



Title	微生物によるセレン酸塩還元機構の解明と水環境中からのセレン除去に関する研究
Author(s)	柏, 雅美
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42151
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、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

氏名	柏 雅美
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15474 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	微生物によるセレン酸塩還元機構の解明と水環境中からのセレン除去に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 正憲 (副査) 教授 吉田 敏臣 教授 塩谷 捨明 助教授 加賀 昭和

論文内容の要旨

本論文は、自然環境中における水溶性セレンの還元能の評価、分離したセレン酸塩還元菌による還元機構の解明ならびに、高濃度セレン含有廃水の効率的処理プロセス構築に関する研究をまとめたもので、緒論と本論5章および総括ならびに結論から構成されている。

緒論では、セレンの基本的な性質や環境中の循環、これまでの汚染報告ならびに法規制について概説している。

第1章では、自然環境中における水溶性セレンの還元能とそれを担うセレン酸塩還元菌の特性、ならびにこれまでに報告されているセレン酸塩還元菌の生理特性を概説している。同時に、水溶性セレン除去のための物理化学的および生物学的処理法に関する既往研究をまとめている。

第2章では、各種水環境サンプルを用いて、その水溶性セレン還元能の評価を行い、自然環境中においても、還元能が普遍的に存在することを明らかにしている。次いでそれらのサンプルから分離されたセレン酸塩還元菌のセレン酸塩還元能はセレン汚染域から分離されたものより低いことを明らかにしている。

第3章では、セレンで汚染された底泥よりセレン酸塩還元菌の集積培養を試み、分離したセレン酸塩還元菌 *Bacillus* sp. SF-1株のセレン酸塩還元能の検討を行っている。SF-1株は乳酸塩を電子供与体、セレン酸塩を電子受容体としてセレン酸呼吸を行い、セレン酸塩を元素態セレンにまで還元する高いセレン酸塩還元能を有しており、水溶性セレン除去システムへの適用が可能であることが示されている。

第4章では、SF-1株のセレン酸塩還元特性を明らかにし、効率のよい水溶性セレン除去システム構築のため、種々の環境因子の還元への影響を検討し、本株が幅広い炭素源利用能を持ち、硫酸塩による阻害を受けないことを明らかにしている。しかし、同時に亜セレン酸塩の蓄積や他のオキソアニオンによる阻害対策が必要であることも示している。

第5章では、*Bacillus* sp. SF-1株を用いて、シーケンシャルバッチ式及び連続流入式の水溶性セレン除去リアクターを構築し、その処理能力の検討を行っている。シーケンシャルバッチ式においては、 $40 \text{ g/m}^3/\text{day}$ という高い除去速度が維持され、蓄積された亜セレン酸塩も速やかに還元されることを明らかにしている。一方、連続流入式においても、セレン酸塩に関しては、比較的高濃度の負荷に対応出来たが、亜セレン酸塩に関しては、負荷が高くなると蓄積が見られることを示している。しかし、物理化学的処理により、亜セレン酸塩ならびに元素態セレンの除去が容易であることから、これらの組み合わせにより、SF-1株を用いたセレン除去システムの構築が可能であること

を明らかにしている。

総括ならびに結論では、本研究のまとめと今後の展望ならびに課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

セレンは生体必須元素であるが、過剰量の摂取は中毒症を引き起こしたり、自然環境中で生物濃縮を受けて生態系の乱れを誘因することから、環境基準では $0.01\text{mg}/\text{l}$ と定められている。一方、ガラスの着色、顔料、触媒、電池や半導体など工業的には大量のセレンが使用されており、それら産業からの廃水処理には主として化学的還元法が研究されているが、いまだ効率的な処理法は実用化に至っていない。

本論文は、自然環境中における水溶性セレンの還元能の評価と分離したセレン酸塩還元菌の還元機構の解明ならびに、高濃度セレン含有廃水の効率的処理プロセス構築に関する研究をまとめたもので、その成果を要約すると以下のようになる。

- (1) 自然環境中における水溶性セレンの還元能とそれを担うセレン酸塩還元菌の特性、ならびにこれまでに分離されているセレン酸塩還元菌の諸性質をまとめ、次いで各種水環境サンプルの水溶性セレン還元能の評価に基づき、自然環境中においても還元能が普遍的に存在することを明らかにしている。
- (2) セレンで汚染された底泥よりセレン酸塩還元菌の集積培養を行い、高いセレン酸塩還元能を示す *Bacillus* sp. SF-1 株を分離している。本 SF-1 株は乳酸塩を電子供与体、セレン酸塩を電子受容体としてセレン酸呼吸を行い、セレン酸塩を元素態セレンにまで還元する高いセレン酸塩還元能を有することを明らかにしている。
- (3) 分離した SF-1 株のセレン酸塩還元能に及ぼす種々の環境因子の影響を検討し、本株は、幅広い炭素源利用能を持ち、硝酸塩による阻害は受けるものの、硫酸塩による阻害を受けないことを明らかにしている。同時に、セレン酸塩還元の中間体として生成する亜セレン酸塩の還元能への影響や他のオキソアニオンによる阻害などの問題も明らかにしている。
- (4) *Bacillus* sp. SF-1 株を用いて、シーケンシャルバッチ式及び連続流入式の水溶性セレン除去リアクターを構築し、その処理能力の検討を行っている。シーケンシャルバッチ式においては、 $40\text{ g}/\text{m}^3/\text{day}$ という高い除去速度が維持され、蓄積された亜セレン酸塩も速やかに還元する事を明らかにしている。一方、連続流入式においては、セレン酸塩は比較的高負荷にも対応できるが、高負荷領域では亜セレン酸塩の蓄積が顕著となり、還元能の阻害が見られることを明らかにしている。最後に、これらのセレン酸塩の生物学的還元に、化学的処理により蓄積された亜セレン酸塩ならびに元素態セレンの除去を行う方法を組み合わせることで、SF-1 株を用いたセレン酸塩処理システムの構築が可能であることを示している。

以上のように、本論文は多くの工業で使用されているセレン酸塩の水環境における生物学的還元、さらにセレン処理システム構築のための高セレン酸塩還元菌の分離とその還元能への環境因子の影響、シーケンシャルバッチ式及び連続流入式リアクターによる効率的な還元処理法の開発に関する研究を取りまとめたもので、環境工学特に水質管理工学、環境生物学の発展に寄与するところが大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。