

県内各種土壌等の侵食特性について

比嘉榮三郎・満本裕彰・仲宗根一哉・大見謝辰男

Study on Soil erosion of the main soils of Okinawa

Eisaburou HIGA, Hiroaki MITSUMOTO, Kazuya NAKASONE and Tatsuo OMIJA

要旨：1997年4月から1998年6月にかけて、本県に分布する主要土壌である国頭マージ、島尻マージ、ジャーガル及びジャーガルの母岩となっているクチャ（島尻層群泥岩）の侵食性の評価を行った。これまでは土壌の団粒化度、分散性、浸透性を指標にして行っているが、新たに評価手法を考案し水分散性土粒子の浸出濃度を用いて比較検討した。

従来は、国頭マージが他の土壌に比べ最も侵食性が高いとされているが、今回の試験結果ではクチャが最も侵食性が高く次にジャーガルで国頭マージ、島尻マージとこれまでの評価とは異なる結果となった。

Key words : 土壌侵食, 土粒子, S S, 沈降

I はじめに

県内に分布する土壌は赤色および黄色系の国頭マージ、暗赤色の島尻マージ、灰色系のジャーガル及び褐色から灰色系の沖積土壌に大きく分類される。また、侵食を考える場合にはジャーガルの母岩となっているクチャ（島尻層群泥岩）の分布も重要となる。

このように県内には各種の土壌等が分布するが、これらの土壌等が侵食に対しどのような特性を示すのか具体的に比較検討されたのは少ない。これまでは主に国頭マージについて、人工降雨による室内実験¹⁾や圃場での侵食試験²⁾などが行われているがジャーガル、島尻マージなどでの報告事例は少ない。このため、国頭マージが最も侵食性が高く次にジャーガルとなり島尻マージは最も侵食を受けにくいとされている。残念ながらクチャと比較検討された研究報告は、これまでほとんどない。

一方、筆者らはこれまでに降雨時に開発事業や農地などで発生した濁水のS S（浮遊物質）の測定を行っている。S Sの最高値や上位10ヶ所のデータの平均値を比較するとクチャが最も高く次いでジャーガルとなり国頭マージ、島尻マージの順となる。

流出源のS S濃度で比較する限り、クチャやジャーガルの方が国頭マージより侵食を受けやすいことになる。

そこで、今回は、各土壌等の侵食性を評価する試験方法を考案し、この方法を用いて室内試験を行った。

また、実際に流出源から出る濁水のS S濃度や粒度分布と比較検討したので報告する。

II 試験方法

1. 試験期間

平成9年4月～平成10年6月

2. 試料の採取

県内の主要土壌である国頭マージ22検体、島尻マージ23検体、ジャーガル21検体及びジャーガルの母岩となっているクチャ21検体とした。

また、島尻マージにクチャ客土された土壌サンプル3検体も用いた。

3. 試験方法

(1) 水分散性土粒子の浸出試験

風乾した土壌等（クチャも含む。以下、土壌という）100gを500ml有詮メスシリンダーに入れ、蒸留水又は清浄な水道水で500mlにメスアップし1分間（30回）上下転倒後、1分間静置し上澄みの400mlを分取、試験濁水とした。この試験濁水（浸出濁水）のS Sや粒度分布を測定した。

S SはJIS K 0102に準じて測定し、粒度分布は、島津製作所製レーザー回折式粒度分布測定装置SALD-3000で測定した。

この操作を同じ土壌について連続5回行い、1回から5回までのS S濃度の合計量から浸出量を算出した。

(2) 沈降試験

浸出試験で得られた濁水を濁度で5,000～30,000mg/lの濃度に調整後、100mlの有詮メスシリンダーに取り、一定時間経過後、水面下3cmの場所からメスピペットで5ml分取し濁度を測定した。濁度は、東京電色社製積分球光電散乱光度計MODEL T-2600Dで測定した。

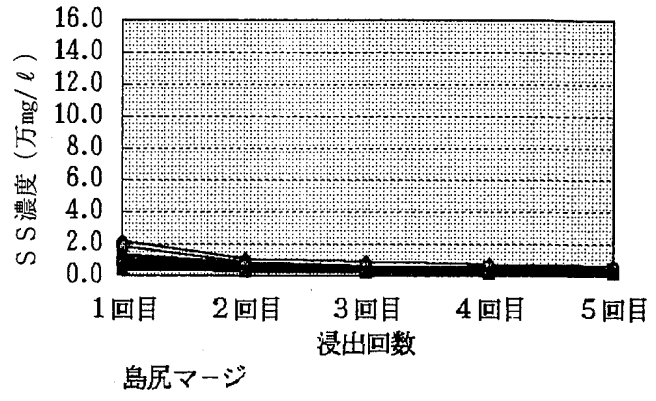
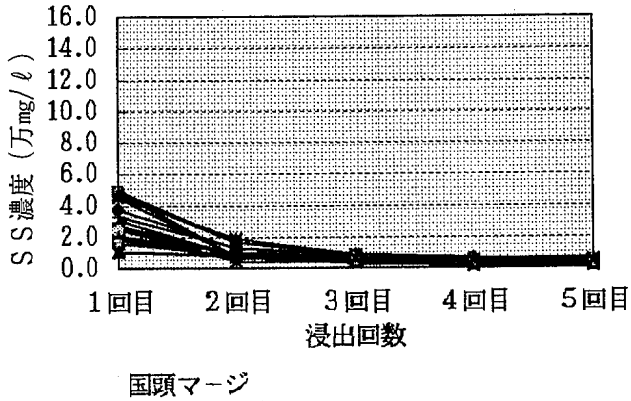
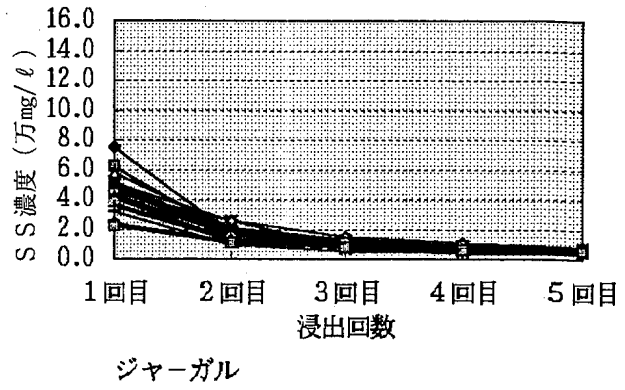
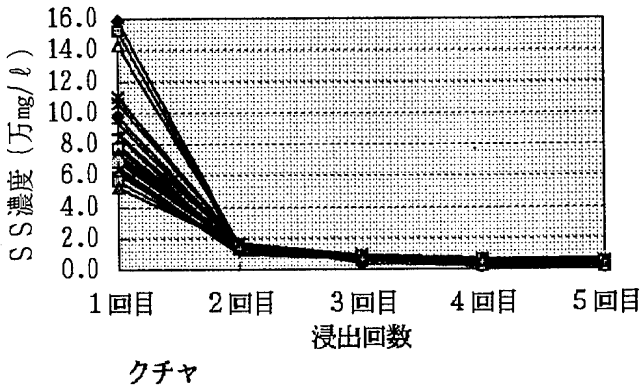


図1. 各土壌の浸出回数別SS濃度.

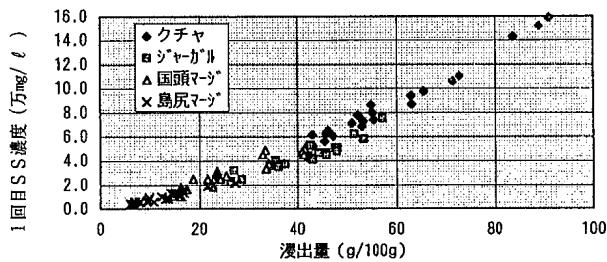


図2. 土壌別浸出量と1回目SS濃度.

