

# 赤土砂の流出とその要因に関する考察

(財)砂防・地すべり技術センター ○森田 真一  
 (財)砂防・地すべり技術センター 松村 和樹  
 沖縄開発庁沖縄総合事務局河川課 渡部 文人  
 沖縄県北部土木事務所 金城 保

## 1. はじめに

珊瑚礁や周辺海域に大きな影響を与える赤土砂流出問題は、沖縄県における深刻な社会問題であり、現在様々な方面で調査、対策の検討が実施されている。

赤土砂の発生、流出機構の解明のためには、赤土砂の挙動に関するデータの集積が不可欠であり、沖縄県及び沖縄総合事務局においても平成3年度以降砂防施設周辺で赤土砂の濁水観測を行い、赤土砂の流出特性の解明に努めてきた。

本報告は沖縄県下の4河川（アパラテ川、港川、渡座川、サーン川）で観測された赤土砂の濁水観測データをもとに、赤土砂濁水のSS濃度と降雨、流域の土地利用等との関係について検討した成果について報告すると共に、河道内からの赤土砂発生状況を把握するために行った簡易観測結果について報告するものである。

## 2. 対象河川の概要

アパラテ川は沖縄本島北西部本部半島付け根に位置し、羽地内海に流入する流域面積1.407km<sup>2</sup>の流域である。流域の土地利用は、流域上流部で圃場整備事業が実施されており、流域面積の約50%が営農地となっている。営農地のほとんどはパイン畑（植え付け2年以上）となっており、一部ビニールハウス、サトウキビ畑が分布する。

港川は沖縄本島北西部本部半島の北部に位置し、東シナ海に流入する流域面積1.100km<sup>2</sup>の流域である。流域の土地利用は中流部、西縁部に営農地が分布するが流域面積の約77%は山林となっている。

渡座川は沖縄本島のほぼ中央部西海岸に位置し、東シナ海に流入する流域面積0.200km<sup>2</sup>の流域である。流域のほとんどが米軍施設用地となっており、流域面積の約92%は山林となっている。

サーン川は沖縄本島北東部に位置し東海岸の平良湾に流入する流域面積0.190km<sup>2</sup>の流域である。流域内の尾根筋傾斜部はパイン畑等として利用されており、流域面積の約45%はこれら営農地となっている。

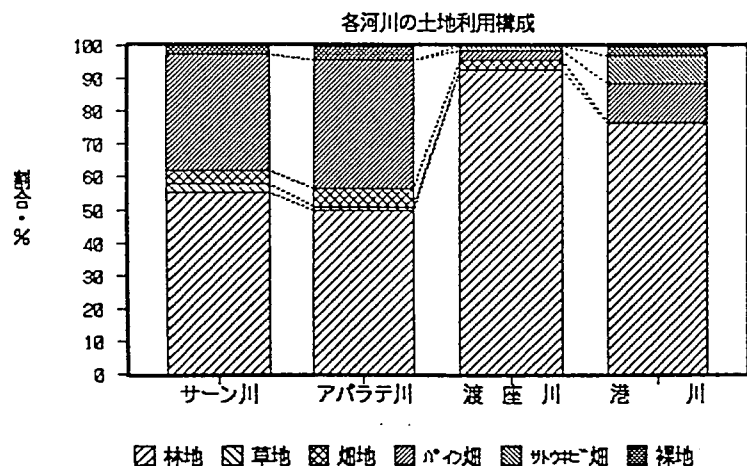


図2.1. 対象河川の土地利用構成

## 3. 濁水観測結果

### 3. 1. ダム流入地点における濁水観測結果

濁水観測は平成4年度に砂防ダム湛水域への流入地点で実施された。各観測結果は表のようになる。

表3.1. 濁水観測結果の概要 (平成4年度)

