

沖縄県の赤土懸濁水の濁度と化学的性質について

防衛大学校建設環境工学科 学生会員 伊原浩生
 防衛大学校建設環境工学科 正会員 山口晴幸
 (財)防衛施設周辺整備協会 増永和弘

1 はじめに

沖縄県では、赤土等の海への流出が環境問題となっている。県では赤土等の流出防止に関する条例として、裸地面積 1000m² につき 150m³ 以上の沈砂工を確保し、貯留水の浮遊物質質量 (SS 濃度) が 200mg/l 以下になるまで放流しないよう定めている。一方、これまでの研究により SS 濃度は濁度に対し強い相関を持つことが明らかになっており、筆者らは各地に点在する沈砂工の実状を考慮し、デジタル画像を利用した濁度および SS 濃度の判別装置を現在開発中である。デジタル画像は肉眼では識別できない色の違いを数値化されたデータとして比較できるため濁度の判別に有効だが、実際の濁水についてはその化学的成分と濁度の関係は明らかになっていない。本研究では、沖縄県内で採取した土試料を使用し、赤土とその懸濁水について化学的な分析を行い、濁度判別装置の開発に資することを目的とする。

2 実験概要

使用した土試料は図 1 に示された沖縄本島中部の沈砂ダムから採取したものを用意した。蛍光 X 線分析を行うための前処理として、十分に乾燥した後、専用ミルで粉碎した。この粉末土試料を用いて、蛍光 X 線分析による含有元素・酸化物組成の評価を試みた。更に、濃度を変えた懸濁水を調製し、pH、電気伝導度(EC)および濁度を測定した。

懸濁水は粉末土試料を計量しビーカーに取り、それに蒸留水を加え 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 5000, 10000, 100000, 200000mg/l の濃度となるよう調製し、スターラで 30 分間攪拌した後、更に 30 分間静置したものについて各種測定を行った。

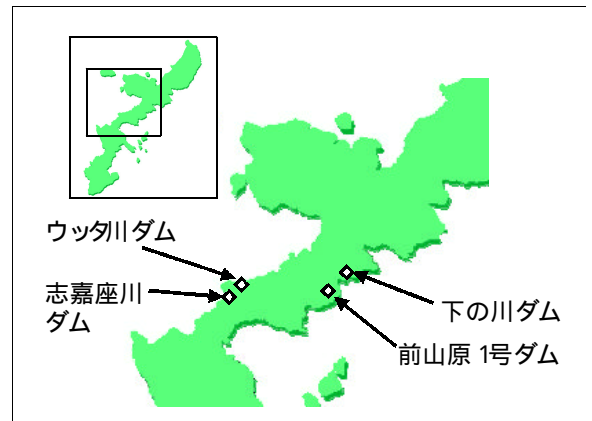


図 1 土試料採取位置
 本島中央部では、主として酸性を示す国頭マーゼが分布し、ところによっては弱アルカリ性の島尻マーゼが存在する。

3 赤土の化学組成

蛍光 X 線分析により、赤土の化学組成が酸化物の形で質量百分率として得られた (表 1)。太平洋側の 2 つの砂防ダム (下の川および前山原 1 号) では、SiO₂ の質量比が東シナ海側の砂防ダム (ウツタ川および志嘉座川) のものより高く、Al₂O₃ および Fe₂O₃ が少ない。また、いずれの土試料についても、MgO、CaCO₃、Na₂O、K₂O が堆積岩の平均的な組成より少ないことがわかる。これは熱帯や亜熱帯の地方に特有な傾向でありラテライト土壌の性質に近いといえる。また、使用した粉末土試料の色調は、下の川、前山原 1 号、志嘉座川、ウツタ川の順に赤褐色が強くなり、Fe₂O₃ の質量比の大きなものほど赤色であることが確認された。

採取地名	宜野座村	名護市	恩納村	恩納村	堆積岩の平均化学組成 ¹⁾		
	前山原 1号	下の川上流	ウツタ川	志嘉座川	頁岩	砂岩	石灰岩
SiO ₂	82.3	72.4	59.8	65.1	58.1	78.3	5.2
TiO ₂	0.6	0.7	0.8	0.9	0.7	0.3	0.1
Al ₂ O ₃	11.0	17.1	23.8	21.9	15.4	4.8	0.8
Fe ₂ O ₃ ²⁾	3.7	3.4	10.1	6.5	6.5	1.4	-
MgO	0.7	1.9	0.9	1.6	2.4	1.2	7.9
CaCO ₃	0.0	0.1	0.1	0.2	5.7	10.5	84.1
Na ₂ O	0.1	0.8	0.2	0.2	1.3	0.5	0.1
K ₂ O	1.4	3.5	4.0	3.3	3.2	1.3	0.3
T total	99.8	99.8	99.7	99.7	93.3	98.2	98.4

表 1 沈砂ダム堆積土の主成分化学組成 (wt%)
¹⁾ F.J.Pettijohn, "Sedimentary Rocks", Herper(1957) より
²⁾ 太平洋側の試料は Fe₂O₃, Al₂O₃ 比が小さく、SiO₂ 比が高い。

キーワード：赤土、化学組成、pH、電気伝導度、濁度

連絡先：防衛大学校建設環境工学科 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 phone:0468-41-3810 fax:0468-44-5913

