



環境変化に伴う掘削岩からの 自然由来砒素溶出に関する基礎的研究

Basic Research on Arsenic Leaching from Naturally Contaminated Rocks Attributable to Environmental Change

鈴木奨士* 清水祐也** 白石祐彰* 倉品 悠***
Shoji Suzuki, Yuya Shimizu, Hiroaki Shiraiishi, Haruka Kurashina

研究の目的

山岳トンネル工事で発生する掘削岩には、有害物質の一つである砒素（以下、As）が潜在的に含有されているケースがあり、多くの発生事例が報告されている。このような掘削岩が発生する場合には、周辺環境に悪影響を及ぼさないよう遮水工封じ込め、不溶化処理、吸着層工法などの拡散防止対策が施される。拡散防止対策の設計には、工事中または工事後の岩石周辺環境の変化による溶出性への影響については十分な考慮がされていない。そこで、本研究では、拡散防止対策の設計をするうえで重要となる実態的な重金属等溶出性を把握するため、その影響因子となる、酸化還元電位（以下、Eh）、温度、酸素濃度について、掘削岩が埋め立てられた処分場内のモニタリングを実施した。さらに、その結果に基づく環境変化（Eh、温度、酸素濃度）を考慮した室内試験を行い、その溶出濃度の変化を確認した。

研究の概要

ベントナイト混合土による封じ込め処分場内に設置した温度と酸素濃度のセンサーによる測定結果を図-1に示す。処分場内の季節による温度変化は、深度が小さいほど変動幅が大きかった。また、温度の変化は深度によって遅れてピークに達しており、深度2mで約2ヶ月の遅れが確認された。酸素濃度は、夏季に低く冬季に高い傾向であり、深度が小さいほど酸素濃度の増減幅が大きかった。これは処分場の好気性微生物の活性が温度上昇により促進されたためと推察した。また、冬季において、酸素濃度が増加し、大きい深度で外気と同程度の20%を示したのは、処分場底面に設置されていた浸出水排水管が外部と繋がっていたため、外部からの酸素供給が原因と推察した。

上記処分場からの浸出水排水管出口に設置した温度とEhの水質モニターによる測定結果を図-2に示す。Ehは季節に関係なく、約+200~+300 mVを推移した。なお、センサーは浸出水排水管の出口に設置されているため、処分場内では、Ehが+200 mVよりも低くなっている箇所もあると推察した。

上記処分場から採取した掘削岩を対象とした模擬酸化還元条件によるバッチ試験を、①掘削岩の表面（酸化が進んでいる部分）を取り除く、②2mm以下に破碎、③室温20℃下で養生、④定期的に試料を分取、⑤還元剤（ギ酸Na、アスコルビン酸Na）を溶かした還元水を溶媒とした溶出試験を実施、の手順で行った。試験結果の一例を図-3に示す。As溶出濃度は、還元力が異なるすべての抽出溶媒において、大気暴露日数の増加に伴い増加した。これは、還元力が強い抽出溶媒を用いたケースほど大きく増加する傾向であり、120日間の大気暴露で、精製水は約1.9倍増加したのに対し、0.2 mol/Lアスコルビン酸Naでは約3.6倍増加した。

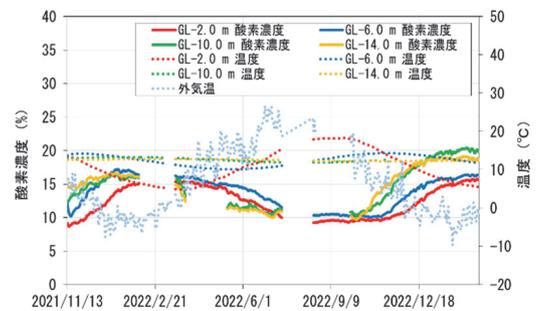


図-1 処分場内温度・酸素濃度変化

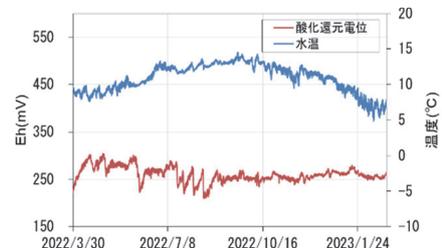


図-2 処分場浸出水 Eh・温度変化

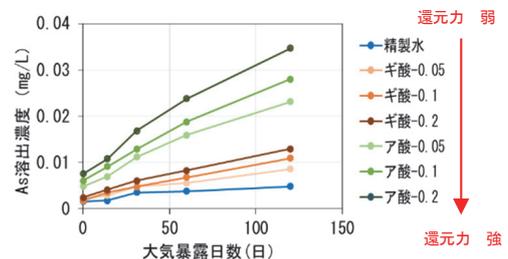


図-3 曝露期間・EhとAs溶出量

研究の成果

処分場内の環境変化をモニタリングし、結果を基にAs溶出における酸化還元電位および養生酸素、温度の影響について検討した。得られた知見は以下のとおりである。

- i. 酸素を消費する物質（例：有機物）の少ない掘削岩の封じ込め処分場では、弱い酸化環境へと変化し（浸出水Eh：約+200~+300 mV）、また、浸出水排水管からの酸素の流入により酸素が処分場内に供給されている可能性がある
- ii. 掘削岩を大気環境下で仮置きした場合、発生直後よりもAs溶出量が増加する可能性がある
- iii. 還元環境下の方がAs溶出量は多くなる傾向があり、これは大気暴露を長く経験したもののほど顕著である

*技術本部技術研究所環境研究グループ **技術本部技術戦略部環境ソリューション室

***技術本部技術戦略部知的財産管理室