河川名 時期	アパラテ川		港川		渡座川		サーン川
	5/15 ~16	6/9 ~10	1/8 ~9	2/15	5/15 ~16	8/29 ~30	8/7 ~8
総雨量(mm)	32	53	72	52	12	16	24
累加雨量(mm)	29	47	13	30	11	13	13
雨量(mm/h)	20	31	28	24	10	7	5
流量(m <sup>3</sup> /s)	0.85	1.42	0.57	0.69	0.06	0.07	0.17
SS濃度I(ppm)	1820	1850	1620	2340	220	340	2660

注) 雨量、流量、SS濃度については期間内の最大値を示す。  
 流量は貯水池流入値である。  
 累加雨量についてはSS濃度最大値生起時までのものを示す。

### 3.2. 河道内採水観測結果

河道内採水観測は、サーン川を対象に平成5年11月及び平成6年1月の2回実施した。観測地点は溪岸部が脆弱であり、河床にも赤土砂の堆積が認められ、河道内に発生源となる地形が多く分布する区間と、溪岸、河床に基盤岩が露岩した部分が多く、河道内からの発生要因は少ないと考えられる区間からなる3地点を設定した。各観測結果は図に示すとおりである。

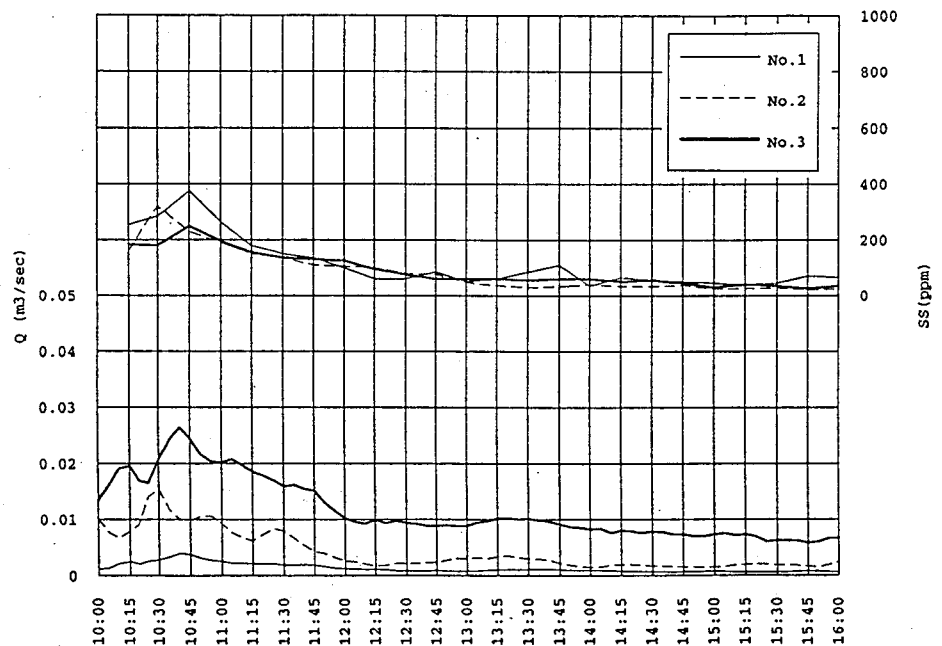


図3.1. 河道内濁水観測結果(H5.11.26)

地点毎の流量とSS濃度はよい相関を示しており、上流(NO.1)から下流(NO.3)に向かうにつれ流量当りのSS濃度は減少している。これは流量の増加にともない希釈されている為と考えられる。また、他河川の観測結果同様SS濃度のピークと流量ピークの生起時間については、SS濃度のピークが流量ピークと同時かそれよりも早く生起していることが確認され、特にNO.2のSS濃度のピークが上流NO.1よりも早く生起している結果については、河道からの赤土砂流出を表現していると考えられる。

### 4. 濁水観測結果の解析

4河川における濁水観測結果より、赤土砂の発生に大きく寄与する因子について重回帰分析により検討を行った。重回帰分析の目的変数を流入SS濃度ピーク値(y1)とし、これの説明変数として期間総雨量(x1)、最大時間雨量(x2)、SS濃度ピーク生起時までの累加雨量(x3)、ピーク流量(x4)、裸地・農

