 3 were conducted with supplementation of lactate as the sole carbon source under alternating anoxic/oxic conditions after start-up under oxygen-limiting conditions. Efficient soluble Se removal of above 97% was also achieved. In addition, the prolongation of aeration period after oxygen-limiting period resulted in a considerable decrease of Se accumulated in the SBR, indicating the occurrence of efficient Se biovolatilization under oxic conditions.

In addition, analyses of microbial communities in SBRs operated in Chapters 2-4 indicate that a variety of Se-reducing bacteria contributed coordinately to the removal of Se with varying main contributors depending on the operational conditions.

In conclusion, this study demonstrated for the first time that soluble Se in saline wastewater can be biologically treated through multiple removal pathways depending on the operating conditions. The results of this study will offer implications for the practical biological treatment of Se in certain industrial wastewaters.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　張　媛媛　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　教授	池　道彦
	副 査　教授	近藤　明
	副 査　准教授	井上　大介

論文審査の結果の要旨

本論文は、有害金属であるセレンを高塩排水中から除去し、資源として回収することのできる生物学的処理技術を確立することを目標として行った一連の実験的検討の成果について取りまとめたものであり、緒論である第１章、本論となる第２章～第４章、結論である第５章の計５章構成となっている。

緒論である第１章では、研究の背景および目的と論文の概略を述べている。既存技術である物理化学的手法によるセレン含有排水の処理は、高コスト、高エネルギー・資源消費であるうえ、除去したセレンを資源として回収することができないという課題を抱えており、それらを解決し得る生物学的処理技術の確立が期待されている。一方、セレン含有排水はしばしば高い濃度で塩分を含んでおり、これが生物学的処理を阻害するという問題があることから、その解決を図ることが本研究の主題であることを明示している。

第２章では、亜セレン酸を含む高塩模擬排水に対し、活性汚泥を用いたシーケンシングバッチリアクター（ＳＢＲ）による好気的処理実験を行って、セレンを効率的に除去するための実験的検討を行っている。都市下水処理場から採取した活性汚泥は、高塩亜セレン酸排水を処理することはできないが、一定期間高い塩分濃度に馴致することによって、効率的なセレン除去が可能となることを明らかにしている。また、タンパク質系の基質を用いることで、亜セレン酸は微生物の好気代謝により揮発化され、気相から容易に回収され資源化し得ることを示唆している。

第３章では、セレン酸を含む高塩模擬排水に対し、酸素制限下で高塩に馴致された活性汚泥を植種としたＳＢＲによる処理を試み、好気では除去されないセレン酸が効率的に除去されることを明らかにしている。本ＳＢＲによるセレンの除去は主に嫌気条件下で生じるセレン酸、およびその代謝物である亜セレン酸の還元作用によるものであり、除去されたセレンが固形の元素セレンとして汚泥中に蓄積されることを確認している。また、微生物群集解析の結果に基づいて、セレン酸／亜セレン酸還元に関わる微生物は、これまで知られているセレン酸／亜セレン酸還元微生物とは異なるものであると考察している。

第４章では、第３章と同様のＳＢＲを酸素制限／好気交互の条件で運転し、より効率的なセレン酸含有高塩排水の処理法の確立を試み、酸素制限／好気交互処理においても酸素制限下での処理と同様の効率的なセレン除去が行われることを確認している。ここで、除去されたセレンは、酸素制限下での処理では汚泥中に固形物（元素セレン）として蓄積されるのに対し、酸素制限／好気交互処理では好気の時間が長くなるにつれて揮発化される比率が高くなるという興味深い知見を得ている。また、微生物群集解析の結果から、酸素制限／好気交互処理では非常に多様なセレン代謝微生物がセレンの除去に関与しているものと考察している。

一連の研究の結論として第５章では、活性汚泥を植種に用いたＳＢＲにより、高塩のセレン含有排水を効率的に処理できる可能性が十分にあることを結論するとともに、残された研究開発課題および本技術の今後の展望について述べている。

以上のように、本論文は、環境工学、特にセレンを含めた金属類含有排水の生物学的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。