

種々の岩石からの金属溶出特性に関する研究

(株)日水コン

創研コンサルタント

岩手大学工学部

正員 ○佐々木伸一

渡辺剛

正員

相沢治郎

海田輝之

1. はじめに

現在、岩石は建設用材として、ダムの堤体、地滑り地帯の押さえ盛土材、コンクリートの骨材等に幅広く利用され、水に接する条件下で使用されることも多い。しかし、岩石が水に接した場合、周囲の水環境にどのような影響を与えるかを確認せずに利用するため、岩石に含まれている有害物質が溶出して水を汚染することがあった。そこで本研究は岩石が水没した時に水質に与える影響を検討したものである。

2. 実験材料および方法

実験材料には岩手県各地から採取した頁岩、凝灰岩、安山岩、石灰岩、粘板岩を使用した。実験条件を表-1に示す。溶出実験はポリプロピレン製の容器にpHを塩酸と水酸化ナトリウムで調整した蒸留水2lを用意し、粒径150 μ m以下に砕いた各岩石をそれぞれ容器に200g入れ、室温を25℃に設定した恒温室内で容器の蓋を開け溶存酸素を7~9mg/lとし、マグネチックスターラーを用いて攪拌することにより行った。初期pH3、4、6の条件の実験ではpHを一定時間毎に調整し、pH7については無調整で行った。尚、頁岩については窒素曝気により溶存酸素を1mg/l以下に抑えた条件でも行った。

表-1 実験条件

実験材料：頁岩 凝灰岩 安山岩		
石灰岩 粘板岩		
水温25℃	岩石量200g	水量2l
各岩石の実験での条件		
初期pH	pHの状態	
3	調整あり	
4	調整あり	
6	調整あり	
7	調整なし	

(石灰岩については初期pH7のみ行った)

3. 実験結果および考察

初期pHを7にした条件での各岩石による水のpHの変化を図-1に示す。この図より、頁岩のみがpHを低下させることが分かる。他の岩石は逆にpHを上昇させ、図-2に示すようにpH4.3アルカリ度が大きく増加した。また、硫酸イオンは図-3に示すように頁岩のみで溶出し、他の岩石では溶出しなかった。重金属については、Feは実験開始直後に凝灰岩、安山岩で5mg/kg以上溶出し、その後減少し2mg/kg以下に低下した。他の岩石では溶出量は2mg/kg以下であった。頁岩を除く全ての岩石でZn、Mn、Cu、Niの溶出量は1mg/kg以下でほとんど溶出が無く、pHが低下した頁岩だけがMnを14日目で29mg/kg溶出し、他の重金属はほとんど溶出がなかった。図-4に示すMgでは全ての岩石から溶出があり、頁岩が最も溶出した。Caについても同じ傾向が見られ、頁岩が最

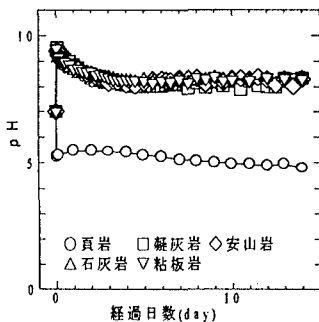


図-1 pHの経日変化（初期pH7）

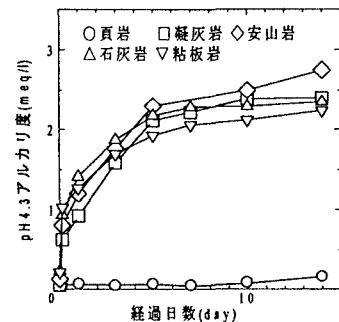


図-2 pH4.3アルカリ度の経日変化（初期pH7）

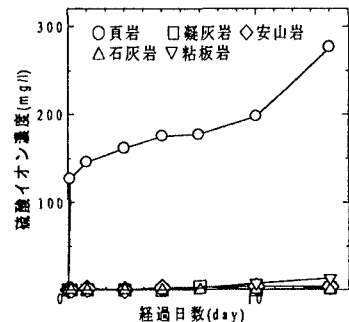


図-3 硫酸イオン濃度の経日変化（初期pH7）

キーワード：岩石、pH、金属

連絡先：〒020 岩手県盛岡市上田4丁目3-5 TEL 019-621-6450

も溶出した。これも頁岩がpHを低下させたためと考えられる。

図-5に一例として、各pHでの凝灰岩からのMgの溶出量を示す。この図より、同じ岩石ではpHが低いほどMgの溶出量が多いことが分かる。他の全ての金属でも同じ傾向を示した。他の岩石も凝灰岩と同様の結果になり、全ての金属でpHが低いほど溶出量が大きくなった。

