

# クチャ (島尻層群泥岩) の流出についての調査研究

大見謝辰男・比嘉榮三郎・花城可英・満本裕彰

## Study of Shimajiri Mudstone Erosion

Tatsuo OMIJA, Eisaburou HIGA, Kaei HANASHIRO and Hiroaki MITSUMOTO

**Key words:** Shimajiri Mudstone, Kucha, Slaking, Erosion, SS

### I はじめに

沖縄でクチャと呼ばれる島尻層群泥岩は、沖縄島中南部、久米島、宮古島、波照間島、及び鹿児島県喜界島に分布している。クチャが風化するとジャーガルと呼ばれる土壌になり、これは県土の8%を占めている<sup>1)</sup>。ジャーガル地域では、開発事業現場から流出した濁水のSSが10,000mg/lを越える事例が頻発しており、最高値は78,500mg/lを記録している。これまで流出しやすいと評価されてきた国頭マージ地域におけるSS最高値は16,600mg/lなので、ジャーガル地域の土砂流出はかなり激しいといえる。ジャーガル地域は土層が浅いので、敷地造成工事等の現場では表土が削られほとんどクチャだけが露出している所が多い。むしろこのような開発現場から流出した濁水が高濃度を示すので、高濃度濁水の主要因は岩石として分類されるクチャであると思われる。

沖縄県では赤土等流出防止条例(以下、赤土条例と称す)が1995年10月から施行される予定であり、開発現場から流出する濁水規制のため、SSが200mg/lという排水基準値を設定した。クチャを流出している事業によっては、排出濁水濃度を現在の0.25%まで低減しなければならぬ。また、これまで問題になってきた赤土流出の機構は水食による土壌流出であるが、クチャ流出は主として表層の風化<sup>2)</sup>によるものと考えられ、流出の機構解明と防止対策の策定は急務である。

クチャは灰色で、流出してもあまり目立たないため、流出に対する関係者の意識は一般的に低い。環境保全と赤土条例のスムーズな運用のため、緊急にクチャ流出の実態を関係者に認識してもらう必要があるため、これまでの知見や状況をまとめた。

### II 濁水流出状況

#### 1. 流出源

クチャが広域に分布する沖縄島中南部は人口が集中しており、大規模開発事業は土地改良のみならず、種々の敷地造成等が多い。1994年4月～1995年6月にクチャ地域の開発工事敷地境界において、降雨中または降雨直後

の流出水のSSを調査した。土地改良5、公園造成2、宅地造成1、区画整理3、公共施設建設のための敷地造成4、道路工事4、護岸工事1、民間の造成1、計22事業で、のべ64回測定した。平均値は4510mg/lで、最高値は78,500mg/lであった<sup>2)</sup>。そのうち、赤土条例施行後に排水基準値となる200 mg/lを超過したものは60事例で、94%にあたる。クチャ地域の開発事業は、造成面を裸地のまま放置したうえ、造成後に小さな沈砂池を設置するという事例が多く(図1)、土砂流出防止対策がまったく見られないものもある。

#### 2. 国頭マージとの比較

SS測定数の多い土地改良事業を例に、クチャと国頭マージの流出のしやすさを比較検討した。クチャ地域では土壌のジャーガルも混在して流出しているが、その割合は事業によりまちまちであると思われる。同事業造成工事敷地境界におけるSS調査結果<sup>2)</sup>を表1に示す。国