地・草地の流域内占有率(x5)、裸地の流域内占有率(x6)、流域面積(x7)、本川滞筋の平均河床勾配(x8)、総流路延長(x9)、主流路延長(x10)、支溪流延長(x11)の計11の変数を設定し、各変数との相関関係、複数の説明変数による目的変数の説明について検討を行った。目的変数と相関性の高い説明変数としては裸地の流域内占有率(x6) :  $Re=0.7686$ 、裸地・農地・草地の流域内占有率(x5) :  $Re=0.7540$ 、本川滞筋の平均河床勾配(x8) :  $Re=0.6034$ という結果を得た。

次に重回帰分析の手法に則り、複数の説明変数によるSSピーク濃度の予測式について検討を行い、以下の式を得た。

【ピークSS濃度の予測式】

$$y = 504.1 + 21.1x_3 + 48.0x_5 + 1431.2x_7 - 0.4x_9 \dots\dots\dots(1)$$

x3 : SS濃度ピーク生起時までの累加雨量

x5 : 裸地、農地、草地の流域内占有率

x7 : 流域面積

x9 : 流路延長

5. 考察

以上の解析結果より、以下のことが考察される。

- 1) 赤土砂流出濃度(SS濃度)は、流域の土地利用として山林以外の地目(主に営農地)の多寡、流域面積、流域内主流路の平均河床勾配、降雨の状況(総雨量、時間雨量)等の因子と、個別にはある程度の相関性を持っている。
- 2) 実際の赤土砂流出濃度は様々な因子が関係していると考えられ、重回帰分析により、複数の因子により赤土砂流出濃度の説明をする事を試みた。これより、SS濃度ピーク生起時までの累加雨量、裸地・農地・草地の流域内占有率、流域面積、及び流域内の総流路延長の4因子での説明が非常に相関性の高い結果となり、現地観測結果と整合している。式中での4因子の関わり深さを見るならば、裸地・農地・草地の流域内占有率が大きな影響を持っていると判断される。
- 3) 以上の検討結果より、従来考えられていた赤土砂の発生源として、営農地の影響はかなり高い関係にあることが証明された。また、それ以外の影響因子として降雨はもちろんのこと河道の形状に関わる因子(本モデルでは流域面積及び流路延長)も大きく影響していることが考えられる。ただし、ここで求められた予測式は物理モデルではないため、各因子と赤土砂の発生との関係については十分な説明ができるものとはなっておらず、今後データの蓄積を図りながら物理モデルとしての検討を進める必要がある。

また、各観測時間ごとのSS濃度と流量の関係より以下のことが考察される。

- 1) 各河川のSS濃度のピークと流量のピークについてみるならばピークが一致するかもしくはSS濃度のピークが流量のピークよりも早く生じている。これは生産源と河道との位置関係(観測地点までの距離)が影響していると考えられ、観測地点の近くに分布する生産源からのものが観測されていると思われる。これらの生産源には観測地点近傍の営農地の他に、河床堆積物、河岸の侵食等も含まれると考えられる。

## 6. おわりに

今回4河川の濁水観測結果に基づき赤土砂流出と土地利用等の関係について解析を行い、物理モデルではないものの、観測結果とは整合の取れた予測式を得ることができた。今後はさらにデータの蓄積を図ると共に物理的な説明のつく予測式としての検討を進める必要がある。特に流域からの自然発生分については、流域面積、流路延長で今回は表現されているが、これについてはさらに詳細な検討が必要と考えられる。

河道内採水観測結果については、2回の観測結果からは河道からの赤土砂流出挙動を明確に確認することはできなかった。これについてもさらにデータの蓄積を図り、今回と同様の傾向がみられるかを確認する必要がある。

