

赤土流出による濁水汚染評価に関する考察

防衛大学校 学生会員 ○齊藤 和伸
防衛大学校 正会員 山口 晴幸
防衛施設周辺整備協会 非会員 増永 和弘

1. はじめに

1972 年本土復帰を果たした沖縄県は、依然として残る米軍基地群、広大な農地、沖縄振興開発計画による急激な土地開発やバブル期のゴルフ場造成等により赤土が周辺海域に流出し深刻な社会問題となっている。海域ではサンゴ礁の減少または死滅を引き起し、漁場および観光資源に影響を与え、陸上では土砂の流出による耕作地等の荒廃化が問題となっている。これらの問題を背景として、沖縄県は自然および生活環境の保全のために平成 7 年 10 月「沖縄県赤土等流出防止条例」を施行し、赤土等の流出防止策として事業行為者には、赤土流出防止対策を課している。その対策の 1 つとし沈砂池がある。沈砂池は赤土濁水を貯留し、浮遊物質濃度 200mg/l 以下で放流するように定められている。その放流の判定は、SS 濃度の測定で行われている。この SS 測定には濁水の採水から計量までに時間と労力を必要とするため、沈砂池の効率的な運用を妨げている。また測定には透視度計による簡易計測も使用できるが、SS 測定と同じく現場での濁水の採水・計量が必要である。以上のことから濁水を採水しないで簡易にしかも自動的に SS 濃度を測定できるシステムが必要とされている。このような背景から本研究目的を赤土濁水の評価法の開発とし、SS 濃度と相関関係にある濁度と 3CCD カメラにより撮影された赤土濁水のデジタル画像から得た輝度との関係について考察を試みた。

2. 開発した濁水評価測定装置の概要

測定装置は、光による反射光が、濁水中の土成分により減衰することを利用し、その輝度を検出するものである。測定器の概念図を図 - 1 に示す。測定器は、比較的広い波長域を有するハロゲンランプを光源とし、安定な輝度を得られるように定電圧化している。また、照射出口での輝度のむらを低減するために、ランダムに配置されたファイバを用い、入口は円形で光源を取込み、出口では長方形のスリットに変換している。撮影容器に取り入れた濁水の反射光は 3CCD 方式のカラーカメラで撮影され、Red, Green, Blue (R, G, B) 3 色の信号データがパソコンに取り込まれ記録される。撮影画像は専用ソフトウェアによって解析され、各色調の輝度が求められるようになっている。

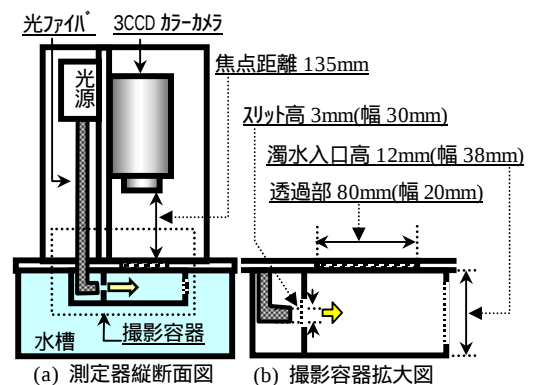


図 - 1 濁水評価測定装置概念図

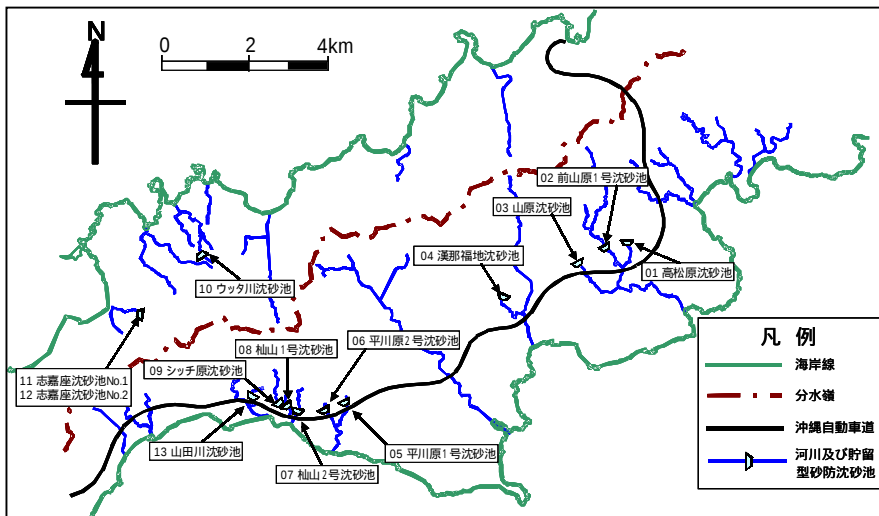


図 - 2 沖縄県沈砂池調査地点図

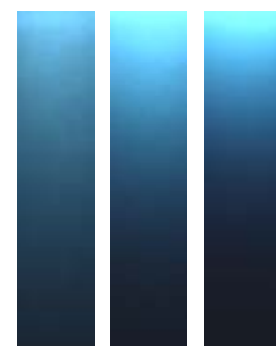


写真	SS濃度(mg/l)	濁度(ppm)
(a)	200	165
(b)	500	375
(c)	800	575

図 - 3 高松原沈砂池赤土懸濁水撮影写真

キーワード 赤土、濁水、輝度、濁度

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Tel 0468-41-3810 Fax 0468-44-5913

