

# 山地に設置された沈砂池の濁度軽減効果に関する研究

中央大学理工学部 学生員 小松原 新治  
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1.はじめに: 裸地を含む流域では降雨により濁水が発生し, 河川や周辺地域の水質汚濁の原因となる. さらに, 高濃度の濁水は河床や海底に大量の土砂を堆積させることから, 生態系への影響が懸念されている. 採石場では沈砂池等を設置し, 濁水流出の軽減を図っているがその効果については正確に把握されていない. そこで著者らは採石場とその採石場を流域に含む河道において集中観測を行った. 本研究は採石場における濁水の発生機構と, 採石場を流域に含む河川における濁水濃度の時間的変化を把握した上で, 沈砂池の濁水軽減効果を解明することを目的とする.

2.観測地概要: 図-1は観測対象流域の模式図である. 対象とした流域は流域面積 20.1(km<sup>2</sup>)であり, そのうち採石場を含む分割された流域の面積は 0.163(km<sup>2</sup>)である. この流域は主に花崗斑岩から構成され, 採石場ではこの花崗岩を採取している. 酸化され侵食された花崗岩はマサ土として地表面に堆積する. 植生に保護されない裸地ではこのマサ土が降雨により流出し濁水の原因となる. 表-1に採石場(河口から3km), 流量観測地点(河口から約1km), 河口部(河口から600m)の観測項目, 観測方法を示す.

3.河川における観測結果: 図-2は97年における河口から600m上流の古川橋における降雨量と流量, 濁度の時系列である. ここで流量はマンギの平均流速公式を用いて水位から算出した. その際の河床勾配は地形図から1/200と求め, 河床粗度は大きな石の存在する玉砂利河川であることからやや大きめな値0.027とし, この図から発生した濁度と降雨量(1回目の総降雨量194mm, 2回目の総降雨量21mm)を比較すると, 総降雨量は9倍以上差があるにもかかわらず濁度のピークにはそれほど大きな差がないことがわかる. このことから, 濁度は総降雨量より降雨強度に支配されることが考えられる. 図-3は98年における河口から600m上流の濁度, 流量, 降雨量である. この図より降雨のピークに対し, 濁度, 流量ともに約3時間遅れてピークに達する. 図-4は潮位と濁度を比較したものである. この図から9/16, 17の満潮時の濁度は平常時に比べ高いことがわかる. これは降雨によって流出した濁水が, 満潮時の海水遡上によって河口部に滞留していると考えられる. しかし, 潮汐と濁度の顕著な4つのピークとの相関は見ることができない. したがってこの図から濁度の4つのピークは, 降雨からの応答であることが確認できる.

4.河川における粒径分布の観測結果: 図-5は河口から600m, 2000m上流



図-1 観測対象流域模式図

表-1 全観測項目

地点	観測項目	観測方法
採石場	濁度	採水し土砂含有率を測定
	雨量	転倒ます式雨量計による測定
	気温	サーミスタ式温度計による測定
	湿度	サーミスタ式湿度計による測定
	粉塵量	粉塵計による測定
流量観測地点	流出量	三角堰及び水位測定により算定
	水位	建設省による測定データの利用
河口部	雨量	建設省による測定データの利用
	河床横断形状	現地測量
	濁度	濁度計による測定
	流速	二次元電磁流速計による測定
	導電率	導電率計による測定
河口部	雨量	雨量計による測定
	河床横断形状	現地測量
	水位	水位計による測定

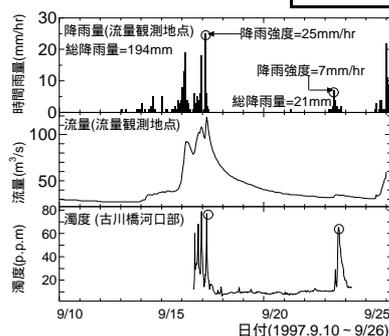


図-2 時間雨量, 流量, 濁度の時系列  
総降雨量は9倍以上差があるにもかかわらず濁度のピークにはそれほど大きな差がないことから, 濁度は総降雨量より降雨強度に支配されることが考えられる.