(3) 土壌の粒度分布

土壌の有機物分解は、土壌環境分析法³⁾の粒径組成の測定法に準じた。

風乾細土 10g を500ml 容トルビーカーにとり、10% 過酸化水素水50ml を加え加熱し有機物を完全に分解除去した。分解後、蒸留水で500ml にメスアップし、上記測定装置SALD-3000で測定した。

III 結果及び考察

1. 土壌の水分散性土粒子の浸出特性

これまで土壌侵食に及ぼす因子として土壌の粒径、団粒化度、分散性及び浸透性など多くの指標が提案され侵食との関係が論議⁴⁾されているが、一つの因子で侵食性を評価するには至っていない。

今回用いた指標は土壌の粒径、団粒化度及び分散性の

三つの因子を包括した指標として考えている。このため、浸出濁水のSS濃度を用いて土壌等の侵食の大小を評価することが十分可能だと思われる。

(1) 浸出濁水のSS濃度と浸出量の関係

図1に土壌ごとの1回目から5回目の測定値を示した。この図から、各土壌とも1回目のSS濃度に対し2回目以降の濃度はかなり低く、さらに土壌間の濃度差がほとんどない。

1回目の浸出濁水のSS濃度と浸出量の関係を図2に示す。この図から、1回目のSS濃度と浸出量には正の高い相関関係 ($r=0.972$) があり、浸出試験を一回実施するだけでその土壌の侵食性を十分評価できることを示している。

そこで、1回目の浸出SS濃度（以下、浸出SS濃度という）の平均値を土壌間で比較すると、クチャが最も高く87,400mg/l、ジャーガル44,200mg/l、国頭マーヅ28,600mg/l、島尻マーヅ9,400mg/lの順になる。ジャーガルと国頭マーヅ、国頭マーヅと島尻マーヅとの間で平均値の差の検定を行うと危険率1%で有意差ありの結果となった。

これまで、国頭マーヅは他の土壌に比べ侵食に対し最も弱いとされされてきたが、今回の試験ではクチャやジャーガルの方が浸出量も多く侵食を受け易いという結果になっ

た。

また、サンプル数が3カ所と少ないが島尻マージにクチャが客土された土壤では、浸出SS濃度の平均値が33,700mg/lと高くなる。この数値からすると、国頭マージやジャーガル並に侵食を受けやすくなる。

それぞれの土壤等の特徴を上げると次のようになる。

1) クチャ

浸出SS濃度は、52,000~160,000mg/lとかなり広範囲に分布する。

特に具志頭、佐敷、大里、知念などのサンプルは浸出SS濃度が10万mg/lを越え、クチャの70%以上が水により分散し易い土粒子となっている。

実際、大里村や南風原町の開発現場では高濃度濁水の流出や沈砂池がすぐに埋まる現象が起きている。

2) ジャーガル

浸出SS濃度は、22,000~71,000mg/lの範囲に分布する。

最も頻度の高い濃度は4万~5万mg/lと高濃度付近に分布するため、クチャに次いでSS濃度が高くなる。

今回の試料はほとんどが農地からのサンプルであるが、採取時にクチャの団塊や破砕片が見られるなど、客土の影響がかなりあるものと予測される。

3) 国頭マージ

浸出SS濃度は、7,000~50,000mg/lと低い濃度からわりと高い濃度まで広範囲に分布する。最も頻度の高い濃度は、1万~3万mg/lとなっているが、個々の土壤間でのばらつきが大きい。濃度が低くなるサンプルでは、団粒構造の発達が見られるが、逆に濃度の高いサンプルでは、土粒子間の結合力が弱く水を加えるとすぐに分散する特徴を持っている。

4) 島尻マージ

浸出SS濃度は3,000~21,000mg/lと低く、分布範囲も狭い。

1万mg/l以下の土壤が多く、60%以上を占めている。土壤の中では最も浸出されにくい。浸出試験後の土壤の沈底容積(メスシリンダーの底の方に沈んでいる土壤の容積)が大きく土粒子間に空隙が多く見られるなど、他の土壤に比較し団粒構造の発達が良く見られる。

5) 島尻マージ+クチャ

浸出SS濃度は16,000~60,100mg/lと高くなる。

客土量ははっきりしないが、明らかにクチャによる影響を受けている。特に6万を越えるサンプルでは、クチャの固まりが多数見られるのに対し島尻マージの量は少ない。このため、浸出試験後の沈底容積が小さく、団

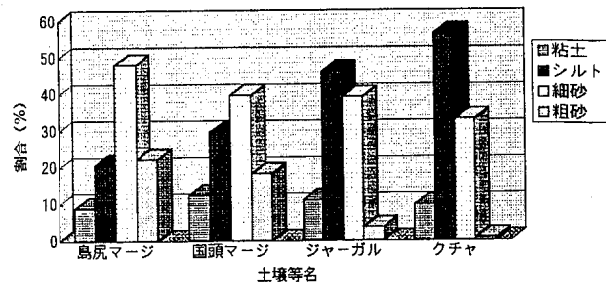


図3. 土壤等の粒度分布.

表1. 土壤粒子の名称と粒径.

粒子名	直径 (mm)
粗砂	2.0~0.2
細砂	0.2~0.02
シルト	0.02~0.002
粘土	<0.002

粒構造は見られない。

(2) 粒度分布

1) 土壤

浸出試験に用いた土壤の粒度分布を図3に示す。

粒径画分は国際土壤学会法に準じて行った(表1)。

国頭マージは粗砂が18.3%, 細砂39.8%, シルト29.6%, 粘土は12.4%となる。他の土壤と比較して粘土含量が最も高く、粗砂も島尻マージに次いで高い。

また、国頭マージの特徴として個々の土壤によって粒度分布に大きなバラツキがある。

島尻マージは粗砂が22.2%, 細砂48.1%, シルト20.8%, 粘土が8.9%となり、シルトと粘土の割合が他の土壤に比較し低く、細砂の割合が最も高い。

ジャーガルは粗砂が3.6%, 細砂39.2%, シルト46.2%, 粘土が11.0%となり、シルトと粘土割合は高く、逆に粗砂は低くなる。

クチャもジャーガルと同様な傾向を示し、粗砂が0.6%, 細砂33.2%, シルト56.6%, 粘土9.7%となる。粗砂の割合が1%以下と極端に低く、シルトの割合が最も高い。

このように、国頭マージや島尻マージでは粗砂、細砂と粒子径の大きな土粒子が多くなるのに対し、逆にクチャやジャーガルではシルト、粘土の割合が高くなる。

シルト以下の割合で比較した場合、クチャが65.8%と最も高く、次にジャーガルで55.5%, 国頭マージ41.9%, 島尻マージ29.7%の順となる。

2) 浸出濁水

浸出濁水の粒度分布を図4に示す。

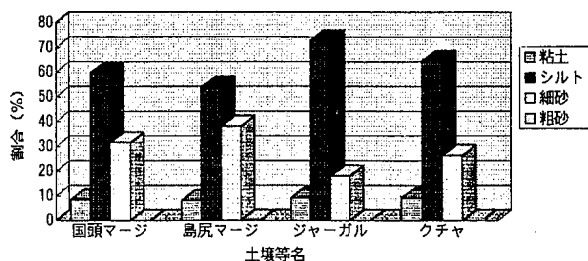


図4. 浸出濁水 (室内試験) の粒度分布.

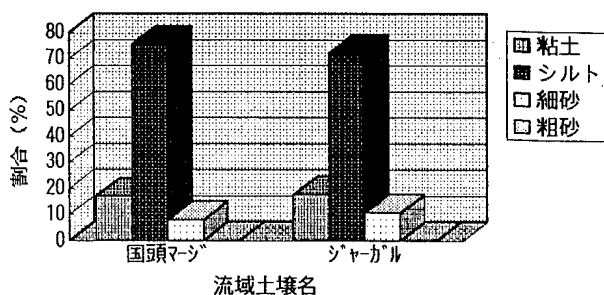


図6. 河川水の粒度分布.

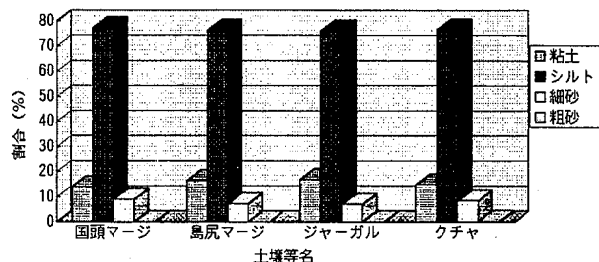


図5. 流出源濁水の粒度分布.

各土壌ともシルト部分が55~70%と最も高く、次に細砂が20~35%で粘土は10%前後と同様な傾向を示す。粗砂はほとんど含まれない。

土壌の粒度分布は細砂の占める割合が高く、また土壌間でかなり差があるのに対し、浸出濁水ではシルト以下の部分が65%以上を占めると同時に、土壌間であまり差がない。

3) 流出源濁水及び河川水

降雨時(後)に開発事業や農地から流出した濁水の粒度分布を図5に、河川水の粒度分布を図6に示す。

流出源濁水では各土壌とも、シルト部分が70%以上を占め、次に粘土が10~20%で細砂が10%以下と全く同じような傾向を示した。粗砂はほとんど含まれず、シルトと粘土が90%以上と大部分を占めている。

河川水でも、流出源濁水と同様な傾向を示しシルト以下の占める割合が90%以上となる。

このように実際に土壌が侵食を受ける場合、土壌自身の粒度組成に左右されることなくシルト以下の土粒子が濁水となって流出していることがわかる。

この流出源濁水に対し、室内試験では粒子径の大きい土粒子までが浸出するため細砂の割合が2~3倍高く、浸出SS濃度も高くなる。

(3) 土壌のシルト以下の割合と浸出SS濃度との関係

流出源濁水の粒度分布は、シルト以下の土粒子の挙動が土壌侵食に大きく影響していることを示している。

そこで、浸出試験に用いた土壌のシルト以下の割合と浸出濁水のSS濃度との関係を示したのが図7である。

全体的に見るとシルト以下の割合が高くなると、SS

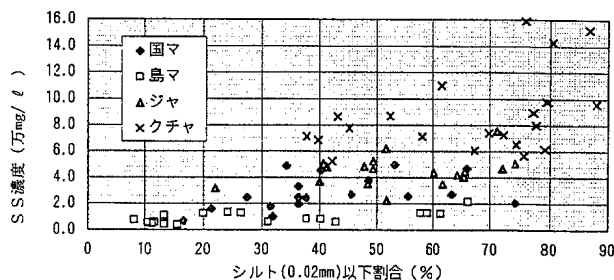


図7. 土壌別のシルト以下割合と浸出SS濃度.

