

Kyaukpahto Gold Mine における廃石の酸性水溶出特性の評価

地球環境工学科地球システム工学コース 学部4年 原澤彩季

1. はじめに

酸性坑廃水 (Acid Mine Drainage : 以下 AMD) は深刻な環境汚染問題である。AMD は長期的に発生する問題であるため、終掘後にも AMD の発生を防止するためには、鉱山開発の早い段階で鉱山開発終了後の長期間を見据えた対策を行うべきである。さらに、鉱山で発生する AMD の特性は、岩石に含有されている鉱物、気候条件、水理状況などに左右されるため鉱山現場によってその特性は異なり、現場特有のものとなる。以上より本研究では、ミャンマー北部の Kyaukpahto Gold Mine における長期的な AMD の対策を検討する第一段階として、鉱山現場における AMD の発生に関する現状および廃石より発生し得る酸性水の溶出特性を把握することを目的とし、現場調査および室内実験を行った結果について述べる。

2. 方法および試料

ミャンマーの Kyaukpahto Gold Mine より採取した水試料について地化学分析を行った結果、主にカットオフ品位以下の低品位鉱を埋め戻している Low grade ore dump から AMD が発生しており、埋め戻されている廃石が酸性水発生ポテンシャルをもつ岩石 (PAF) に分類されることが分かった。PAF は純水と混合した場合に観察される Paste pH, 酸中和能力を示す ANC, 二段階溶出試験における重金属溶出の結果より、おおきく3種類 (PAF1, PAF2, PAF3) に分類できることが分かった。それぞれの特徴は表1に示すとおりである。

同表より、Paste pH が酸性で ANC が小さい廃石を PAF1, ANC が大きい廃石を PAF2, Paste pH が中性付近で ANC が大きい廃石を PAF3 と分類した。さらに、PAF2 と PAF3 は As を多く含んでいることが分かる。

次に廃石から発生する AMD および重金属溶出に関する経時的な挙動を確認するために、3種類の PAF について試料充填カラムを準備し、カラム通水試験を実施した。

表1 岩石サンプルの地化学特性

試料	Paste pH	NAG pH	ANC (kg H ₂ SO ₄ /ton)	NAPP	As (ppm)	CaO (mass%)
PAF1	4.13	2.93	-3.12	33.1	356	0.07
PAF2	4.90	2.14	34.34	0.1	5941	0.01
PAF3	7.46	2.77	48.43	249.6	3225	0.19

3. 結果および結論

図1に示すカラム通水試験における溶出水の pH の結果より、溶出水は初期に pH が低く、後期に改善される傾向が見られた。特に、PAF2 と PAF3 は ANC の値が高いため、初期 pH も比較的高い値を示した。また、図2に As 溶出量の結果示すより、As の溶出量は試料全体において初期溶出量が多く後期には溶出量が減少しており、PAF1 と PAF2・PAF3 でそれぞれ溶出特性が異なることが明らかになった。PAF1 は初期溶出で多くの As を溶出し、それ以降の As 溶出量は著しく減少するが、PAF2・PAF3 は、後期においても一定量の As 溶出が確認された。これは、カラム通水試験初期での溶出水の pH と廃石の As 含有量が関係していると考えられる。すなわち、PAF1 は PAF2・PAF3 と比較して、初期の溶出水の pH が小さいため初期の段階で多量の As を溶出し、PAF2・PAF3 は廃石中の As 含有量が大きいため、後期においても一定量の As を溶出したと考えられる。したがって、初期における溶出水の pH によっては、PAF2・PAF3 から溶出する As の初期溶出量は大きくなる可能性がある。実際の鉱山廃石に対し、酸性水および重金属溶出の対策を考える際は、PAF1 に該当する岩石と PAF2・PAF3 に該当する岩石は分別し、それぞれの溶出水の pH および重金属の溶出挙動を考慮した覆土などの廃石の埋め戻し設計を検討するべきである。

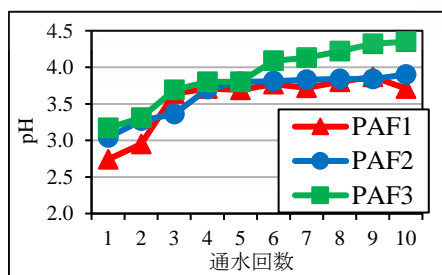


図1 各 PAF の溶出水の pH の結果

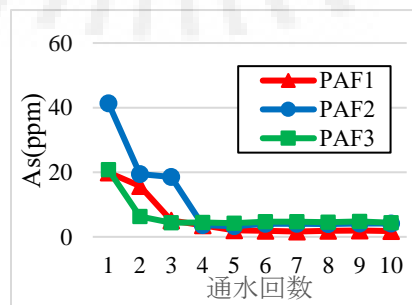


図2 As 溶出量の結果

表2 As 溶出量の結果 (単位:ppm)

試料	通水回数		
	1	5	10
PAF1	19.92	2.04	1.77
PAF2	41.34	3.28	4.11
PAF3	20.75	4.23	4.75

ミャンマーの基準値=0.1ppm