



Title	Isolation and characterization of novel antimonate-reducing bacteria for effective antimony-containing wastewater treatment
Author(s)	楊, 子然
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/85249
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名 (楊子然 / Yang Ziran)

論文題名

Isolation and characterization of novel antimonate-reducing bacteria for effective antimony-containing wastewater treatment
(アンチモン含有廃水処理に向けた新規アンチモン還元細菌の単離と特徴づけ)

論文内容の要旨

The pollution of aquatic environments by antimony (Sb), which is a kind of widely utilized but toxic metalloid, has become apparent recently, and the necessity of Sb removal from wastewater is emphasized. Biological treatment technology utilizing microbial Sb(V) reduction has attracted a significant concern as a promising alternative to remove soluble Sb(V), which can give the benefits of low-cost and environmental-friendliness. However, current knowledge about microbial Sb(V) reduction is still limited. The objective of this study was to isolate and characterize novel Sb(V)-reducing bacteria which can be effectively utilized in Sb-containing wastewater treatment.

In Chapter 1, Sb pollution in aquatic environments and related regulations, existing technologies of Sb wastewater treatment, microbial Sb(V) reduction, and previously reported Sb(V)-reducing bacteria were summarized based on the literature review to clarify the background of this study, and the objective of this study was clarified as mentioned above.

In Chapter 2, the potential of Sb(V) reduction and removal from the aqueous phase by microbial communities existing in river sediments was evaluated. The microbial communities in most of the tested samples could reduce and remove Sb(V) in the presence/absence of high concentrations of sulfate, suggesting the wide distribution of microbial Sb(V) reduction potential in the environment. Further it was clarified that Sb(V)-reducing bacteria can be stably enriched from the sediment with the impact of Sb contamination, indicating that Sb-contaminated environmental samples are appropriate source for enrichment and isolation of effective Sb(V)-reducing bacteria.

In Chapter 3, three facultative-anaerobic Sb(V)-reducing bacterial strains were isolated successfully and two of the isolated strains, designated *Dechloromonas* sp. AR-2 and *Propionivibrio* sp. AR-3, were characterized based on their growth and Sb(V) reducing abilities. Both of the strains can aerobically grow and reduce 5.0 mM Sb(V) efficiently within 7 d under anaerobic and microaerobic conditions with acetate as the electron donor. Along with Sb(V) reduction, major portion of the soluble Sb was removed from the aqueous phase as a result of the formation of white precipitates, presumably identified as $\text{Sb}(\text{OH})_3$. The results indicated that strains AR-2 and AR-3 possess a significant high potential in Sb(V) reduction and soluble Sb removal.

In Chapter 4, the effects of temperature, pH, carbon sources (electron donors), and coexisting electron acceptors on Sb(V) reduction by the strains AR-2 and AR-3 were investigated. Sb(V) was efficiently reduced and removed by both strains in 7 d at the temperature range of 15-35 °C and around neutral pH (6-7). Although carbon sources usable as the electron donor appeared to be limited, Sb(V) reduction by both strains was not inhibited severely by the presence of other electron acceptors. These results indicated that Sb(V)-reducing ability of strains AR-2 and AR-3 is not drastically inhibited under general wastewater treatment conditions, suggesting AR-2 and AR-3 are possible to be applied in practical treatment for Sb(V)-containing wastewater.