濃度の最高値も高くなる傾向にある。

しかし各土壌別に見ると、特に島尻マージではシルト以下の割合が60%と高くなっても、SS濃度は2万mg/l以下と低く土粒子が浸出しにくいことがわかる。この原因として土壌の持つ理化学的性質が上げられるが、その中でも土壌の団粒化が最も大きな要因だと考えられる。

また、国頭マージやジャーガルでもシルト割合が高くなっても濃度の低いサンプルがあり何らかの原因が考えられる。

そこで、島尻マージやジャーガルなどいくつかのサンプルについて、土壌団粒を破壊した場合に浸出SS濃度がどのように変化するか試験を行った。団粒の破壊は、浸出試験を行う前に土壌サンプルに水を加え葉サジで機械的に行った。団粒破壊前のシルト以下の割合と浸出SS濃度の関係を図8; 団粒破壊後の結果を図9に示した。

団粒が破壊されるとジャーガルや国頭マージでは、浸出SS濃度が3倍以上に島尻マージでは9倍以上高くなる。このため島尻マージやジャーガルでも、シルト以下の割合に対応するSS濃度の最高値に近くなる。

この結果から、土壌の団粒構造が土粒子の浸出を大きく抑制していること、そしてこれ以外にも何らかの原因があることが示唆された。

(4) 実際の流出源濁水のSS濃度

これまでに測定した流出源濁水の中でSS濃度の高い上位10地点の平均値を図10に示す。

SSの最高値はクチャで78,000mg/l、ジャーガルで32,000mg/l、国頭マージで18,100mg/l、島尻マージで

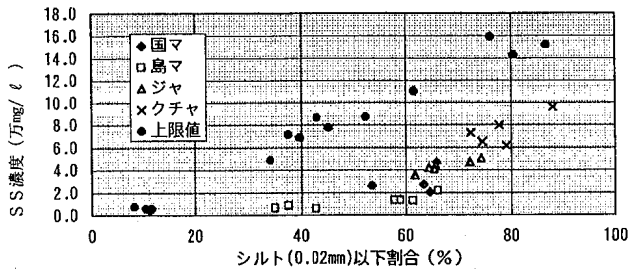


図8. 団粒破壊前のシルト以下の割合と浸出SS濃度.

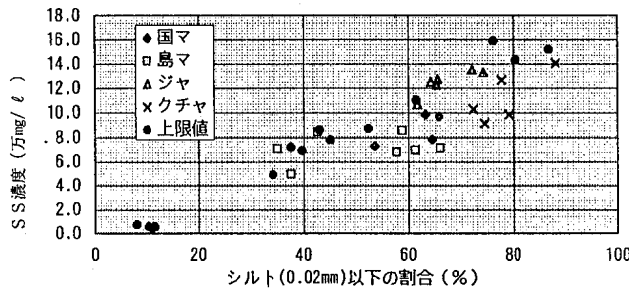


図9. 団粒破壊後のシルト以下の割合と浸出SS濃度.

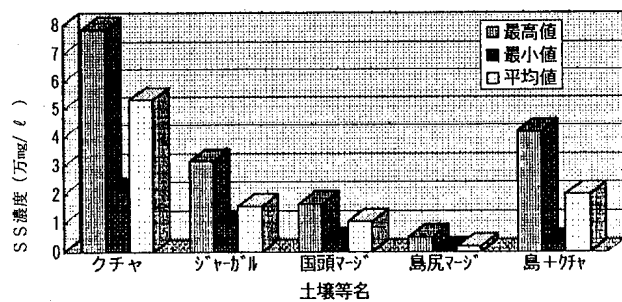


図10. 流出源濁水の上位10地点のSS濃度.

5,100mg/lとなった。島尻マージにクチャが客土された土壌では、42,000mg/lとジャーガルや国頭マージよりも高くなった。

また、平均値で比較するとクチャが53,000mg/l、ジャーガル16,000mg/l、国頭マージ10,000mg/lとなり、さきの浸出試験の結果と同様な傾向を示した。この結果からもクチャ、ジャーガルが国頭マージよりも流出しやすく、クチャでは5倍強流出しやすいことがわかる。

ここで浸出濁水(室内試験)と流出源濁水のSSの最高値を比較した場合、浸出濁水が2倍近く高くなる。これは土壌のサンプル量が100gと多いためであり、サンプル量が少なくなれば濁水濃度も低くなる。

サンプル量を50gにした場合の浸出SS濃度は、100gの約1/2に減少するため、流出源濁水のSS濃度に近くなる。

また、粒度分布はサンプル量が100gの場合に比べほとんど変わらず、若干粒径の大きな細砂の浸出が見られるようになる。

このようにサンプル量を変えても実際の流出源濁水の粒度分布を再現することはできず、今後の研究課題となった。

しかし一方では、実際の流出源でも降雨強度が強くなると粒子径の大きい土粒子が流出することがある。国頭マージやクチャ客土された島尻マージの農地では、粒径が0.5~0.8mmの粗砂まで流出している事例がある。

このような場合には、流出源濃度が浸出SS濃度に近くなる。

以上の結果は、一連の浸出試験が降雨強度の強い場合の土壌流出の実態に近いことを示している。

(5) 土壌係数Kの推定

一般的に、農地などの土壌流出量を予測するためにUSLE式⁵⁾が用いられている。

$$A = R \cdot L S \cdot K \cdot C \cdot P$$

土壌流出量(A)は降雨(R)、地形(LS)、土壌(K)、作物(C)及び保全的耕作(P)の5つの因子の積からなっている。

ここで土壌係数Kは、土壌の侵食性を示す係数で、種々の土壌に対し0.1~0.6の値が暫定的に設定されている。

これまでの研究報告⁶⁾などでは、国頭マージ0.3、ジャーガル0.2、島尻マージ0.1が一般的に与えられている。

筆者らの調査研究⁷⁾では、ジャーガルを0.3にクチャを暫定的に1.0に設定してきた。

そこで土壌の浸出SS濃度を用いて、直接土壌係数を推定した。

浸出SS濃度の平均値は、クチャが8.7万、ジャーガル4.3万、国頭マージ2.8万で島尻マージが1.0万となる。

この数値からすると、国頭マージと島尻マージについては浸出SS濃度の1/10万が、これまでの土壌係数の暫定値と同じ値となっている。

そこで、クチャやジャーガルについても、これまでの試験結果から、浸出SS濃度の1/10万を土壌係数として暫定的に用いることが可能である。

各土壌の土壌係数は、クチャを0.9、ジャーガル0.4、国頭マージ0.3そして島尻マージを0.1と設定することができる。

しかし、ここで注意すべきはこの値はあくまでも平均的な数値であって、個々の土壌によっても土壌係数が大きく変わることを常に認識しておく必要がある。

2. 土粒子の沈降特性

満本らが沈降管を用いて1994年に沈降試験⁸⁾を行っているが、同じ土壌サンプルで室内試験(シリンダー試験)を実施し同様な結果が得られた。大容量の沈降管に比較

表2. 各土壌の沈降試験での濁度測定値.

