

タンザニア・メレラニ鉱山の廃石堆積場における AMD に関する基礎的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 藤井俊汰

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 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現場によってその特性は異なり、現場特有のものとなる。本研究対象鉱山である、タンザニア・メレラニ鉱山は珪酸塩鉱物であるゾイサイト ($\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4]_3[\text{OH}]$) の一種であるタンザナイトを採掘している。メレラニ鉱山では、過去の開発において廃石を鉱区外に何の対策も講じず堆積場に埋め戻しをしたため、雨季に廃石堆積場より酸性水の流出が確認されている。そこで、本研究では、メレラニ鉱山の廃石堆積場における AMD の対策を検討する第一段階として、AMD の発生に関する現状を把握し、廃石堆積場から発生する AMD の特性を明らかにすることを目的として、現場調査および室内実験を行った。

2. 廃石試料の特性

メレラニ鉱山の廃石堆積場より採取した廃石を用いて、地化学試験による地化学特性の把握、XRF 分析および XRD 分析による含有鉱物の検討を行った (表 1)。ここで、Paste pH とは水と反応した時の pH を示し、NAG pH は過酸化水素により酸化反応を促進させた後の pH を示し、NAPP (Net Acid Producing Potential) とは酸の発生能力と酸緩衝能力のバランスを意味し、正の値であれば酸発生、負の値であれば酸緩衝の能力が大きいことを示す。同表より、いずれの試料においても NAG pH が酸性を示し、NAPP が高い正の値を示していることから、廃石堆積場に埋め戻された廃石より AMD が発生する可能性が示唆される。また、主要成分として SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、S の含有が確認され、XRD 分析の結果、黄鉄鉱、カオリナイト、ゾイサイト、石膏の鉱物の存在が認められた。

表 1 試料の地化学特性および含有元素

Sample	Paste pH	NAG pH	NAPP (kg H ₂ SO ₄ /t)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	S (%)
R4	3.9	2.1	284.6	37.4	9.1	15.8	7.7	9.3
R10	4.1	2.0	261.5	44.7	9.2	12.8	6.7	8.6
R18	4.1	2.5	475.2	26.4	6.3	15.7	11.3	15.6
R22	3.4	2.2	252.0	37.5	8.4	18.0	5.5	7.9
R27	4.0	2.3	186.7	44.0	10.8	13.5	5.4	6.1
R29	5.9	2.3	192.4	45.5	10.6	10.8	7.3	6.3

3. 廃石の溶出特性

廃石からの金属イオンの溶出特性を評価するために、カラム通水試験を行った。その結果、通水後の溶出水の pH は酸性を示し、金属溶出量の指標となる EC も高い値を示すことが明らかとなった。また、図 1(a)~(c) に示す Al, Fe, Ca の溶出イオンの結果より、タンザニアの排水基準 (Fe: 5 ppm, Al: 2 ppm) と比較して高濃度の金属イオン溶出が確認される。前述の鉱物組成の結果を考慮すれば、本研究対象の廃石堆積場においては、黄鉄鉱の酸化反応によって生成した酸性水によりカオリナイトおよびゾイサイトから Al および Ca が溶出し、Ca と硫酸イオンが反応することで石膏が析出したと考えられる。また、カラム通水試験結果より、今後も AMD の発生は継続すると予想されるため、排水の集水・中和処理対策を講じると同時に覆土工法などの発生源対策も検討する必要がある。

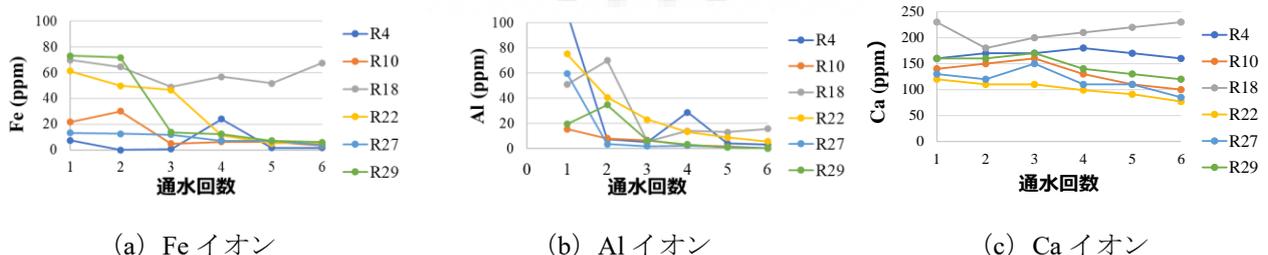


図 1 Al, Fe, Ca の溶出濃度