

岩手大学大学院 学生員 ○佐々木伸一 中村千秋
 岩手大学工学部 正 員 相沢治郎 海田輝之
 東北大学工学部 正 員 大村達夫

1. はじめに

現在、岩石は建設用材として多種多様に利用されているが、岩石を利用することにより周囲の水環境にどのような影響があるかということは余り考慮されず、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。¹⁾そこで本研究は岩石が貯水池周辺の地滑り地帯の対策工として押え盛土に利用されるダムを対象とし、利用される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。この研究ではダムで起こるであろう水位変動による影響も考慮にいった。

2. 実験材料および方法

実験にはダム貯水池周辺の盛土用岩石の原石山付近から採取した頁岩、凝灰岩、安山岩を使用した。ただし、ここでは最も水質に与える影響が顕著であった頁岩について述べる。実験条件をTable 1、手順をFig. 1に示す。なお、各Runでの水と岩石の体積比は0.24とした。

実験は粒径をふるいで15mm～25mm、30mm～40mmの二段階に分けた頁岩(湿潤比重2.50)を各々アクリル製の円筒形水槽に入れ、その水槽にpHを 7.0 ± 0.1 の範囲に調整した水道水を注入し静置することにより行った。これを2組用意し、それぞれを水没と自然乾燥を4日間周期で繰り返すWet-Dryシステムと水没のみで4日間毎に水のみを入れ換えるWet-Wetシステムで行った。水道水を入れてから抜くまでを1cycleとし、これを各Runとも10cycle繰り返した。

測定項目は室温、水温、pH、pH4.3アルカリ度、pH8.4酸度、各金属濃度(Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Mg, Ca, Na, K)である。

3. 実験結果および考察

Fig. 2に一例としてRun1における各cycleでのpHの経日変化を示す(以下のpHを除いた全てのFig. 及びTable中の値は注入した水道水の値を差し引いた増加量である)。pHは水道水を注入後、全てのRun、各cycleともFig. 2で示されたRun1のように最初の1日で急激に低下が起こり、2日目以降は緩やかに低下し、最終測定日の4日目で最低の値となった。また、pH4.3アルカリ度も同じ傾向を示し、逆に硫酸イオン、各金属の溶出量は各cycle最終測定日に最大の値をとった。Fig. 3に各cycle最終日のpHを示す。全てのRunにおいてpHはcycleを重ねる毎に低下の程度が小さくなって、10cycle目でもかなりの低下が起こった。Fig. 4、Fig. 5にそれぞれ各cycle最終日のpH8.4酸度、硫酸イオン濃度の変化を示した。酸度、硫酸イオン濃度も共にcycleを重ねる毎に小さくなっている。塩素イオン濃度は各cycleを通して変化がほとんど無かった。さらにpH8.4酸度と硫酸イオン濃度、pHと $\ln$ (硫酸イオン濃度)の相関係数が各々、平均0.903、0.9

Table 1 実験条件

	系統	粒径(mm)	岩石重量(kg)	水体積(l)
Run1	Wet-Dry	15~25	10.5	17.5
Run2	Wet-Dry	30~40	28.0	46.5
Run3	Wet-Wet	15~25	10.5	17.5
Run4	Wet-Wet	30~40	28.0	46.5

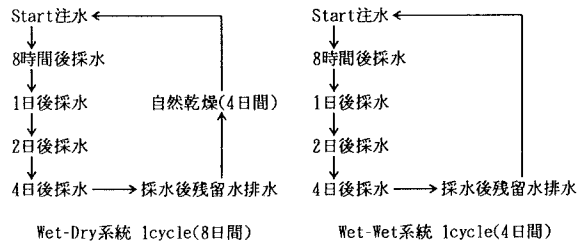


Fig. 1 各系統の採水手順

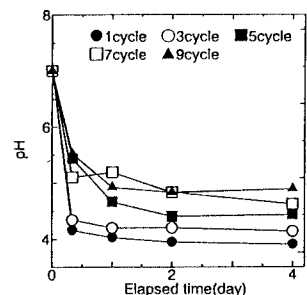


Fig. 2 各cycleのpHの経日変化(Run1)