クチャ (具志頭村) (単位: mg/l)							
初期濃度	30分	60分	90分	120分	180分	240分	
30,000	4210	1070	592	415	250	165	
20,000	4400	1480	752	471	266	175	
15,000	3550	2550	1720	1180	597	320	
10,000	2350	1990	1700	1500	1050	860	
5,000	1150	964	863	777	568	516	

国頭マージ (恩納村) (単位: mg/l)							
初期濃度	30分	60分	90分	120分	180分	240分	
30,000	85	82	82	75	66	34	
20,000	143	122	105	92	81	38	
15,000	170	141	128	105	83	48	
10,000	227	157	135	106	93	55	
5,000	180	158	140	116	79	57	

ジャーガル (大里村) (単位: mg/l)							
初期濃度	30分	60分	90分	120分	180分	240分	
30,000	4300	1550	1030	820	530	414	
20,000	6400	2970	1820	1360	842	654	
15,000	6060	4100	2740	1980	1210	867	
10,000	4540	3690	3050	2640	1810	1260	
5,000	2200	1900	1700	1650	1330	1080	

島尻マージ (本部町) (単位: mg/l)							
初期濃度	30分	60分	90分	120分	180分	240分	
30,000	118	75	51	43	30	24	
20,000	174	110	97	83	62	40	
15,000	193	134	126	98	71	50	
10,000	317	230	195	165	112	71	
5,000	492	334	248	194	134	82	

し、濁水が少量で済み、初期濃度を一定に調整することも容易かつ操作が簡単なことから、沈降試験として十分活用できるものと考えている。

一般的に、土粒子の沈降は、粒子の大きさだけでなく粒子間の相互作用など土壌の理化学的性質に影響され、pHや陽イオン交換容量(CEC)が高くなると沈降が遅くなると考えられている。

そこで、浸出試験で得られた濁水を用いて濃度、粒径と沈降速度との関連性を明らかにするために沈降試験を行った。

(1) 濃度別沈降速度

初期の濁度を5,000~30,000mg/lに設定し、時間経過による濁度の変化を調べた。

各土壌の沈降試験結果の中から典型的なサンプルを表2に示した。

今回用いた沈降速度(濃度減少速度)は、次式のように定義した。

$$\text{沈降速度 (mg/l/分)} = (A - B) / 30分$$

A : 初期濃度 (mg/l)

B : 30分後の濃度 (mg/l)

国頭マージでは、初期濃度が高くなる程30分後の濃度は逆に低くなり、沈降速度が大きくなる結果となった。

一方、ジャーガルでは、初期濃度が高くなると30分後の濃度も高くなる傾向を示し、国頭マージほど沈降が遅くなることはない。しかしジャーガルでも、初期濃度が高くなるほど沈降速度は大きくなる。

島尻マージの場合にはその沈降パターンが、ジャーガ

ルに類似しているものと国頭マージに類似するもの2つのパターンがある。しかしいずれのパターンも、初期濃度が高くなるほど、沈降速度は大きくなる。

このように、各土壌濁水とも5,000~30,000mg/lの濃度範囲では、初期濃度が高くなるほど沈降速度は大きくなる傾向にある。

以上のことから、土粒子の沈降速度を比較する場合、初期濃度によって沈降速度が大きく変化することに注意を払う必要がある。

次に、土壌間の沈降速度を比較すると、ジャーガルが最も沈降が遅く島尻マージ、国頭マージと速くなる。

特に国頭マージでは、10分後の濁度が100mg/l以下となり他の土壌に比較し沈降速度が極めて速い。

これは濁水濃度が高くなると個々の粒子が干渉しあうために凝集を起こし、大きなフロックとなって沈降(凝集沈降)⁹⁾するためだと考えられる。

このことから、実際の流出源などでは国頭マージだと3万~4万mg/l高濃度の濁水が発生しても凝集沈降が直ぐに起り、濁水濃度が1万~2万mg/lと低くなって流出する可能性が高い。

これに対しジャーガルやクチャでは、一旦7万~8万mg/lの高濃度濁水が発生しても、土粒子が沈降しにくいためそのまま高濃度で流出ことが予測される。

一方島尻マージでも沈降速度は比較的遅いが、発生する濁水濃度が2万mg/l以下と低いため、流出する濁水もそれほど高くない。

このような性質は、土壌クラストの形成にも深く影響

するものと推察される。

国頭マージは粘土含量が高く、高濃度の濁水が発生すると直ぐに凝集沈降を起こすため、土壌表面に容易にクラストが形成されるものと考えられる。

これに対し、クチャやジャーガルでは、一旦発生した高濃度濁水がそのまま流出するため、クラスト形成は国頭マージに比較し起こりにくいと考えられる。一方、島尻マージでは濁水濃度が低く、沈降も遅いためクラストの形成は最も起こりにくいものと予測される。

(2) pH・粒径別沈降特性

土粒子の沈降に際し、粒径やpHと沈降速度の間どのような関連性があるかを解析するために、各土壌濁水の初期濁度を1万mg/lに設定し、沈降試験を行った。

1) pH別

pHと沈降速度の関係を示したのが図11である。

国頭マージは、ほとんどのサンプルがpH6.0未満と低くそのため沈降が速くなる。逆にジャーガルではpHが8.0以上あるため、沈降は遅い領域に分布する。

クチャもpH8.0以上であるが、沈降が速いサンプルと遅いサンプルがある。

他方島尻マージはpHが6.0~8.0付近に広く分布するため、沈降が速いサンプルから遅いものまで幅が広い。

このように、pHが8.0以上になると沈降速度は150~330mg/l/分と広い範囲に分布するが、pHと沈降速度との関連性は低い。

pH6.0~8.0では、測定データが少ないがpHの上昇と共に沈降速度が小さくなる傾向にある。

pH6.0未満では、すべてのサンプルで凝集沈降が起こりやすく沈降速度も330mg/l/分前後と大きくなる。

そこでクチャ、ジャーガル、島尻マージ濁水のpHを0.1NHClで、国頭マージは0.1NNaClで6.0~9.0に調整し沈降試験を行うと表3のような結果が得られた。

クチャ、ジャーガル、島尻マージでもpHを7.0以下に低くすると明らかに沈降が速くなり、逆に国頭マージではpHを高くすると沈降が遅くなる結果となった。

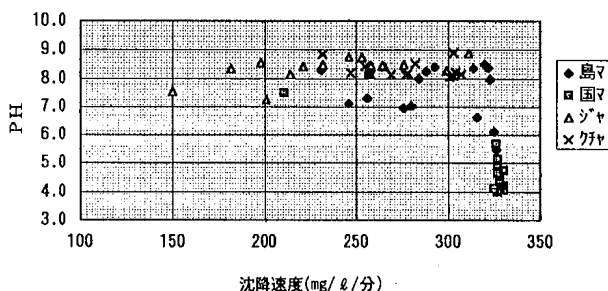


図11. pH別沈降速度 (濃度1.0万mg/l).

このように土壌の種類に関係なく濁水濃度が1万mg/lだと、pHが低く酸性側になると沈降が速く、逆にアルカリ側になると遅くなる。

実際のデータ数は少ないが、国頭マージの流出源濁水でSS濃度が6,000~9,000mg/l付近のサンプルの場合、pHが6.5付近になると沈降は遅くなる。

また、SS濃度が2,000mg/l前後だと、pHが4.8と低くても沈降が遅くなることがある。今回できなかった5,000mg/l以下の濃度での沈降試験が今後の研究課題となっている。

2) 粒径別

メディアン径と沈降速度の関係を示したのが図12である。メディアン径が大きくなると沈降も遅くなり沈降速度はある一定数値以下に分布するようになる。

メディアン径と沈降速度との関連性を見るためにpH8.0以上、pH6.0~8.0、pH6.0未満の3つのグループにわけてデータを解析した。

pH8.0以上では、メディアン径が小さくなると沈降速度も小さくなる傾向にある。

pH6.0~8.0では、メディアン径が小さくなると沈降速度も小さくなる傾向にある。

pH6.0未満では、メディアン径に関係なく沈降速度は大きくなる。

以上のことから、次のような結論が得られた。

濁水のpHが6.0未満になると土壌の種類や粒径、濁水濃度(5,000~30,000mg/l)などに関係なく沈降は速くなり、pHだけが沈降を支配する制限因子となる。

表3. 初期濃度が1万mg/lのpH別の濁度測定値。

クチャ (大里村)					ジャーガル (佐敷町)				
単位: mg/l					単位: mg/l				
pH	30分	60分	90分	120分	pH	30分	60分	90分	120分
9.0	4620	3470	1880	1060	9.2	5880	4190	2440	1610
8.2	144	80	74	69	8.2	1950	1650	1200	980
7.2	65	67	54	53	7.2	327	195	120	82
6.2	81	62	53	52	6.2	176	115	68	63
5.2	75	58	50	48	5.2	122	60	49	35

国頭マージ (東村)					島尻マージ (平良市)				
単位: mg/l					単位: mg/l				
pH	30分	60分	90分	120分	pH	30分	60分	90分	120分
9.2	5060	4240	3570	3050	9.2	2090	1720	1470	1240
8.2	1310	1120	970	886	8.0	1200	570	370	270
7.2	248	139	112	96	6.2	185	107	95	77
5.8	169	99	76	67	5.2	167	117	101	80

