

# シラスは果して「土」か

上田通夫\*・立川正夫\*\*・久米国幹\*\*

(昭和41年11月30日 受理)

## IS THE "SHIRASU" MERE SOIL ?

Michio UEDA\*, Masao TACHIKAWA\*\*  
and Kunimoto KUME\*\*

After some studies and research on so-called "shirasu" widely exists in Kagoshima Prefecture, we now have both an opinion and some doubts about its property. That is, the "shirasu" is probably not mere soil but some rock-like or light concrete-like body with some bond. Because, though it is light and has much void, and yet it stands upright so high as it is rather difficult to elucidate the phenomenon by soil mechanics.

While some specialists of soil engineering have another opinion that it is also a kind of soil and can solve the fall of a "shirasu" cliff by soil mechanics. The different view between we and them appears to lead to an argument about the original properties of the "shirasu" in the learned circles. A few soil engineers are of the same opinion with us, many geologists almost agree to our view.

This paper relates the circumstances above mentioned and show our ways of thinking and the reason why we regard the "shirasu" as some combined body.

### § 1 シラスは土か

シラス崖の崩壊乃至安定を調べているうちに、我々は「天然シラスは何等かの結合力を持つ一種の固結体或いは固着塊で、単なる土ではない」との見解を抱くに至り、或る報告書に明記した。この見解は、今学界の一部に論争の種たらんとするキザシが見える。即ち、シラス関係の土質工学専門家中には、シラスは土であるという見解を強調又は支持する様子があり、地質学者の多くは、シラスは岩である、と我々の見解に同調的な向きが多い。これは、区々たる計測論・数値論の域を超え、シラスの本質に対するいわば洞察の当否を争うことだから、茲に我々の疑問と見解を明らかにしておく必要を感じる。

事の順序を述べると、天然シラスは、

(a) 垂直に数十米、時に百米を超える崖を形成して安定する。

(b) 水、就中流動水に極端に弱い。

(c) 取壊すと強度性状が全く変る。

という顕著な事実が周知なるに拘らず、その何故なるかを解明した者が少ない。従来シラスの研究家は土質力学系統の人で、いきなりこれを土として扱ってきた。

普通の土でも、攪乱土と未攪乱土が同一でないことは常識だが、シラスにあつては未攪乱土のサンプリングが極めて困難、やや不可能に近いのである。そこで上述(c)の理由から、室内試験の価値を問わざるを得なくなる。今一つ、通常行われてきた剪断試験体が、直径5~7cm程の円柱であるに対し、シラス中には粒径5mm以上20~30mmの軽石を、容積で20%くらい含むのが常である。5cmを超えるものも珍らしくない。このような対象に上の小さな供試体が適当とは考え難いのである。そこで我々は、相当大きな供試体で、原位置のシラス強度を試験し、およそ下の見当をつけたのであつた。

(1) 剪断に対するクーロン式

$$S=C+\sigma \tan \phi \text{ で}$$

$$C=0.15\sim 0.30 \text{ kg/cm}^2 \quad \phi \text{ は } 40\sim 43^\circ \text{ くらい。}$$

(2) 一軸圧縮強度はおよそ1kg/cm<sup>2</sup>程度。

(3) 引張りには弱く脆度係数15~40。今のところ、引張強度に水平・垂直の方向性はハッキリしない。

(4) コンクリートとの摩擦係数(略)。

だから、引張外力が働くと容易に裂ける。シラスが垂直に崩れるのはそれと関係がある。西力造・木村大造の報文では、天然シラス崖の自然崩壊角は88°が一番多いと見えるが、それは垂直に裂けることと解釈出来

\* 鹿児島大学工学部建築学教室・教授

\*\* 鹿児島大学工学部建築学教室・助教授

る。2°は付着土である。故に大まかに言つてシラスは堅に裂ける場合が多いのである。従つて垂直に安定する。その高さは通常の土の剪断崩壊理論では割切れぬ、との感じを持つ。

それに対する土質工学家の反対意見中の主なるものは、

(a) シラス崖崩れが剪断崩壊理論で説明可能の場合もある。

(b) 剪断強度は粒子間のカミ合いで説明でき、且つ或る資料によれば、垂直に近く百米に及ぶ崖の安定が証明されている。

(c) 攪乱・未攪乱資料で大差がない。

(d) 上田等の引張試験に疑問がある。

というのである。

以上に対する我々の考えは、

(a) については当然である。そのような場合もある。関連事項を後述する。

(b) の資料と証明は河原田礼次郎のものである。未攪乱試料の選択性と供試体の大きさには、質疑の余地ありと思う。

(c) この見解は到底理解し難い。その論拠を窺うに苦しむ許りである。天然シラスを取壊して、直ちに元の体積に形成し、原位置のものと強度を比較すれば、忽ち判明することであろう。