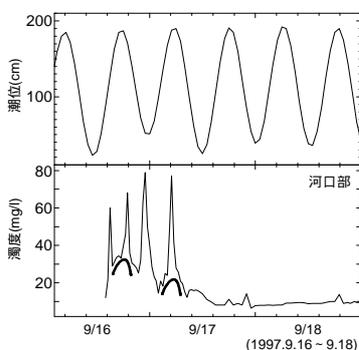


図-3 河口から600m上流における流量, 濁度, 降雨量の時系列

降雨のピークに対し濁度, 流量共に3時間遅れてピークに達する

図-4 河口部における濁度と潮位の時系列

降雨によって流出した濁水が, 満潮時の海水遡上によって河口部に滞留していると考えられる.

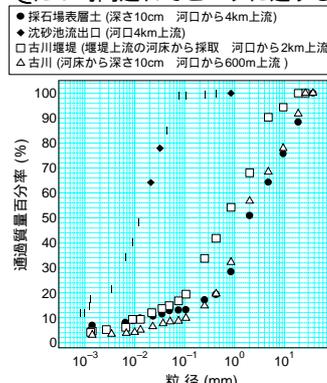


図-5 各観測ポイントにおける土粒子の粒度分布

沈砂池が流出する土粒子粒径 D<sub>60</sub> は0.02mm, 沈砂池以外では1~3mmであることから, 沈砂池で流出する濁水は河床に沈降せずに流下することがわかる

の河道における河床堆積物と採石場表層土および採石場沈砂池における流出濁水の粒度分布である。図中の採石場表層土とは濁水発生後に採取したもので、表層の細かい土砂は洗い流されている。この図より、沈砂池から流出する濁水は他の地点とは異なり非常に小さい粒径からなる粒度分布を持ち、通過質量百分率 60%において粒径 0.02mm である。沈砂池以外の各地点における粒度分布は同じ傾向を示し、通過質量百分率 60%において粒径は 1~3mm である。これらのことから裸地で発生し沈砂池から流出する濁水は河道に沈降せずに流下することがわかる。

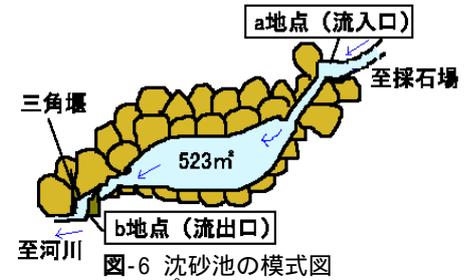


図-6 沈砂池の模式図

5. 採石場における観測結果：図-6 は採石場における沈砂池の模式図である。図-7 は流入、流出水の濁度と流出量、濁度の時系列である。a 地点と b 地点の濁度を比較すると、濁度のピークは 93% 軽減されていることがわかる。つまり沈殿池は河川濁度の軽減に有効な手段であることが確認できる。図-8 は 7 号、9 号沈砂池の濁度の減少を表面積で比較したものである。表面積 523m<sup>2</sup> の 7 号沈殿池では濁度の減少は流入口、流出口の差で 57% 減少しているのに対し、表面積 57.18m<sup>2</sup> での濁度減少は 15% である。これより、表面積の大きい方が濁水濃度を差にして 42% 減少していることがわかる。図-9 は時間降雨量と 10 分間降雨強度、および沈殿池流入口における濁度と流出口における濁度の時系列である。流出口の濁度は流入口の濁度に比べ小さい値をとっていることがわかる。濁度のピークを比較すると流入口における濁度のピークは 40700(mg/l) であるのに対し、流出口における濁度のピークは 20000(mg/l) であり、49% 減少していることがわかる。時間降雨量と 10 分間降雨強度の時系列と沈砂池流入口における濁度の時系列を比較すると、沈砂池流入口における濁度はいくつかのピークを持つ。このピークは 10 分間降雨強度のピークとよく対応していることがわかる。つまり、濁度は降雨量よりも、降雨強度に強く依存している。図-10 は沈砂池における流入口、流出口の流砂量の時系列である。流入流砂量と流出流砂量の差が沈砂池により除去された土砂の量である。流入、流出流砂量の総量を比較すると流入流砂量の 53% が沈殿池により除去されたことがわかる。