濁水のpHが8.0を越えると、メディアン径が小さくなる程沈降も速くなり、粒径の大小が沈降を左右するようになる。

3. 試験結果の一覧を表4～6に示す。

IV まとめ

1. 今回の一連の試験結果は以下のようになる。

- (1) 土壤の水分散性土粒子の浸出量
クチャ>ジャーガル>国頭マージ>島尻マージ
- (2) 流出源濁水の上位10サンプルのSS濃度の平均値
クチャ>ジャーガル>国頭マージ>島尻マージ

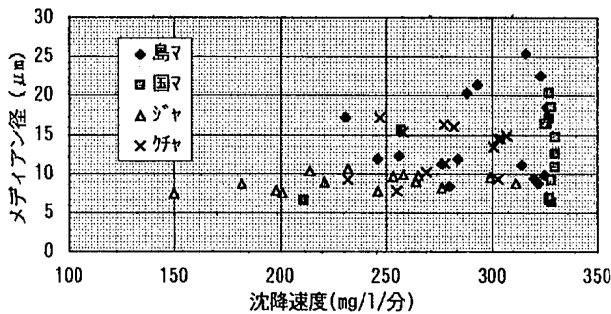


図12. 粒径別沈降速度 (濃度1.0万mg/l)。

(3) 流出源濁水の粒度分布は、発生源の土壤に関係なく全く同様な傾向を示し、シルト以下の割合が90%以上となる。これは、シルト以下の土粒子が侵食を支配していることを示している。

- (4) 土壤のシルト以下の占める割合
クチャ>ジャーガル>国頭マージ>島尻マージ
これまで国頭マージの侵食がジャーガルに比べ大きいとされ問題とされてきた。

しかしながら、上記結果などを総合的に判断する限り、クチャやジャーガルの方が侵食に対し弱いことが結論される。但し、今回用いたジャーガル試料は、既にクチャ客土された農地からサンプリングしたのも多く、客土によるプラスの影響がかなり有ることが予測される。

2. 土壤係数Kの推定

浸出SS濃度の結果より、各土壤等の土壤係数を暫定的に次のように設定することが可能である。

クチャ	0.9	国頭マージ	0.3
ジャーガル	0.4	島尻マージ	0.1

3. クチャの浸出特性

クチャの浸出量は、国頭マージに比較し3倍以上多く、極めて侵食に弱い結果となった。

他の土壤では多少なりとも腐植などによる団粒化が起

こるが、逆にクチャではスレーキングによる土粒子間の破壊や結合力低下が起こるためだと考えられる。

4. 土粒子の沈降特性は、次のようになる。

土壤の沈降を議論する場合、濁水の初期濃度を一定にして比較検討することが必要である。

(1) 各土壤とも濁水の初期濃度が1～3万mg/lと高くなると沈降は速くなる。

特に国頭マージは、初期濃度が高くなるほど沈降が速くなる。これに対しクチャやジャーガルの沈降は、初期濃度が高くなっても国頭マージに比べそれほど速くならない。

(2) 土壤の沈降速度は、国頭マージが最も大きく以下次のようになる。

国頭マージ>島尻マージ>ジャーガル、クチャ
(3) 濁水のpHが6.0以下に低くなると、土壤に関係なく沈降は速くなる傾向にある。

pHが8.0以上になると、土粒子は沈降が遅くなる。

V 参考文献

- 1) 翁長謙良 (1986) 沖縄島北部地方における土壤侵食の実証的研究, pp.185-198.
- 2) 沖縄県農業試験場化学部土壤保全研究室 (1998) 農地からの細粒赤土流出防止技術の確立. 平成8年度土壤保全試験成績書, pp.31-32.
- 3) 土壤環境分析法編集委員会 (1997) 土壤環境分析法. 博友社, 東京, pp.24-26.
- 4) 渡嘉敷義浩・山田隆弘・志茂守孝・翁長謙良 (1994) 沖縄本島における造成土壤の表土とその流出土の物理性. 日本土壤肥料学会誌, 65: 115-124.
- 5) 農林水産省構造改善局計画部 (1992) 土地改良事業計画指針: pp.158-171.
- 6) 沖縄県環境保健部環境保全課 (1995) 宮良川流域赤土流出実態調査報告書: pp.79-80.
- 7) 比嘉榮三郎・大見謝辰男・花城可英・満本裕彰 (1995) 沖縄県における年間土砂流出量について. 沖縄県衛生環境研究所報, 29: 83-88.
- 8) 満本裕彰・大見謝辰男・比嘉榮三郎・花城可英 (1994) 土壤微粒子の沈降時間について. 沖縄県衛生環境研究所報, 28: 77-81.
- 9) 小林勲・今野昭三・岩崎光美 (1995) 建設工事における濁水・泥水の処理工法. 鹿島出版会, 東京, pp.30-32.

表4. 土壌等の粒度分布.

(単位: 粒子径: μm , 粘土等: %)

No	土壌等	市町村名	場所	粒子径			粘土 0.002	シルト 0.02	細砂 0.2	粗砂 2.0
				最小	最大	メディアン				
1	国頭マージ	東 村	平 良	0.40	1104.0	111.8	12.8	21.5	28.7	37.1
2	国頭マージ	宜野座	垣ノ外	0.40	336.4	60.9	18.8	18.8	58.9	3.6
3	国頭マージ	宜野座	垣ノ外	0.40	1104.0	145.1	6.6	10.0	43.1	40.3
4	国頭マージ	名護市	為 又	0.40	1345.8	182.7	6.7	14.7	29.1	49.5
5	国頭マージ	恩納村	赤 間	0.33	742.9	69.6	15.9	20.4	46.4	17.4
6	国頭マージ	恩納村	宇加地	0.40	336.4	42.6	12.0	28.2	55.6	4.1
7	国頭マージ	石川市	肥 前	0.40	1640.6	164.3	12.8	23.5	15.4	48.4
8	国頭マージ	金武町	伊 芸	0.40	336.4	23.8	10.2	38.4	46.9	4.6
9	国頭マージ	宜野座	前 山	0.40	276.0	17.3	13.9	39.3	46.3	0.4
10	国頭マージ	読谷村	座喜味	0.40	499.9	60.3	11.8	24.4	53.6	10.2
11	国頭マージ	東 村	川 田	0.40	1104.0	105.6	14.6	25.7	19.6	40.1
12	国頭マージ	石川市	石 川	0.40	2000.0	234.0	7.9	19.6	17.9	54.6
13	国頭マージ	石垣市	崎 枝	0.40	336.4	66.7	10.5	21.5	63.5	4.5
14	国頭マージ	竹富町	中 野	0.40	609.4	58.8	10.9	20.7	55.8	12.7
15	国頭マージ	本部町	大嘉陽	0.35	365.0	10.1	11.7	51.5	33.6	3.2
16	国頭マージ	国頭村	宇 嘉	0.43	365.0	15.8	13.1	42.4	42.4	2.1
17	国頭マージ	今帰仁村	ヒナマタ	0.43	365.0	10.9	9.8	56.1	32.4	1.7
18	国頭マージ	金武町	金 武	0.28	103.1	8.4	22.6	51.8	25.6	0.1
19	国頭マージ	名護市	久 辺	0.35	450.6	25.7	12.5	33.1	41.8	12.7
20	島尻マージ	糸満市	米 須	0.40	1104.3	172.4	6.0	7.4	39.4	47.3
21	島尻マージ	本部町	瀬 底	0.40	742.9	121.9	4.7	8.6	53.2	33.5
22	島尻マージ	糸満市	武 富	0.40	1104.0	167.5	3.4	4.8	46.8	45.0
23	島尻マージ	東風平町	八重瀬	0.40	742.9	109.2	3.0	8.7	61.4	26.9
24	島尻マージ	浦添市	当 山	0.40	336.4	12.9	13.6	44.2	39.1	3.1
25	島尻マージ	宜野湾市	我如古	0.40	742.9	152.4	4.8	8.6	45.4	41.2
26	島尻マージ	嘉手納町	比 謝	0.40	742.9	150.0	3.6	7.6	48.9	39.9
27	島尻マージ	下地町	来 間	0.40	499.9	69.4	5.1	14.9	68.3	11.7
28	島尻マージ	読谷村	座喜味	0.40	499.9	31.9	9.3	30.9	52.6	7.2
29	島尻マージ	今帰仁村	仲宗根	0.40	499.9	60.9	6.9	17.3	65.3	10.5
30	島尻マージ	平良市	狩 俣	0.40	742.9	109.0	5.1	10.5	55.5	28.9
31	島尻マージ	玉城村	糸 数	0.33	1594.7	29.1	14.0	28.8	11.3	45.9
32	島尻マージ	勝連町	平安名	0.33	365.0	12.2	20.3	38.5	40.5	0.7
33	島尻マージ	読谷村	儀 間	0.33	686.7	31.3	10.0	27.7	55.2	7.2
34	島尻マージ	玉城村	百 名	0.33	1046.4	139.5	2.9	7.5	50.9	38.6
35	島尻マージ	具志川市	赤 野	0.33	365.0	12.3	16.0	45.4	38.0	0.7
36	島尻マージ	平良市	久 貝	0.33	1291.8	90.9	10.0	16.5	43.4	30.1
37	島尻マージ	知念村	久手堅	0.33	450.6	37.1	9.8	21.3	66.1	2.8
38	島尻マージ	今帰仁村	諸 志	0.33	450.6	8.4	20.2	45.9	32.9	1.1
39	島マ+クチャ	玉城村	糸 数	0.43	450.6	10.2	11.1	56.1	31.1	1.8
40	ジャーガル	中城村	南上原	0.40	742.9	101.5	6.6	30.4	47.7	15.3
41	ジャーガル	具志頭村	具志頭	0.40	276.0	37.3	7.8	33.4	54.5	4.3
42	ジャーガル	糸満市	名 城	0.40	336.4	22.5	10.0	38.5	48.9	2.6
43	ジャーガル	大里村	嶺 井	0.40	905.6	32.4	8.0	32.6	45.9	13.4
44	ジャーガル	豊見城村	与 根	0.40	336.4	34.2	10.2	29.7	55.8	4.2
45	ジャーガル	東風平町		0.40	336.4	21.8	11.3	38.1	47.9	2.7
46	ジャーガル	佐敷町	新 里	0.33	226.4	12.4	14.9	49.3	35.8	0.1
47	ジャーガル	北中城村	仲 順	0.40	336.4	19.2	10.0	41.8	46.1	2.2
48	ジャーガル	知念村	安座真	0.40	336.4	14.1	8.8	51.3	38.3	1.6
49	ジャーガル	西原町	翁 長	0.33	336.4	21.7	15.2	34.2	48.7	1.9
50	ジャーガル	糸満市	真栄平	0.40	276.0	22.9	9.9	38.0	51.7	0.5