表1. 土地改良事業のSS測定値(mg/l)。

地域	事業数	測定数	最高値	平均値
クチャ	5	12	66,800	5,650
国頭マージ	14	25	9,520	359

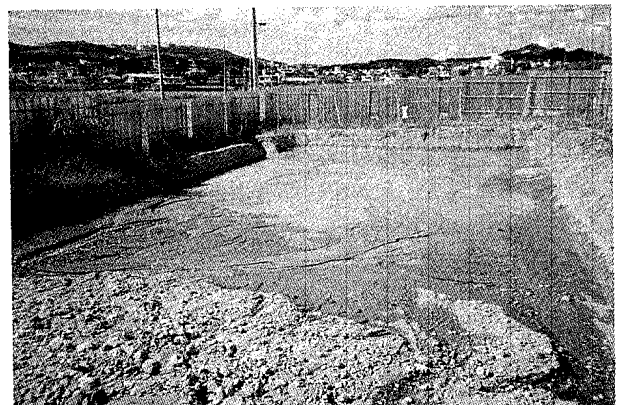


図1. この事業では造成工事の後、沈砂池が設けられたが、造成面が裸地のまま放置されていたので、流出した土砂で2月後にはすっかり埋まってしまった。(南風原町・1994年)

頭マージ地域の調査期間は1993年7月～1995年6月である。クチャ地域のSS最高値は国頭マージ地域の7.0倍である。最高値は両方とも土砂流出防止対策がかなり悪い状態で採水された時のものであり、ほぼ同等な条件下での比較と思われる。また、平均値を比較するとクチャ地域が15.7倍高い。これは、同事業のクチャ地域の土砂流出防止対策が、国頭マージ地域に比べて平均的にかなり立ち後れている<sup>3)</sup>ことを考慮しても説明できないほどかなり高い倍率となっている。

土壌流亡量を求めるのにUSLE式<sup>4)</sup>が多用されている。これは1年間、1haあたり何tの土壌が流亡するかを予測するものである。

$$A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

A : 単位面積あたり流亡土量

R : 降雨係数

K : 土壌係数

LS : 地形係数

C : 作物係数

P : 保全係数

筆者らは、クチャ地域の流出はジャーガル土壌であるとし、USLE式で土地改良事業の土壌流亡量Aを試算した<sup>5)</sup>。これを基に、国頭マージとジャーガルの流出しやすさ、すなわち土壌係数Kを比較検討する。

Rは沖縄県内一定とする。Kは国頭マージに0.3を与えたが、ジャーガルについては文献がなく、暫定的に国頭マージと同等であると仮定した。LS(勾配や圃場の長さ)、P(土砂流出防止対策)はそれぞれの実態に応じて係数を与えた。Cは作物を植えていないので1を与えた。その結果、ジャーガル地域は221.3t/ha/年で、国頭マージ地域の124.2t/ha/年を1.78倍上回った。これは主としてジャーガル地域の土砂流出防止対策がかなり悪いことに起因する。

前述SS平均値の比較では15.7倍であり、土壌流亡試算値での1.78倍と大きな差がある。これはUSLE式におけるジャーガル地域のKが過小評価されているためと考えられる。SS平均値が土壌流亡量に比例すると仮定すると、ジャーガルのKは国頭マージの8.8倍の2.6にならなければならない。これはジャーガルのKというより、クチャ地域のKとして評価される。すなわちクチャ地域では、他の条件が同じであれば、国頭マージ地域の8.8倍も土砂が流出しやすくなる。

また、土地改良以外の事業も含めて、これまでに調査<sup>2)</sup>された公共、民間を合わせた開発事業で、SSが10,000mg/lを越えたのは、国頭マージ地域が20事業

中わずか1事業(5%)なのに対し、クチャ地域では22事業中11事業(50%)に達している。

### III 流出機構

#### 1. スレーキング

スレーキング(slaking)とは、水中に浸漬された土塊中の空気が表面からの水の侵入によって圧縮されて圧力が高まり、土塊を崩すようにして吹き出し、水中で土塊が崩れる現象である<sup>6)</sup>。クチャは地中では水分が飽和しており、自然含水比のクチャは水に浸しても徐々にしか物性の変化を生じないが、乾燥を受けたクチャは水浸するとスレーキングにより容易に崩壊する<sup>7)</sup>といわれている。乾湿を繰り返すことにより、細粒化が進む。風化作用に最も大きな影響を及ぼすのは乾湿の繰り返し作用である<sup>7)</sup>。