4 懸濁水の pH、電気伝導度 (EC) および濁度

懸濁水の肉眼的特徴は、下の川で薄い黄褐色を呈するが、前山原 1 号、志嘉座川の順に赤味が増し、ウッタ川ではレンガ色を呈する。また、攪拌停止後はウッタ川および志嘉座川の懸濁水では速やかに土粒子が沈降したのに対し、下の川および前山原 1 号では懸濁状態が 30 分以上続いた。

粉末土試料から調製した懸濁水の濃度 (mg/l) に応じた pH および電気伝導度の変化を図 2 に示した。粉末土試料および懸濁水の色が薄い黄褐色であった下の川の pH は、蒸留水の pH (5.8) から濃度に応じて高くなり、土壌の pH は 8 程度で弱アルカリ性を示す。一方、土試料、懸濁水ともに赤褐色のレンガ色を呈したウッタ川の土壌の pH は 5.3 と酸性を示した。また、前山原 1 号および志嘉座川の試料については、肉眼での色の識別は容易であるものの pH は濃度に対してほぼ同じような変化をした。

電気伝導度はいずれの土試料でも濃度に応じて増加するが志嘉座川でもっとも低く、ウッタ川でもっとも高かった。

懸濁水の濁度は、濃度に比例して増加するが (図 3)、同じ濃度であっても志嘉座川の土試料の濁度のみ低い値をとる。肉眼観察および pH の変化で特徴的であった下の川上流やウッタ川の試料ではほぼ同様の濁度となる。

5 考察

一般に、堆積岩中の粘土鉱物は Al、K、Na および OH を多く含むが、陸上で風化を受けると二酸化炭素の溶け込んだ雨水により Na、Ca、K、Mg、Si、Al、Fe の順に溶脱を受け Al と Fe に富むラテライト土壌へと変化する。この間に粘土鉱物は変質あるいは消失し、ギブサイト (Al(OH)₃) や赤鉄鉱 (Fe₂O₃) 等を生じる。すなわち、懸濁水のもとなる土壌は、風化の度合いにより構成鉱物に変化するといえる。よって、懸濁水の持つ色や状態 (pH、電荷、コロイド等) および沈降特性の違いは、土粒子の構成鉱物の相異によるものと考えられる。

6 まとめ

本研究により赤土土壌の化学組成が明らかとなった。一口に赤土といってもその組成には差異があり、これは構成鉱物の違いを示している。現状において、赤土の物理的性質に関する研究はよく行われているものの、化学組成や構成鉱物の量比あるいは水中での反応についての分析や研究はあまりなされていない。沖縄のような高温多雨な環境では、岩石や土壌は化学的な風化の影響を強く受けることを考えると、赤土懸濁水の評価や流出防止対策をより効果的に行うためには、物理的性質以上に化学的性質についても十分に検討する必要があると思われる。今後の課題としては、X線回折分析によりその構成鉱物を明らかにし、それぞれの水中での形態について検討を進め、懸濁水画像からの濃度や濁度の測定精度向上に役立てたい。

参考文献 : Dorothy Carroll (松尾新一郎監訳) : 岩石の風化 , ラテイス

比嘉栄三郎・満本裕彰(1999) : 沖縄に分布する土壌等の沈降特性 沖縄県衛生環境研究所報 33 : pp.93-104

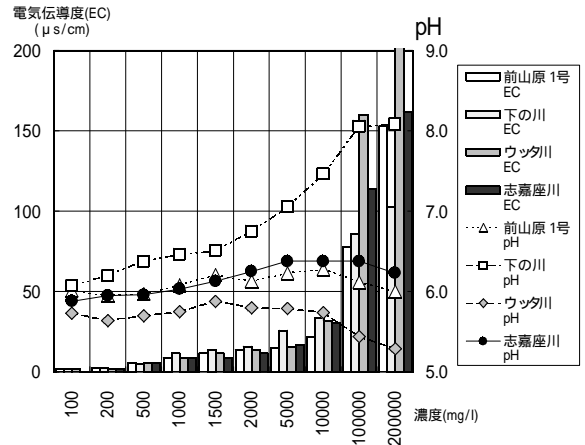


図 2 濃度に応じた pH と電気伝導度の変化
 使用した蒸留水の pH は 5.8、もっとも高い濃度 (200g/l) は土の pH 試験に相当。
 薄い黄褐色を呈する下の川の懸濁水は、アルカリ性を示し、濃い赤褐色を呈したウッタ川の懸濁水は酸性を示す。また、水中のイオン量を示す電気伝導度は、濃度に伴って高くなる。

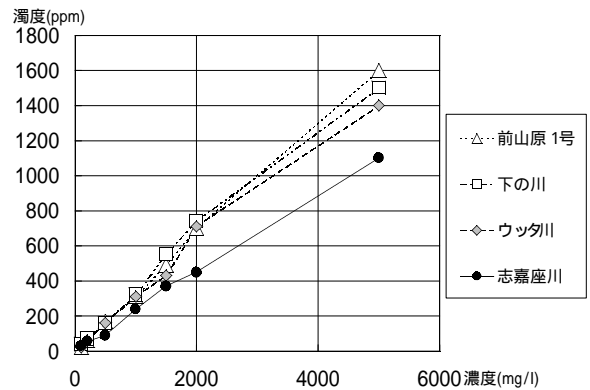


図 3 濃度と濁度の関係
 測定器の精度上濁度は、2000ppm 以下のみ測定可能。同じ濃度でも志嘉座川で濁度は低い。肉眼観察および pH の変化では、下の川およびウッタ川が特徴的であったが、それらはほぼ同様に推移する。