表4. つづき

(単位: 粒子径: μm , 粘土等: %)

No.	土壌等	市町村名	場所	粒子径			粘土 0.002	シルト 0.02	細砂 0.2	粗砂 2.0
				最小	最大	メディアン				
51	ジャーガル	具志川市	前原	0.40	336.4	8.7	10.5	60.7	26.7	2.1
52	ジャーガル	与那城町	宮城島	0.33	336.4	19.1	15.9	35.7	46.4	2.0
53	ジャーガル	東風平町	富盛	0.40	194.0	11.7	10.1	55.2	34.6	0.2
54	ジャーガル	豊見城村	保栄茂	0.40	194.0	9.3	10.7	61.4	27.7	0.2
55	ジャーガル	糸満市	武富	0.43	365.0	13.3	10.2	51.5	37.5	0.8
56	ジャーガル	具志川市	前原	0.43	1291.8	12.7	11.1	45.4	25.0	18.5
57	ジャーガル	与那城町	屋ヶ名	0.43	157.2	8.1	11.3	64.3	24.4	0.0
58	ジャーガル	南風原町	山川	0.43	365.0	10.8	10.8	54.9	32.3	2.1
59	ジャーガル	西原町	宮城	0.43	450.6	6.2	13.0	61.4	17.3	8.3
60	クチャ	西原町	南上原	0.43	127.3	15.5	9.4	48.6	42.0	0.0
61	クチャ	大里村	仲程	0.49	226.4	8.2	10.7	69.8	19.5	0.1
62	クチャ	大里村	目取間	0.43	103.1	9.1	8.9	70.6	20.5	0.0
63	クチャ	大里村	仲程	0.35	295.7	17.3	11.1	41.3	47.4	0.2
64	クチャ	具志頭村	具志頭	0.33	336.4	8.6	15.8	57.3	23.7	3.2
65	クチャ	知念村	久手堅	0.40	336.4	14.5	8.6	53.0	35.8	2.7
66	クチャ	豊見城村	保栄茂	0.40	336.4	29.9	8.3	31.5	58.0	2.3
67	クチャ	豊見城村	渡橋名	0.43	239.7	24.0	8.5	34.7	56.7	0.2
68	クチャ	与那城町	西原	0.43	83.6	9.3	10.0	67.9	22.2	0.0
69	クチャ	与那城町	宮城	0.43	450.6	22.4	8.3	37.0	52.8	2.0
70	クチャ	佐敷町	屋比久	0.40	84.1	7.9	10.0	76.8	13.2	0.0
71	クチャ	西原町	幸地	0.40	336.4	31.8	7.9	29.8	61.0	1.4
72	クチャ	西原町	池田	0.43	295.7	11.1	9.0	63.4	27.5	0.1
73	クチャ	糸満市	武富	0.43	67.7	10.9	9.6	65.1	25.3	0.0
74	クチャ	中城村	北上原	0.40	194.0	9.2	10.2	69.1	20.8	0.0
75	クチャ	北中城村	仲順	0.43	295.7	24.5	8.5	33.7	57.5	0.3
76	クチャ	那覇市	古島	0.43	194.0	9.9	9.4	68.1	22.6	0.0
77	クチャ	東風平町	東風平	0.43	194.0	11.1	8.1	67.9	24.0	0.0
78	クチャ	玉城村	大道	0.43	83.6	6.6	11.8	76.2	12.0	0.0
79	クチャ	南風原町	宮平	0.43	194.0	11.2	9.6	60.2	30.2	0.0
80	クチャ	南風原町	新川	0.43	194.0	12.0	9.5	57.9	32.6	0.0

表5. 流出源濁水の粒度分布及びSS濃度.

表の分類は以下のとおりとした.

公共事業

- A 農用地開発, 土地改良, 農地保全事業など
- E 宅地造成
- F 土地区画整理事業
- G 公園事業
- H 施設, 敷地造成
- J 道路工事

民間事業

- T リゾート関連
- U 民間その他造成
- 既存地目等
- W 農地
- X 土取り場
- Y 既存地目その他

(単位: 粒子径 μm , 粘土等 %)