切り土で造成された開発現場でのクチャの流出は、日照と降雨の繰り返しによるスレーキングで表層が徐々に細粒化していき、まとまった雨で流されるという機構によると考えられる。クチャの露頭や裸地では、石や空き缶などを上に乗せた柱上のクチャを見ることができる(図2)。これは日光や雨の当たらない石などの真下は風化が起きにくく、裸地部はスレーキングにより表層が侵食されたためと思われる。この柱の高さを計測することにより、侵食の量や速度の推定が可能になると考えられる。

#### 2. 野外実験経過

##### (1) 方法

1995年5月下旬より、大里村のクチャがむき出しになった切り土の裸地に、長さ85mm、幅16mm、厚さ1mmの金属板継ぎ手を木ネジで固定し、約1月ごとに侵食高さを計測している。侵食高さは、金属板の四方を計測してこれを平均して求めた。

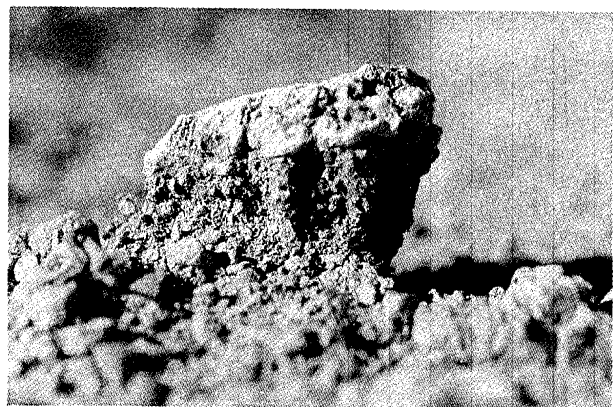


図2. 石の下は日光や雨が当たらないので風化が起りにくく、周辺裸地部は表層が風化し侵食されている。(大里村・1995年)

表2. クチャの積算侵食高さ(mm).

調査点	状況	6月	7月
1	日当たりの良い平坦地 1	3.5	7.0
2	〃 2	8.5	11.1
3	ガリの中央	<1	1.8
4	北西向き法面	<1	2.8

(注) 6月: 5/22~6/26, 7月: 6/26~8/1

## (2) 結果

積算侵食高さの計測結果は表2のとおりである。

## (3) 考察

1995年6月の梅雨時、調査点1, 2の日当たりの良い平坦地では、平均6mmの表層が流出した。これはわずか1月の間で1haあたり60m<sup>3</sup>, ドラム缶に換算して300本のクチャが流出したことになる。調査点3のガリ(水食溝)中央、調査点4の北西向き法面ではほとんど侵食がみられないのは、近傍にコケが見られるほどクチャが水分を多く含んでおり、スレーキングがほとんど起こらなかったためと推測される。

一方、7月の梅雨明けには、調査点3, 4でも侵食が進んでいる。これは晴れの日が多く、近傍のコケが黒くしおれるほど乾燥し、時折のわか雨でスレーキングによる風化が進んだためと解釈される。

8月下旬の降雨後の観察では、調査点3のすぐそばが塊状に流失していた。これは何らかの理由でヒビが入った部分が、周辺から集中した雨水により流されたものと推察される。また、調査点4近くの法面が、所々塊状に割れて落下していた。このことより、切り土のクチャ流出機構は表層の細粒化だけでなく、ヒビ割れした部分の水食や崩壊等も考えられる。

### 3. 盛り土の水食

クチャ地域の敷地造成工事において、盛り土法面が水食され大量の土砂が流出した事例があった。造成3月後には子供の身長ほどのガリが至る所にでき(図3)、経験上、国頭マージの盛り土よりも侵食速度が速いと思われた。

## IV クチャ流出防止対策

### 1. スレーキングの防止

スレーキングを防ぐため、裸地状態をできるだけ短期間に抑える。恒久的な法面保護工は当然であるが、一時的な対策として、タール乳剤吹きつけやブルーシートも有効と思われる。平坦な造成面はコーラル等で仮舗装し