また、2種類の観測結果からSS濃度ピークと流量ピークの生起時間については同様の傾向が認められており、生産源と河道との位置関係と流出形態との関係についての調査も必要と考えられる。

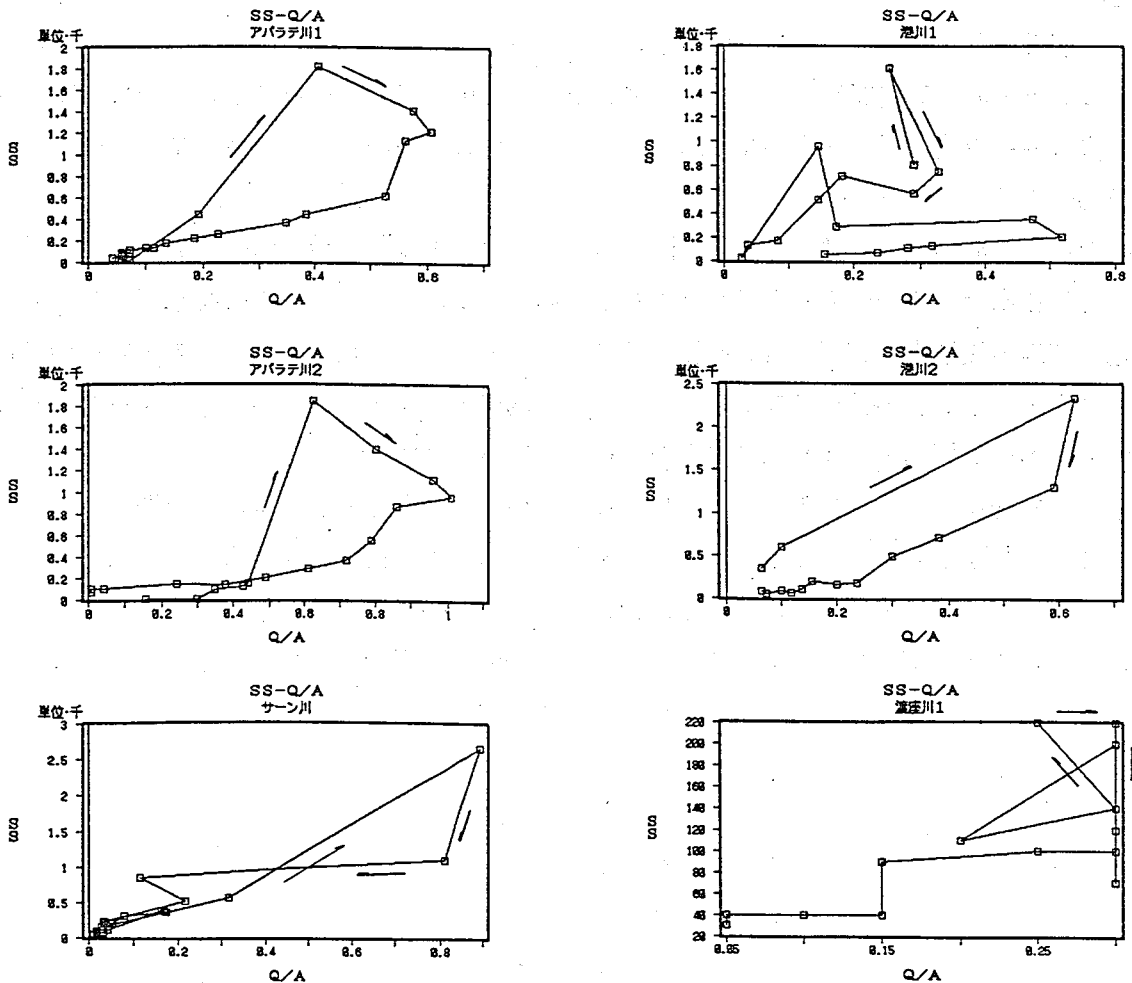


図5.1. 各河川のSS濃度と比流量の関係