The most important results of this study were the successful isolation of facultative Sb(V)-reducing bacteria which have never been reported in previous reports. Since the isolated strains, *Dechloromonas* sp. AR-2 and *Propionivibrio* sp. AR-3, can grow aerobically and reduce Sb(V) not only under strict anaerobic conditions but also microaerobic conditions, they are considered to give a great advantage in Sb(V)-containing wastewater treatment.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (楊 子 然)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 池 道彦
	副 査	教授 東海 明宏
	副 査	准教授 井上 大介
論文審査の結果の要旨		
<p>アンチモン (Sb) は、様々な産業で利用される有用なメタロイドであるが、高い毒性を有し、水環境中における汚染が顕在化したことにより、重要な環境汚染物質として認識されている。本論文では、水溶性の Sb である Sb(V) を低コストかつ低環境負荷で廃水から除去することのできる生物学的処理技術を確立するうえで必要となる有望な Sb(V) 還元細菌を単離し、その特徴づけを行った一連の研究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 章から構成されている。</p> <p>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。Sb は近代産業において不可欠な物質であるが、採掘や精錬に伴う水環境汚染が顕在化してきている。Sb は高い毒性を有することから、世界保健機関等において飲料水に係る基準が定められる等規制が行われ、廃水中からの除去技術の確立が望まれている。Sb 含有廃水の新たな処理技術として、生物機能を活用して水溶性の Sb(V) を Sb(III) に還元し、沈殿させることで水相から除去する生物学的処理技術が注目されている。特に、Sb(V) を電子受容体に用いることで直接還元する Sb(V) 還元細菌の利用は有望と考えられているが、これまでに報告されている Sb(V) 還元細菌は数例しかなく、いずれも絶対嫌気性の細菌であるため廃水処理への適用は容易ではない等の問題点を有している。以上の背景から、Sb 含有廃水処理に適用可能な新たな Sb(V) 還元細菌を取得し、その特性を明らかにすることが重要であることを明示し、これを本研究の目的として設定している。</p> <p>第 2 章では、河川底泥に存在する微生物群を対象として、Sb(V) の生物学的還元および除去のポテンシャルを評価している。Sb 汚染履歴のある河川とない河川から採取した多くの底泥を用い、硫酸イオンを高濃度に含む条件下および含まない条件下において Sb(V) 還元・除去実験を行い、生物学的 Sb 還元ポテンシャルが環境中に広く存在していることを明らかにしている。また、Sb 汚染履歴のある環境から Sb(V) 還元細菌を安定して集積することが可能であることを見出し、それらが Sb(V) 還元細菌の有力な分離源になり得ることを示唆している。</p> <p>第 3 章では、第 2 章の成果を踏まえ、Sb を取り扱う工場の廃水処理施設から取得した汚泥を用い、新たな Sb(V) 還元細菌を分離している。特に、これまでに分離されている Sb(V) 還元細菌がいずれの絶対嫌気性細菌であることに着目し、好気条件下でも増殖可能な Sb(V) 還元細菌の取得を目指した検討を行い、3 種類の通性嫌気性 Sb(V) 還元細菌の分離に成功している。また、そのうちの 2 菌株、<i>Dechloromonas</i> sp. AR-2 and <i>Propionivibrio</i> sp. AR-3 の増殖および Sb(V) 還元特性について調査し、両菌株が好気条件下で増殖でき、嫌気条件だけでなく微好気条件でも 5.0 mM の Sb(V)</p>		

を7日間で高効率に還元できることを明らかにしている。さらに、Sb(V)還元に伴い、 Sb(OH)_3 と推定される白色沈殿が形成され、Sbの大部分が水相から除去されることも明らかにし、取得した菌株が優れたSb(V)還元およびSb除去能を有することを確認している。

第4章では、第3章で取得した *Dechloromonas* sp. AR-2 and *Propionivibrio* sp. AR-3 のSb含有廃水処理への適用性を明らかにするため、水温、pH、炭素源（電子供与体）、Sb(V)以外の電子受容体の共存が各菌株によるSb(V)還元およびSb除去能に影響を調査している。一連の実験的検討により、両菌株は、15-35°C、pH6-7においてSb(V)を効率的に還元し水相から除去できること、また、利用できる炭素源は限られているものの、他の電子受容体が存在してもSb還元が顕著に阻害されることがないことを明らかにしている。これらの結果から、両菌株は一般的な廃水処理で想定される環境条件下においてSb(V)還元能を顕著に抑制されることがないことを明らかにし、実用的なSb含有廃水処理に適用可能であることを示唆している。

第5章では、一連の研究の成果をまとめ、本研究で新規に取得した通性嫌気性Sb(V)還元細菌である *Dechloromonas* sp. AR-2 および *Propionivibrio* sp. AR-3 が、Sb含有廃水の生物学的処理への適用において有望な菌株であることを結論するとともに、実用的なSb含有廃水処理の確立に向けて必要となる研究開発課題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Sb含有廃水の生物学的処理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。