

広島大学理学部 ○北川隆司

復建調査設計 k k 低引洋隆

京都大学農学部 中島 皇

1. はじめに

スリランカは、地理的に日本から遠く離れ、地質的に共通点がないように思われがちであるが、花崗岩質片麻岩類が広く分布しており、また土砂災害が多く発生していると言った共通点が見られる。わが国では、広島県を中心とする瀬戸内沿岸には、花崗岩類が広く分布し、また、土砂災害の多いことでも良く知られている。この様な関係から、広島大学では、スリランカのペラデニヤ大学と日本学術振興会の援助を受け、風化残積土分布地域における土砂災害の予知に関する共同研究を進めて

いる。また、1994年12月には、(財)海外建設防災協会の依頼によりスリランカにおける土砂災害の現状について調査を行った。これらの研究調査からこれまでに得られた結果について報告する。

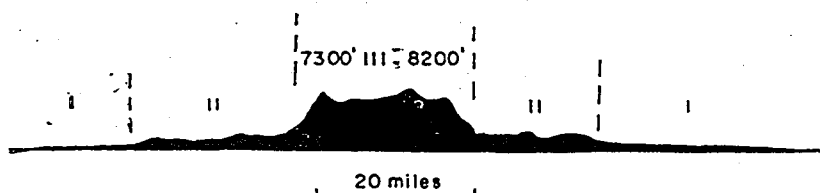


図1 三段の準平原を示すスリランカ島の模式断面図
I - 低位準平原、 II - 中位準平原、 III - 高位準平原

2. 地形・地質

2. 1 地形

スリランカはインド大陸の南東、インド洋上にあり、赤道のすぐ北に位置している島国である。島は南北435 km、東西225 kmで涙状の形態をなしている。地形は大まかに島の中央部が最も高く、海岸に向かってしだいに低くなっている¹⁾。さらにその地形は高度別に3段階の準平原に分けることができる。図1にその特徴的地形を最も表現できるよう東西方向の断面を示す。最も高度の高い位置は約2,500 mあるが1,500-2,500 mの高度に比較的なだらかな地形を呈した、いわゆる準平原が形成されている。さらに高度はかなり低くなり約300-1000 mの準平原、1000 m以下のなだらかな地形となり海岸へと続いている。これらの準平原は長い間の風化作用とそれに続く侵食作用により形成されたと考えられる¹⁾。

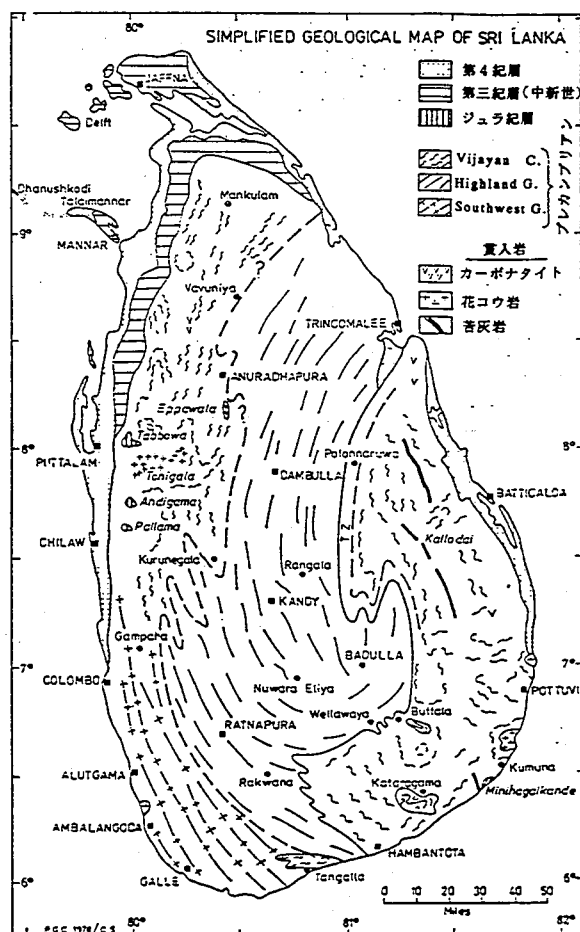


図2 スリランカの概略地質図

2. 2 地質

スリランカの地質は、その90%がプレカンブリアンの結晶質岩石から構成されており、残り10%は主に中生代(ジュラ紀)、第三紀(中新世)、第四紀の堆積岩で、その一部には化石を含んでいる(図2)。

図2に示すように、スリランカの南部から北部にかけてプレカンブリアンの岩石が広く分布しておりgrano-felse, 変成岩, 片麻岩, ミグマタイト, 花こう岩質岩石など非常に変化に富んでいる。これらプレカンブリアンの岩石はCooray¹⁾により次の3グループに分けられている。

1) Highland group, 2) Southwest group, 3) Vijayan complex.