硫酸イオンは各pHにおいて、頁岩のみ溶出し、他の岩石は溶出しなかった。金属、岩石別の溶出量について一例として、pH4における各岩石からの各金属溶出量を表-2に示す。Feは安山岩、粘板岩、凝灰岩が多く溶出し、特に粘板岩はZn、Mn、Cu、Niも最大の溶出があった。しかし、粘板岩の金属含有量と他の岩石の含有量を比較する

と、Znは頁岩、安山岩の方が多く、Mnは安山岩、凝灰岩、Cuは頁岩、凝灰岩が多く含有し、Niのみ粘板岩が最も含有していた。このことから金属の溶出量は、含有量に比例しないことが明らかになった。また、pH3でも同様の結果を得た。MgはpH3で安山岩が1880mg/kg溶出し、Caは粘板岩が13200mg/kg溶出し、高い値を示した。pH6では重金属でMnのみが粘板岩で最大252mg/kg、凝灰岩も75mg/kg溶出した。他の金属は1mg/kg以下の溶出であった。MgはpH6でも安山岩が596mg/kg、Caは粘板岩で7260mg/kgの溶出があり、水の硬度の増加に注意が必要であることが分かる。

次に、溶存酸素量別の頁岩からの硫酸イオンの溶出を図-6、Znの溶出量を図-7に示す。硫酸イオン、Znで溶出量が、溶存酸素がある方が多いことが明らかになった。これはどの金属にも同じ傾向が見られ、硫酸イオン、金属の溶出に酸素が関係し、酸化による溶出があることが予想される。また、同時に酸素の多少は頁岩からの溶出に大きな影響を与えないことが明らかになった。

4. まとめ

岩石には頁岩のように中性の水に入れるだけで水を酸性化し金属を溶出する酸供給型の岩石、中性の水のpHを上げアルカリを供給するアルカリ供給型の岩石があること、また、アルカリ供給型の岩石はpHの低い水が一時的に混入しても中和する能力を持つが、周りの水が完全に酸性になると粘板岩のように、酸供給型である頁岩よりも多量の重金属を溶出する岩石があることが明らかになった。さらに、金属の溶出量は含有量に比例しないため、岩石を使用する場合には実際に溶出試験を行い、岩石の溶出特性を調べる必要があると考えられる。

表-2 pH4における各岩石からの各金属溶出量(mg/kg)

	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Mg	Ca
頁岩	18.8	4.3	74.6	0.5	2.6	379.7	485
凝灰岩	381.5	1.9	137.5	0.5	1.3	533.5	7956
安山岩	615.5	4.4	122.0	1.1	6.0	967.1	4786
粘板岩	400.5	34.0	316.0	12.8	36.3	286.9	11553

また、頁石からの金属類の溶出には酸化によるものもあるが、酸素の有無はpHの低下、金属類の溶出には大きく影響しないことが明らかになった。

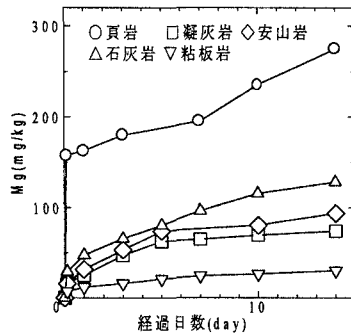


図-4 Mgの溶出量の経日変化（初期pH7）

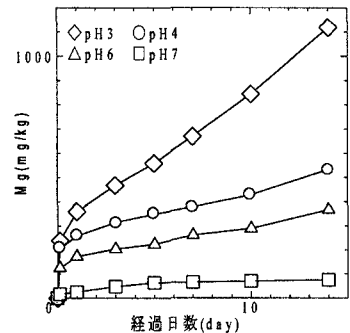


図-5 Mgの溶出量の経日変化（凝灰岩）

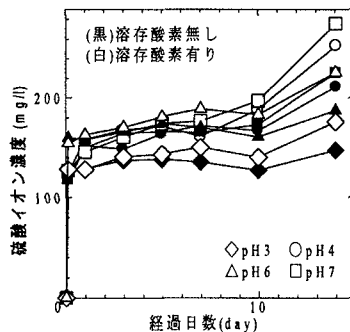


図-6 硫酸イオン濃度の経日変化（頁岩）

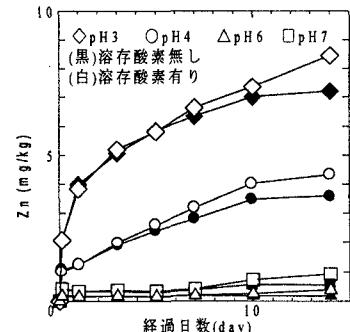


図-7 Znの溶出量の経日変化（頁岩）