No.	採水年月日	分類	市町村名	粒子径			SS					土壌名等
				最小	最大	メディアン	0.002	0.02	0.2	2.0	(mg/l)	
1	1994/01/26	J	名護市	0.43	157.2	7.5	9.7	74.8	15.5	0.0	14500	国頭マーヅ
2	1995/03/03	W	名護市	0.33	56.6	5.4	17.2	77.3	5.5	0.0	184	国頭マーヅ
3	1995/03/03	W	名護市	0.33	56.6	5.2	18.0	77.4	4.6	0.0	159	国頭マーヅ
4	1995/03/03	X	名護市	0.33	56.6	5.2	14.0	83.2	2.8	0.0	3700	国頭マーヅ
5	1995/03/30	A	恩納村	0.40	152.3	8.9	6.4	78.1	15.5	0.0	5030	国頭マーヅ
6	1995/03/30	W	恩納村	0.40	56.6	7.6	6.5	83.6	10.0	0.0	515	国頭マーヅ
7	1995/05/03	W	名護市	0.53	67.7	4.7	26.6	68.2	5.2	0.0	3850	国頭マーヅ
8	1995/06/28	W	東村	0.49	38.1	4.1	20.6	78.0	1.5	0.0	1780	国頭マーヅ
9	1995/06/28	W	東村	0.43	67.7	6.8	13.5	70.5	16.0	0.0	12300	国頭マーヅ
10	1995/09/22	W	名護市	0.33	185.7	10.1	7.3	66.7	26.0	0.0	3000	国頭マーヅ
11	1995/09/22	U	名護市	0.40	84.1	5.5	11.0	81.7	7.4	0.0	15400	国頭マーヅ
12	1995/09/22	U	今帰仁村	0.40	84.1	8.0	9.1	76.1	14.8	0.0	7800	国頭マーヅ
13	1995/09/22	W	本部町	0.33	56.6	5.7	11.1	85.0	3.9	0.0	1120	国頭マーヅ
14	1996/05/30	U	石川市	0.40	56.6	7.0	9.8	85.0	5.2	0.0	4410	国頭マーヅ
15	1996/12/13	J	国頭村	0.40	38.1	5.8	8.1	91.3	1.5	0.0	12300	国頭マーヅ
16	1996/12/18	A	名護市	0.40	56.6	5.0	15.4	79.9	4.7	0.0	774	国頭マーヅ
17	1998/01/24	W	宜野座村	0.33	25.6	2.9	29.6	70.4	0.0	0.0	398	国頭マーヅ
18	1998/02/02	J	石川市	0.40	84.1	7.6	5.9	87.2	6.9	0.0	171	国頭マーヅ
19	1998/04/14	U	金武町	0.40	84.1	7.9	7.2	82.2	10.6	0.0	3260	国頭マーヅ
20	1998/04/14	F	石川市	0.28	54.8	4.7	25.8	68.8	5.8	0.0	925	国頭マーヅ
21	1998/04/14	U	金武町	0.28	67.7	5.1	18.3	76.6	5.1	0.0	3260	国頭マーヅ
22	1998/04/22	W	金武町	0.40	56.6	4.1	27.5	64.8	7.7	0.0	824	国頭マーヅ
23	1998/05/23	X	名護市	0.40	69.0	10.6	8.7	69.8	21.6	0.0	1200	国頭マーヅ
24	1998/06/05	T	金武町	0.65	36.0	4.9	15.6	83.1	1.3	0.0	2160	国頭マーヅ
25	1998/06/05	J	金武町	0.43	194.0	8.4	9.4	67.5	23.1	0.0	18100	国頭マーヅ
26	1998/06/11	U	名護市	0.43	194.0	8.0	9.0	70.0	21.1	0.0	3000	国頭マーヅ
27	1998/06/11	W	名護市	0.65	54.82	6.8	9.4	80.8	9.8	0.0	8110	国頭マーヅ
28	1998/06/11	U	名護市	0.65	54.82	6.9	10.8	76.9	12.3	0.0	5940	国頭マーヅ
29	1998/06/11	W	大宜味村	0.65	54.82	5.7	11.0	83.4	5.6	0.0	925	国頭マーヅ
30	1998/06/11	W	大宜味村	0.65	54.82	6.4	9.7	82.3	8.1	0.0	568	国頭マーヅ
31	1995/03/17	W	読谷村	0.40	84.1	10.5	5.4	68.5	26.1	0.0	785	島尻マーヅ
32	1995/03/17	W	読谷村	0.40	84.1	8.5	6.9	80.7	12.4	0.0	330	島尻マーヅ
33	1995/03/17	W	読谷村	0.33	69.0	5.2	16.2	76.3	7.5	0.0	330	島尻マーヅ
34	1995/03/17	W	糸満市	0.40	56.6	4.5	21.2	74.0	4.8	0.0	1950	島尻マーヅ
35	1998/02/19	W	糸満市	0.73	125.0	4.4	17.6	75.5	7.0	0.0	5100	島尻マーヅ
36	1998/02/24	A	平良市	0.73	46.4	4.2	17.3	81.9	0.9	0.0	1840	島尻マーヅ
37	1998/02/24	A	上野村	0.49	25.6	3.0	28.7	71.3	0.0	0.0	1640	島尻マーヅ
38	1998/05/18	Y	大里村	0.65	29.1	3.5	20.3	79.6	0.1	0.0	1030	島尻マーヅ
39	1998/05/18	Y	玉城村	0.65	83.6	4.7	16.9	77.0	6.2	0.0	1810	島尻マーヅ
40	1998/05/18	W	具志頭村	0.65	83.6	5.2	13.6	78.7	7.7	0.0	587	島尻マーヅ
41	1998/02/18	W	玉城村	0.40	410.8	8.7	10.7	64.5	22.2	2.7	41800	島+クチャ
42	1998/02/19	W	糸満市	0.73	46.4	4.5	16.7	81.6	1.7	0.0	6230	島+クチャ
43	1998/05/18	W	玉城村	0.65	54.8	5.7	12.0	81.4	6.5	0.0	9250	島+クチャ
44	1998/05/18	W	玉城村	0.65	103.1	5.2	13.6	79.2	7.3	0.0	3600	島+クチャ
45	1994/10/11	W	南風原町	0.43	194.0	6.2	12.3	75.5	12.2	0.0	10100	ジャーガル
46	1995/03/17	W	糸満市	0.33	56.6	4.9	15.6	80.8	3.6	0.0	2320	ジャーガル
47	1995/03/17	W	糸満市	0.40	152.3	8.5	11.1	67.5	21.4	0.0	9260	ジャーガル
48	1995/03/17	W	糸満市	0.33	69.0	5.4	15.3	77.7	7.0	0.0	3980	ジャーガル
49	1995/03/17	W	糸満市	0.33	56.6	4.6	17.0	80.2	2.8	0.0	11600	ジャーガル
50	1995/03/21	W	大里村	0.33	38.1	5.3	15.9	79.8	4.4	0.0	59	ジャーガル

表5. つづき

(単位: 粒子径 μm , 粘土等 %)

No.	採水年月日	分類	市町村名	粒子径			粘土 0.002	シルト 0.02	細砂 0.2	粗砂 2.0	SS (mg/l)	土壌名等
				最小	最大	メディアン						
51	1995/06/28	W	大里村	0.65	23.6	3.4	20.9	79.0	0.0	0.0	5950	ジャーガル
52	1995/09/21	W	大里村	0.40	84.1	5.8	15.0	75.8	9.2	0.0	14200	ジャーガル
53	1995/09/21	W	大里村	0.40	56.6	5.5	15.8	79.3	5.2	0.0	8530	ジャーガル
54	1995/09/21	W	大里村	0.40	84.1	6.7	13.9	75.0	11.1	0.0	31400	ジャーガル
55	1995/09/29	W	大里村	0.40	46.4	4.6	18.7	79.5	1.8	0.0	2090	ジャーガル
56	1995/09/29	W	大里村	0.40	69.0	5.4	16.6	77.1	6.4	0.0	12300	ジャーガル
57	1995/09/29	W	大里村	0.40	38.1	3.2	27.7	71.1	1.2	0.0	1860	ジャーガル
58	1998/09/29	W	知念村	0.40	56.6	5.1	19.4	75.2	5.4	0.0	407	ジャーガル
59	1998/04/13	W	糸満市	0.33	103.1	6.5	12.1	76.8	11.2	0.0	2640	ジャーガル
60	1998/04/14	W	大里村	0.33	54.8	4.8	19.3	74.1	6.7	0.0	8140	ジャーガル
61	1998/04/14	W	大里村	0.33	194.0	6.7	14.4	66.6	19.0	0.0	11700	ジャーガル
62	1998/04/14	W	大里村	0.33	44.4	3.8	25.0	72.1	2.9	0.0	154	ジャーガル
63	1998/04/14	W	糸満市	0.33	83.6	4.5	21.0	69.9	9.1	0.0	1510	ジャーガル
64	1998/04/14	A	東風平町	0.33	54.8	4.5	21.2	73.2	5.6	0.0	8140	ジャーガル
65	1998/04/14	W	大里村	0.33	38.1	3.4	26.6	72.2	1.2	0.0	154	ジャーガル
66	1998/04/28	W	南風原町	0.53	36.0	4.6	15.5	83.7	0.9	0.0	9810	ジャーガル
67	1998/04/28	W	大里村	0.65	44.4	5.3	13.8	82.7	3.6	0.0	25800	ジャーガル
68	1998/04/28	W	大里村	0.53	365.0	6.1	12.2	76.5	9.8	1.6	16400	ジャーガル
69	1998/04/28	W	糸満市	0.65	54.8	5.2	13.9	79.4	6.7	0.0	1620	ジャーガル
70	1998/05/18	W	大里村	0.53	83.6	6.8	10.4	78.0	11.6	0.0	1620	ジャーガル
71	1998/05/18	W	佐敷町	0.43	157.2	7.7	9.7	70.1	20.2	0.0	3340	ジャーガル
72	1998/05/18	W	玉城村	0.65	54.8	5.4	12.1	82.1	5.8	0.0	2450	ジャーガル
73	1998/05/18	W	具志頭村	0.65	67.7	4.5	16.7	77.1	6.3	0.0	808	ジャーガル
74	1998/05/18	W	具志頭村	0.53	29.1	3.3	21.4	78.4	0.2	0.0	947	ジャーガル
75	1998/05/18	W	東風平町	0.35	44.4	3.4	23.1	75.8	1.2	0.0	1660	ジャーガル
76	1994/05/28	G	南風原町	0.28	67.7	3.8	22.3	75.8	1.9	0.0	4060	クチヤ
77	1994/06/15	A	豊見城村	0.43	44.4	3.9	20.7	76.0	3.4	0.0	8890	クチヤ
78	1994/06/15	A	糸満市	0.65	67.7	4.5	18.0	73.1	8.9	0.0	5360	クチヤ
79	1994/12/15	H	大里村	0.40	38.1	4.7	17.0	81.9	1.1	0.0	78500	クチヤ
80	1994/12/15	E	豊見城村	0.35	29.1	3.9	17.7	81.7	0.6	0.0	19400	クチヤ
81	1995/03/16	E	西原町	0.40	84.1	7.1	11.6	71.0	17.5	0.0	3180	クチヤ
82	1995/03/16	F	西原町	0.33	56.6	4.8	16.2	78.5	5.3	0.0	1350	クチヤ
83	1995/03/16	G	南風原町	0.40	84.1	6.6	12.7	73.9	13.4	0.0	11800	クチヤ
84	1995/03/16	H	西原町	0.40	125.0	7.3	10.6	71.4	18.0	0.0	5010	クチヤ
85	1995/03/16	A	糸満市	0.49	56.6	5.5	14.7	79.0	6.3	0.0	2170	クチヤ
86	1995/03/16	A	大里村	0.40	84.1	7.4	11.2	74.2	14.6	0.0	59400	クチヤ
87	1995/03/16	A	豊見城村	0.40	84.1	6.7	12.4	73.1	14.5	0.0	2800	クチヤ
88	1995/03/17	A	糸満市	0.40	84.1	6.7	11.3	76.4	12.4	0.0	1780	クチヤ
89	1995/04/23	U	南風原町	0.73	69.0	6.4	11.3	80.0	8.8	0.0	25100	クチヤ
90	1995/06/28	X	南風原町	0.33	69.0	5.7	16.6	75.9	7.5	0.0	6990	クチヤ
91	1995/06/28	F	西原町	0.40	84.1	6.4	11.8	77.5	10.7	0.0	14300	クチヤ
92	1995/09/29	A	知念村	0.40	84.1	7.5	9.3	76.7	14.0	0.0	312	クチヤ
93	1995/10/19	J	南風原町	0.40	69.0	5.4	15.9	75.7	8.4	0.0	6630	クチヤ
94	1996/05/28	J	東風平町	0.33	25.6	3.8	23.4	76.4	0.2	0.0	26600	クチヤ
95	1996/05/28	G	南風原町	0.40	56.6	7.2	11.6	78.4	10.0	0.0	40600	クチヤ
96	1996/12/05	H	南風原町	0.35	29.1	3.0	26.0	74.0	0.0	0.0	3850	クチヤ
97	1997/01/24	F	東風平町	0.40	46.4	7.1	7.5	88.5	4.1	0.0	437	クチヤ
98	1997/05/29	U	南風原町	0.40	69.0	8.2	7.0	83.1	10.0	0.0	6060	クチヤ
99	1998/02/18	A	大里村	0.40	499.9	9.5	9.1	63.2	22.5	5.2	29800	クチヤ
100	1998/02/18	U	大里村	0.40	226.4	8.0	10.5	68.9	20.6	0.0	40600	クチヤ
101	1998/04/14	H	東風平町	0.33	54.8	4.9	18.7	74.2	7.2	0.0	2280	クチヤ
102	1998/04/14	G	東風平町	0.33	54.8	3.4	25.7	71.8	2.5	0.0	1580	クチヤ
103	1998/04/14	G	南風原町	0.33	29.1	3.7	18.7	81.1	0.2	0.0	4840	クチヤ
104	1998/04/14	J	南風原町	0.65	23.6	4.0	17.6	82.3	0.1	0.0	1770	クチヤ
105	1998/05/18	Y	佐敷町	0.43	83.6	5.9	12.6	76.9	10.6	0.0	2860	クチヤ
106	1998/05/18	U	玉城村	0.53	54.8	6.5	11.1	80.4	8.5	0.0	31200	クチヤ
107	1998/05/18	X	具志頭村	0.65	157.2	6.5	10.7	78.9	10.3	0.0	21500	クチヤ
108	1998/06/04	U	南風原町	0.65	44.4	4.6	16.7	80.2	3.1	0.0	4390	クチヤ
109	1998/06/04	G	南風原町	0.65	67.7	5.2	13.0	80.8	6.2	0.0	7080	クチヤ