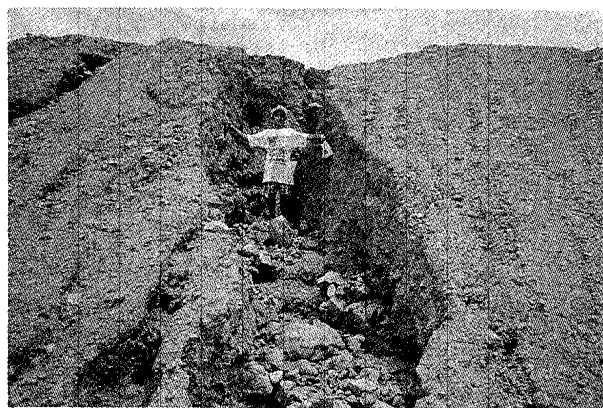


図3. クチャの盛り土法面。造成3月後では深いガリが多数発生していた。盛り土は国頭マージと同様、水食を受けやすい。(南風原町・1994年)

たり、植被する。

### 2. 沈砂池の規模

クチャは不透水層であり、大雨時には流出係数=1と考えた方がよい。これを考慮して沈砂池等の規模の決定を行う。

### 3. 関係者への啓発

一般的に、クチャ地域は国頭マージ地域よりも土砂流出防止に対する認識や取り組みが弱いので、まずは開発事業関係者が土砂流出の実態を認識する必要がある。そのためにも行政機関は積極的に啓発活動を展開する必要があると思われる。

## V まとめと今後の課題

1. クチャ地域の開発事業からSSが10,000mg/lを超える高濃度濁水が頻繁に流出している。その一要因として土砂流出防止対策の不備が挙げられる。

2. クチャ地域の土砂流出のしやすさは、国頭マージの7.0~8.8倍と評価される。ただし、これはクチャと国頭マージの流出経時変化のパターンが同様であり、かつSSが土砂流出量に比例することを前提としており、今後これらの仮定を検証または修正する必要がある。

3. クチャの切り土からの流出は、主として表層のスレーキングによるもので、これに水食や崩壊などが加わったものと思われる。盛り土はスレーキングに加えて水食が激しく、大量の土砂を短期間で流出する。

4. 野外における侵食実験を県内各地に拡大し、さらに多様な条件で実施しデータを積み重ねる必要がある。

5. クチャ地域の流出防止対策は、国頭マージを前提にした対策と異なるものもあり、流出機構などをよく理解して対策を計画しなければならない。

6. クチャ流出の実態はさほど広く知れ渡っておらず、関係者がこれを認識して流出防止対策を強化するよう、啓発に努める必要がある。

## VI 参考文献

- 1) 大城喜信・浜川謙(1980) よみがえれ土, 琉球新報社, 那覇市, pp.29-30.
- 2) 比嘉榮三郎・大見謝辰男・花城可英・満本裕彰(1995) 沖縄県の土砂流出源と濁水濃度について. 沖縄県衛生環境研究所報, 29号: 89-98.
- 3) 花城可英・大見謝辰男・比嘉榮三郎・満本裕彰・普天間朝好・古堅勝也・下地幸枝・田代豊(1994) 沖縄島南部の開発事業等からの濁水について. 第25回沖縄県衛

生監視員研究発表抄録, 平成6年度: 55-57.

- 4) (財)日本農業土木総合研究所(1991) 平成2年度改良山成工調査および農用地開発調査(土壌流亡)報告書, pp. 266-341.
- 5) 大見謝辰男・比嘉榮三郎・花城可英・満本裕彰(1995) 沖縄県の赤土等の流出とサンゴ礁の保全. 農業土木学会誌, 63巻(3): 31-36.
- 6) (社)農業土木学会(1983) 改訂三版農業土木標準用語辞典, (社)農業土木学会, 東京都, p.193.
- 7) 小宮康明・新城俊也(1978) 乾湿繰り返しによる島尻層泥岩における2,3の物理的性質の変化. 琉球大学農学部学術報告, 第25号: 295-305.