1) Highland group: これは主として変成作用を受けた堆積岩とチャノッカイト片麻岩からなり、南西-北東に広く帯状に延びて分布している。すなわち島の中央部である高地から北部の平地まで認められる。

2) Southwest group: このグループは島の南西海岸地域に認められ、変堆積岩, チャノッカイト片麻岩, ミグマタイト, 花こう岩質片麻岩からなる。

3) Vijayan complex: このグループはさまざまな片麻岩, 花こう岩とそれらの混合した岩石からなり、島の北西部と南東部に分布している。

この他これら3グループの岩石中にはプレカンブリアンから第三紀にかけてさまざまな地質時代の貫入岩が認められる。例えばpegmatite貫入岩, 脈, 花こう岩の小岩体, 粗粒玄武岩などである。

中生代(ジュラ紀)の岩石が西部のputtalam近くにごく僅かに見られ、主として砂岩, 頁岩, 泥岩からなる。これらはVijayan complex中の断層運動により形成された堆積盆地に残されている。

第三紀(中新世)の堆積岩が島の北部に帯状に連続して分布しており、石灰岩質砂岩や頁岩を含む厚い石灰岩から構成されている。

第四紀の未固結, あるいは一部固結した粘土層, 砂岩, レキ岩層が海岸線沿いに認められる。

2. 3 風化状態

日本における花崗岩の風化状態は、一般に地表面近くのいわゆる“マサ土”から徐々に風化程度が弱くなり、新鮮な岩石へと漸移しているのが一般的である。しかし、スリランカにおいては、図3に示すような二つのタイプが認められる。Type-Aは新鮮な岩石の上に極端に薄い風化層がある場合である。Type-Bは、比較的日本の風化状態に似ているが、数mの風化層と新鮮な岩石との境界が明瞭な面で境されている。

また、スリランカでは花崗岩質片麻岩の片麻状の発達が非常に顕著であり、これに規制された特有な風化形態が見られる(この点については今後詳細な岩石学鉱物学的観察が必要)。

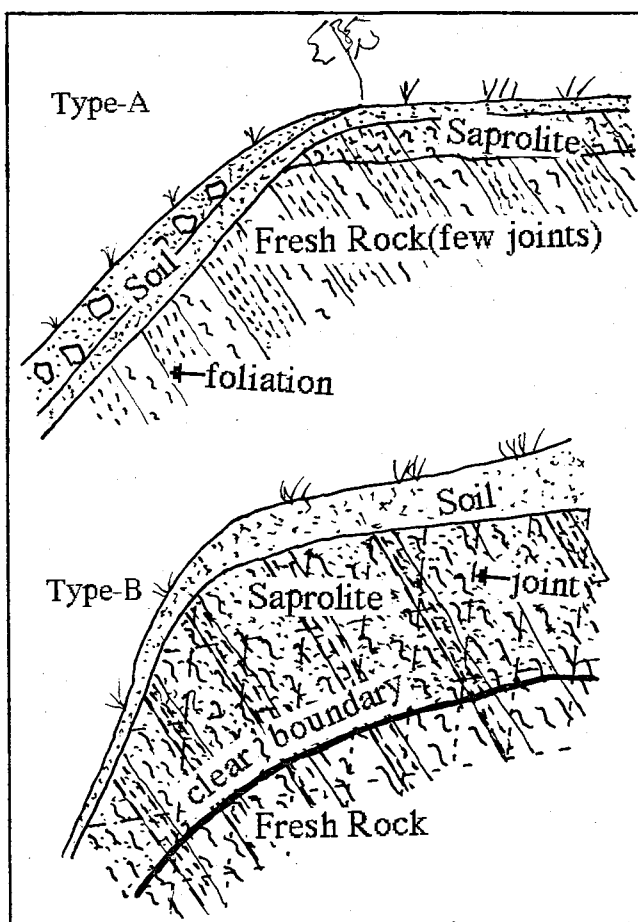


図3 スリランカにおける花崗岩類の模式風化断面

2. 4 粘土鉱物

ワタワラ地すべり、エヘリヤゴータ及びヘラウダ土石流の災害地では、ザクロ石を含む平行組織の発達した、いわゆるチャノッカイト片麻岩が著しく風化作用を受け粘土化している。

どの場所においても、風化土及び崩積土の区別なく含まれている主要な粘土鉱物はチューブ状ハロイサイトであり、わずかにスメクタイトと雲母粘土鉱物を伴っている(写真1、写真2)。ただし、ワタワラのチューブ状ハロイサイトはやや幅の広い結晶が認められるのに対して、エヘリヤゴータ及びヘラウダでは幅が狭く、長く延びた形態を示している。

北川ら²⁾によると、わが国の花崗岩や流紋岩中に形成されているチューブ状ハロイサイトは、熱水作用が強く影響して生成したハロイサイトは幅が狭く、長く延びた形態を呈し、風化作用が強いと相対的に幅が広くなるとしている。しかしながら、今回調査地域ではいずれも熱水変質を受けた証拠は認められず、もし受けていたとしても、それより強い風化作用を受けていると露頭観察から考えられる。この点は今後の問題点である。