表6. 河川水の粒度分布.

(単位: 粒子径 μm , 粘土等 %)

No.	市町村名	場 所	粒子径			粘土 0.002	シルト 0.02	細砂 0.2	粗砂 2.0	流域土壌
			最小	最大	メディアン					
1	仲里村	儀間川	0.40	84.1	7.2	11.9	73.5	14.7	0.0	国頭マージ
2	仲里村	儀間川	0.40	56.6	3.8	23.1	74.5	2.4	0.0	国頭マージ
3	仲里村	儀間川	0.73	56.6	3.4	24.9	73.1	1.9	0.0	国頭マージ
4	仲里村	儀間川	0.40	69.0	6.1	14.1	74.2	11.8	0.0	国頭マージ
5	仲里村	銭田川	0.40	69.0	4.7	16.7	77.0	6.3	0.0	国頭マージ
6	仲里村	銭田川	0.40	69.0	4.6	19.9	70.9	9.3	0.0	国頭マージ
7	仲里村	銭田川	0.40	69.9	5.6	14.6	76.6	8.9	0.0	国頭マージ
8	仲里村	銭田川支流	0.40	69.0	6.4	13.8	74.2	12.0	0.0	国頭マージ
9	仲里村	銭田川	0.40	69.0	4.9	17.0	75.9	7.1	0.0	国頭マージ
10	仲里村	謝名堂川	0.60	56.6	4.2	19.1	76.9	3.9	0.0	国頭マージ
11	仲里村	真謝川	0.73	56.6	4.6	17.5	79.3	3.3	0.0	国頭マージ
12	本部町	大小堀川	0.40	56.6	4.8	15.5	83.0	3.5	0.0	国頭マージ
13	東村	宇出那覇川	0.73	69.0	8.4	6.4	81.4	12.2	0.0	国頭マージ
14	東村	フガッタ川	0.73	69.0	7.3	8.1	83.8	8.1	0.0	国頭マージ
15	東村	フガッタ川	0.73	84.1	9.8	6.3	75.7	18.0	0.0	国頭マージ
16	杵宜味	渡海川	0.73	69.0	8.9	4.8	83.5	11.7	0.0	国頭マージ
17	恩納村	渡久比那川	0.40	38.1	4.1	20.4	77.8	1.8	0.0	国頭マージ
18	名護市	部間西川	0.33	38.1	3.0	32.2	67.3	0.6	0.0	国頭マージ
19	本部町	崎本部北西川	0.33	38.1	4.1	23.0	74.5	2.5	0.0	国頭マージ
20	杵宜味	大保川	0.33	69.0	7.1	10.8	78.1	11.1	0.0	国頭マージ
21	東村	宇出那覇川	0.33	31.2	3.4	26.1	73.7	0.2	0.0	国頭マージ
22	杵宜味	渡海川	0.33	46.4	5.2	16.1	75.7	3.2	0.0	国頭マージ
23	杵宜味	アザカ川	0.33	69.0	6.2	12.9	78.9	8.2	0.0	国頭マージ
24	杵宜味	アザカ川	0.33	69.0	5.8	13.2	80.1	6.8	0.0	国頭マージ
25	国頭村	与那川	0.40	69.9	5.9	10.0	83.2	6.8	0.0	国頭マージ
26	国頭村	安波川	0.40	69.0	6.3	9.8	83.0	7.2	0.0	国頭マージ
27	石川市	加武川東	0.33	56.6	4.1	23.5	72.3	4.3	0.0	国頭マージ
28	石川市	加武川西	0.33	56.6	3.8	22.2	74.5	3.4	0.0	国頭マージ
29	石川市	石川川	0.33	69.0	4.9	18.8	71.9	9.3	0.0	国頭マージ
30	恩納村	宇加地北端川	0.33	17.2	2.7	35.0	65.0	0.0	0.0	国頭マージ
31	石川市	加武川西	0.40	84.1	9.5	10.4	60.8	28.8	0.0	国頭マージ
32	名護市	大浦川	0.33	69.0	6.3	14.5	75.8	9.8	0.0	国頭マージ
33	杵宜味	平南川	0.40	84.1	8.1	8.6	73.8	17.6	0.0	国頭マージ
34	名護市	源河川	0.40	102.5	8.6	9.2	69.9	20.9	0.0	国頭マージ
35	恩納村	幸喜川	0.35	44.4	4.1	28.2	66.5	5.4	0.0	国頭マージ
36	恩納村	赤瀬川	0.35	44.4	3.8	23.2	75.1	1.6	0.0	国頭マージ
1	糸満市	報徳川	0.73	56.6	4.9	15.4	81.3	3.4	0.0	ジャーガル
2	大里村	饒波川	0.33	56.6	4.8	20.2	72.7	7.1	0.0	ジャーガル
3	糸満市	名城川	0.40	56.6	3.3	28.0	69.4	2.6	0.0	ジャーガル
4	大里村	饒波川	0.33	127.3	6.3	16.2	69.1	14.7	0.0	ジャーガル
5	大里村	饒波川	0.33	69.0	5.7	15.7	74.2	10.1	0.0	ジャーガル
6	糸満市	報徳川	0.33	194.0	8.5	11.6	60.5	27.8	0.0	ジャーガル
7	玉城村	雄樋川	0.33	36.0	4.4	21.7	77.4	0.9	0.0	ジャーガル
8	玉城村	雄樋川	0.43	157.2	7.3	10.7	70.4	19.0	0.0	ジャーガル