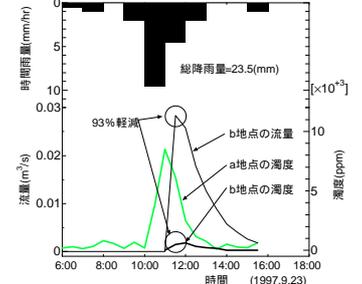


図-7 採石場における時間降雨量、流量、濁度の時系列

沈砂池を通過することにより、濁度のピークは 93% 軽減されていることがわかる。

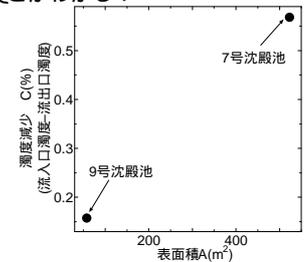


図-8 7 号、9 号沈殿池における濁水減少の表面積の評価

沈砂池の表面積が大きいほど濁水の濃度が軽減されていることがわかる。

5. まとめ：濁水の発生と沈砂池の効果を解明することを目的として観測を行った。観測で得られた知見を以下に示す。(1)沈殿池から流入する濁度と 10 分間降雨強度の時系列を比較すると、濁度と降雨強度のピークがよく対応している。これにより採石場の濁水濃度は降雨量よりも降雨強度に依存することがわかった。

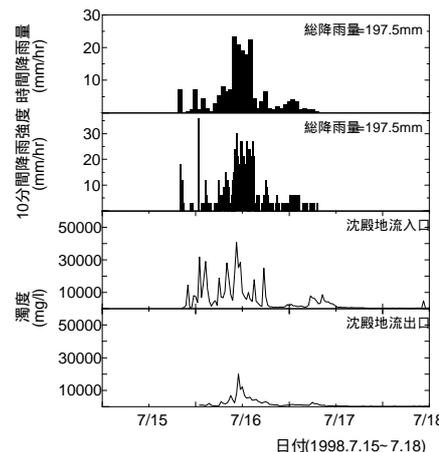


図-9 沈砂池における濁度、降雨量の時系列

濁度のピークは、1 時間降雨強度より 10 分間降雨強度のピークと良く対応していることがわかる。

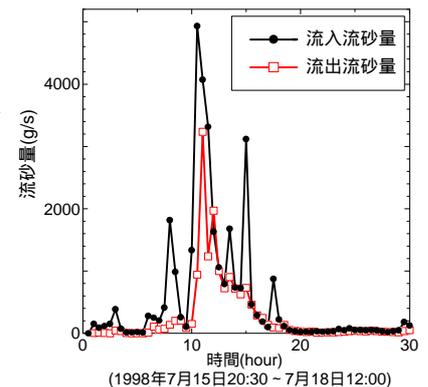


図-10 沈殿池における流入、流出流砂量の時系列

質量にして 53% の土砂を除去しうることがわり、沈砂池は流出水の濁度を低下させる有効な手段であると言える。

(2)感潮域においては濁水が滞留し汚濁の長期化を伴うことがわかった。(3)河床堆積土砂の粒度分布は河道の各地点において同じ傾向を示し、通過質量百分率 60%において粒径は 1~3mm であった。一方、沈砂池を流出する土砂の粒度分布は通過質量百分率 60%において粒径が 0.02mm であった。この結果、採石場で発生した濁水に含まれる土砂の粒径は非常に細かく、河道内に堆積せずに流下することがわかった。(4)濁水の軽減を表面積で評価すると表面積が 523m<sup>2</sup> の方が表面積 57.78m<sup>2</sup> よりも 42% 多く土砂を軽減できることがわかった。(5)沈砂池に流入する濁水濃度と流出する濁水濃度を比較し、沈殿池に濁水濃度を軽減させる効果があることがわかった。さらに質量にして 53% の土砂を除去しうることがわり、沈殿池は流出水の濁度を低下させる有効な手段であると言える。