3. 測定装置による輝度測定

この測定装置を使用した濁水の測定では、沖縄本島での13箇所の沈砂池(図-2)から採取した赤土試料を使用し、各試料での懸濁水の濃度を調製して測定を行った。濃度調製は計量した赤土試料に水道水を5l加え、濃度を50mg/l~1000mg/lまでの範囲で50mgずつ計20回行った。作製した懸濁水は測定用水槽に移し、1分間攪拌した後に撮影を行った。測定装置により撮影された画像については、専用ソフトウェアによりR,G,Bについて輝度を0~255の間で128の階級に分け度数分布表示を行った。図-3は3CCDカラーカメラにより撮影された画像である。また測定の際、各懸濁水について濁度測定器により濁度の測定も行った。

4. 結果と考察

13調査地点の内の高松原沈砂池についての結果を片対数グラフ上に示す(図-4)。各濁度における輝度数については測定値のSS濃度との相関性を考慮した輝度範囲(輝度40~174)にある63個の階級を使用し、その度数分布の総和を求めて各濁度ごとの輝度数としている。高松原沈砂池での濁度と輝度(R,G,B)の関係についての近似曲線を見ても、それより、Red(R)で表示した近似直線において相関関係を示すR²値が最も大きく信頼性の高いことがわかる。これは他の調査地点にも言え、13地点中12地点で最も信頼性が高かった(表-1)。よってRed(R)についての輝度と濁度の関係を示した片対数グラフを図-5(a)~(c)に示す。図-5より、各沈砂池とも濁度が減少するにつれて輝度数が増加し、負の傾きを持った直線となることがわかる。次に濁度を判定するという視点に立ち、濁度から輝度数を見た場合、各赤土試料において取り得る輝度数が異なり、200ppmの場合においては最大9400の輝度数の差が見られる。また傾きにおいても差が見られ、各沈砂池での赤土懸濁水の土粒子的特徴が現れているものと思われる。

5. 結論

光の減衰を利用した濁水評価測定装置から得られた輝度数の対数値と濁度との間には相関関係が見られる。この装置では、濁度が100ppm以下の場合には輝度数に安定性は見られないが、濁度が100ppm~900ppm範囲では、各沈砂池での赤土試料の輝度と濁度の関係に線形性が認められ、輝度から濁度を評価することが可能であると考えられる。これらを踏まえ今後の研究では、現地測定の試行に加え、SS濃度と濁度の相関関係よりSS濃度と輝度の関係についての考察を試みる必要がある。

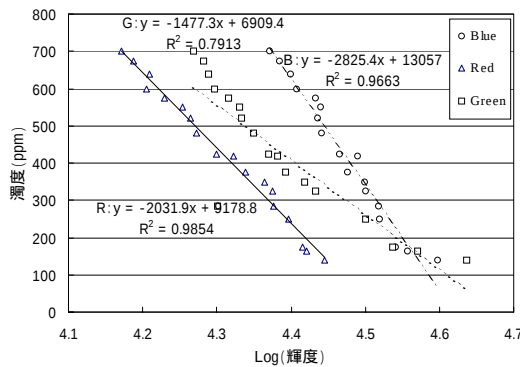


図-4 高松原ダムにおける濁度と輝度の関係

表-1 各沈砂池のR²値

No	採取地点	R ² 値		
		Blue	Red	Green
1	高松原沈砂池	0.9663	0.9854	0.7913
2	前山原1号沈砂池	0.3100	0.9919	0.9460
3	山原沈砂池	0.9568	0.9034	0.8428
4	漢那福地沈砂池	0.7810	0.9630	0.9240
5	平川1号沈砂池	0.9182	0.9932	0.9372
6	平川2号沈砂池	0.9488	0.9904	0.9546
7	杣山1号沈砂池	0.7331	0.9868	0.9688
8	杣山2号沈砂池	0.9828	0.9951	0.9502
9	シツチ原沈砂池	0.9615	0.9925	0.8966
10	ウツタ川沈砂池	0.5722	0.9778	0.9539
11	志嘉座沈砂池No.1	0.4955	0.9768	0.9569
12	志嘉座沈砂池No.2	0.4015	0.9669	0.9565
13	山田川沈砂池	0.9269	0.9756	0.9459

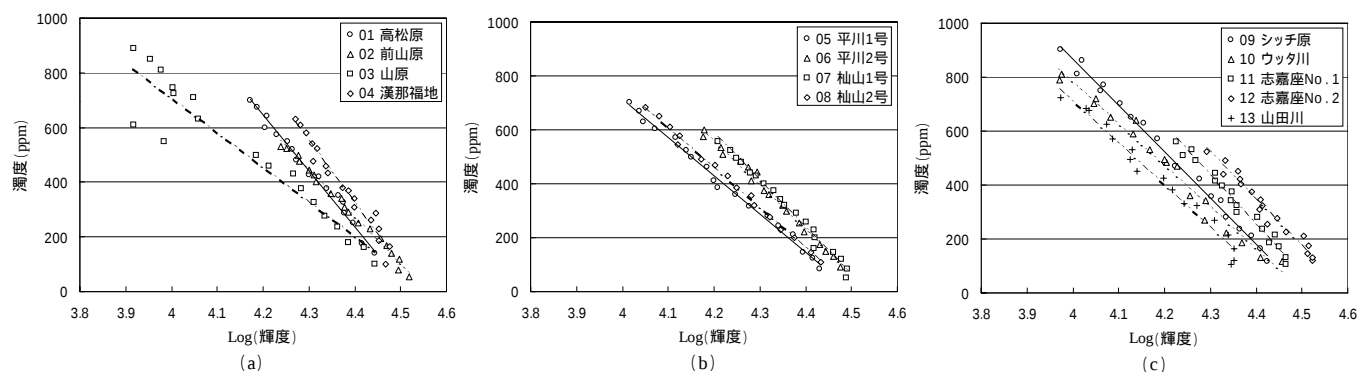


図-5 各沈砂池における濁度と輝度の関係