12と高いことから、この頁岩による酸の供給は硫酸酸性であることが明らかになった。

つぎに各金属の溶出について述べる。Fig. 6、Fig. 7に各cycle最終日のFe、Mnの溶出量を示す。各金属ともcycleを重ねる毎に溶出量が減少し、水質に与える影響が小さくなった。しかし、追加として11cycle目にpHを3に調整した水道水を注入して実験を行うと再び金属の溶出量が増加し、各金属とも3cycle目の溶出量と同じ程度溶出し、例えばMgでは4日後で6.2mg/kgの溶出があった。このことはcycleを繰り返すにしたがって、頁岩の酸供給能が低下して、その結果、金属の溶出量が減少したことを示している。また、硫酸イオンとFe、Mn、Cu、Ni、Mg、Kの相関係数が各々、0.936、0.994、0.941、0.945、0.995、0.959と高くなっていることから、頁岩中の硫酸塩のような形態で存在する金属が溶出したのではないかと考えられる。

Table. 2に各Runでの金属溶出量の総計を示す。Table. 2に見られるようにRun1とRun2、Run3とRun4をそれぞれ比べると、岩石の粒径が小さいRun1、Run3の方が溶出量が多かった。これは粒径が小さい方が単位重量当たりの表面積が大きいため金属が溶出しやすかったためと考えられる。また、Run1とRun3、Run2とRun4の金属溶出量をそれぞれ比べると、Naを除いてWet-Dry系統の方が溶出量が多いことがわかる。これはWet-Dry系統の方が乾燥と湿潤を繰り返したため岩石表面が収縮と膨張を繰り返し、細かいひび割れや剥離が起こり表面積がわずかに増え、金属が溶出しやすくなったためと考えられる。さらに、Mg、Caの溶出量が他の金属に比べて多いため、水の硬度の増加に注意する必要があることが示された。

4. おわりに

本実験により頁岩による水の酸性化は硫酸によるもので、頁岩周辺の水の酸性化と硫酸イオンの溶出にともない重金属が多量に溶出し、水を汚染する可能性があることが明らかになった。この結果は頁岩のような岩石を多量に押え盛土として水中に沈めることは水の酸性化、金属の溶出の可能性があることを示している。これからの実験としては乾湿の期間を変えること、乾湿による岩石の表面形状の変化の観察等、さらに詳しく実験していく予定である。

<参考文献>

1) (財) 日本農業土木総合研究所

：早瀬野ダム環境対策検討業務報告書 1989

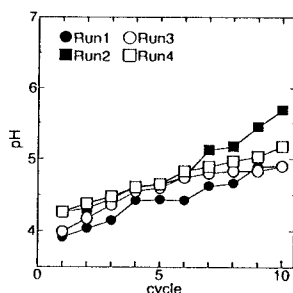


Fig. 3 各cycle最終日（4日目）のpH

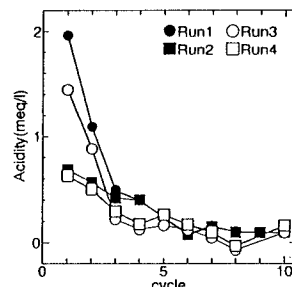


Fig. 4 各cycle最終日（4日目）のpH8.4酸度

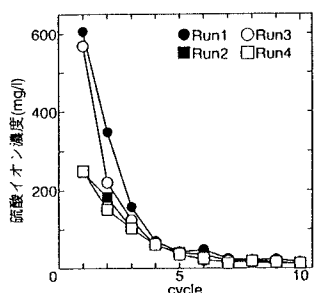


Fig. 5 各cycle最終日（4日目）の硫酸イオン濃度

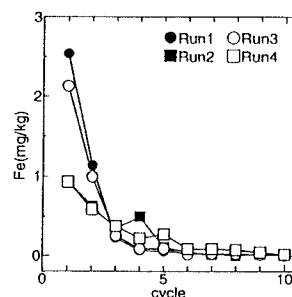


Fig. 6 各cycle最終日（4日目）のFeの溶出量

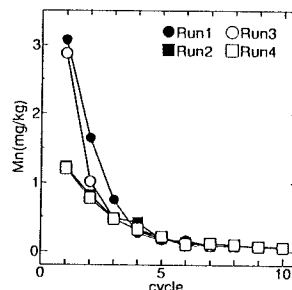


Fig. 7 各cycle最終日（4日目）のMnの溶出量

Table 2 各Runの金属溶出量の総計(mg/kg)

	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Mg	Ca	Na	K
Run1	4.15	0.86	6.49	0.25	0.36	70.1	54.9	5.90	9.72
Run2	2.60	0.55	3.54	0.15	0.26	40.5	21.0	4.29	6.41
Run3	3.64	0.47	5.23	0.15	0.35	59.2	39.3	7.12	7.70
Run4	2.76	0.34	3.50	0.13	0.24	37.0	17.9	6.14	6.65