(d) 供試体の割れ口からして、正確な引張強度とは言えぬ、ということらしい。詳細を聞きたいものであるが、ただこの際明らかにしておくのは、天然シラスの有意な大きさの原位置引張試験を実行し、脆度係数が大なることに着目して、それは裂け易い、と判断したのは我々が最初である、ということだ。今迄は、総べてシラスを土扱いして、常套的剪断試験に拘泥し、未だ「裂ける」と発言した者はないのである。論争のキザシはここに胚胎するのだから、結末がどうつくにせよ、上のことを指摘すると共に、我々の責任をハッキリさせておく。

## § 2 第三者の意見

土質工学関係のシラス研究者中、例外的には、シラスは何等か結合を持つている、と考える人がある模様だが、むしろ特定の極少数である。又、河原田礼次郎は、我々と共同で現位置試験を行ない、天然一次シラスは一種の固結体であるとの統一見解に、その時賛成した。この試験は、(b) の報告より後の事件である。協力の主な理由は、未攪乱試料のサンプリング困

難を、別種の試験でカバーしてみよう、というにあると推測された。

地質学者の見解は、シラスの成因上、一次、二次(水成)シラスに分類でき、一次シラスには熔着現象が見られ、完全に熔結したものは、凝灰岩となつている、というのが大筋である。その間多少見解の出入はあるが、或人は「取壊した上での研究は、シラス素材の研究である」と言い、又、模範的な一次シラスに関しては「貴見と全く同一である」と、確言する人もあつた。進んで彼は「シラスの組織は、一寸でも触れると必ず肌が別のものになるので、地質学上の厳密な証明が出来なくて困る」と語つた。

化学者中には、微弱なアルカリ性のコロイド物質に原因する結合があり、酸性を帯びると水に可溶性となつて結合が失われる、という説がある。

水性シラスについては、条件次第で土に近づく例を上田も知つている。

## § 3 我々の見解

シラスの性状は、成因及び成生時期等の関係で簡単に律せられないが、一次シラスには或る結合があるというのが根本見解である。いわば一種の弱いコンクリート類似物質だと考える。故に、かく軽く、かつ大きな間隙比で事実の示す如く、相当の強度を保つて直立する、と判断するのである。

かかる前提に立ち、判断と自身の疑問とを挙げる

(1) 流水に浸蝕され易いことは、諸家の意見が一致して問題はない。

(2) 含水比がほぼ30%を超えると、弱くなる点も異論は殆んどない。一般に吸水材料は、特殊なものを除けば、概ね含水量の十分の増大と共に強度低下する傾向がある。

(3) 崩壊は、外力の作用と、物質の相対的内部抵抗力のバランスが破れた時に起きる訳である。従つて、滑るべき力が働きのシラスが滑るべき状態にあるか、引張力が働きのシラスが割れる状態に達するか、早い方で破壊が決る。

1) 表層の滑りが、シラスの破壊を誘発するとき。これに二つあり、一つは、シラスの露出崖上の表層土が滑落する際、接触する下部のシラスを引きちぎるように欠き落す場合、他はシラス地山を表土・植生で蔽つているのが、多量に含水して、先ず表層が滑り、下部のシラスが比較的浅い層で相伴なつて崩れ、新しい

肌を露出する場合で、後者は比較的緩傾斜でも見られる現象である。

2) 既に露出しているシラス崖が飽水のため滑ること。

この例は二次シラス等に見られ、露出崖付近が徐々に、又は急激な豪雨で飽水して滑る。この際最も「滑る」という表現があてはまる様相を呈する。しかし、大抵は崖上の水処理と関係がある。

3) 天然の露出シラス崖は、繰り返えずが直立しており、水が流下しなければ、よく安定する。河谷等で崖脚が洗掘せられるときは、突出部の自重で、曲げ引張破壊する。現在禁止せられているが、シラス採取法は従来この性質を利用して行われてきたのである。シラスに斜の引張外力が働くことは、1) の表層の誘

因による外は殆んどなく、結局現実には自重に基づく曲げ引張が、シラスの内部抵抗力と相対的に不利なのである。

攪乱シラスを、天然の密度と含水比で天然の高さに直立させ得るとは思えないところから、ただの土に非ずとの見解を懐くのだが、その結合力の何たるかは確定し得ない。立川は、貫入試験の  $N$  値が上層は小で、10 m 以下の層で明らかに増加する事実から、シラスの下層は強く、上層に移るに従い弱いのではないか、それが高い直立崖存在の一つの理由か、との着想を持っている。ボーリング資料はそのような  $N$  値の変化を示している。

なお、シラスの破壊機構に関しては、別に考察するつもりである。難しい問題と考える。