エヘリヤゴータ及びヘラウダの崩壊部において、亀裂面の充填粘土及び断層破碎帯の粘土鉱物はいずれも主にスメクタイトである。

3. 崩壊発生の素因

スリランカにおける崩壊発生の素因としての地形・地質条件についてこれまでの観察結果から概観すると以下の様な特徴がある。

- 1) チャノッカイト片麻岩は、片麻状組織が非常によく発達し、これがケスタ状の地形を発達させ、急崖を形成し、そこで岩石崩壊、大規模地すべりを発生させている。
- 2) 上述急崖直下には、典型的な崖錘斜面(傾斜35°前後)が発達しているが、ここで、斜面崩壊ないし地すべりが発生している。

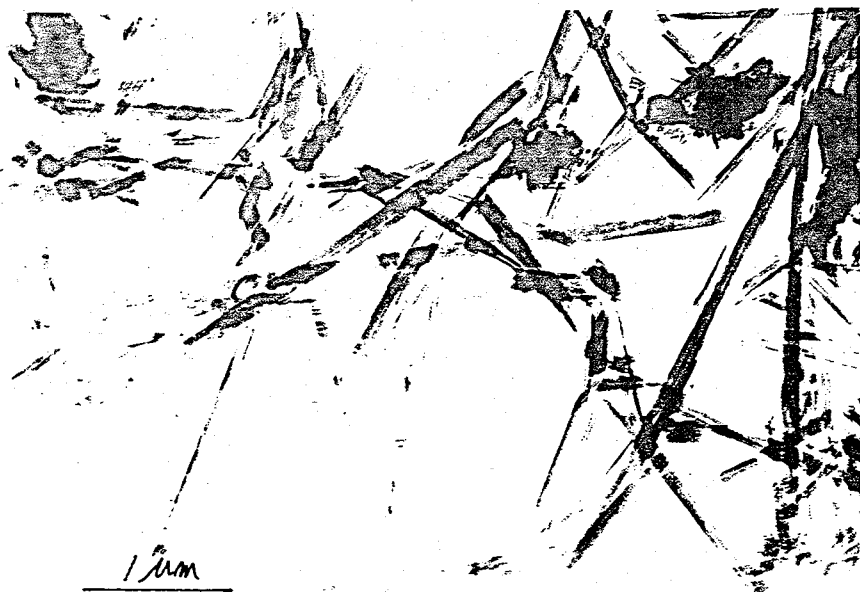


写真1 ワタワラにおける粘土鉱物の電子顕微鏡写真

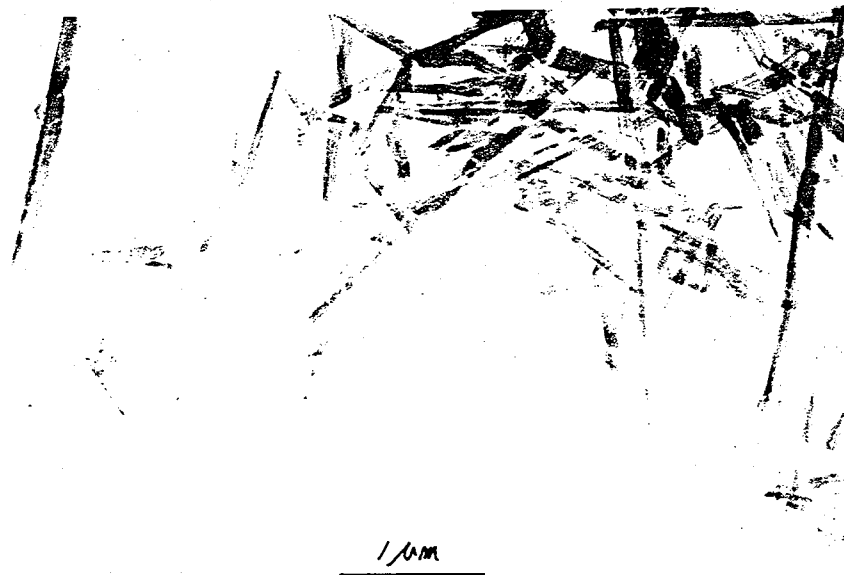


写真2 ヘラウダにおける粘土鉱物の電子顕微鏡写真

3) 地質学的には、全般に亀裂・断層等の発達、日本に比べはるかに少ないが、これまで見てきた崩壊地には、この両者の発達が認められた。亀裂面は、主にスメクタイトからなるごく薄い粘土層を伴い、流れ盤状ですべり面を形成している。また、断層破碎帯は、全体に非常によく風化をし、断層粘土としてスメクタイトが形成され、しばしば湧水を伴っている。

例えば、エヘリヤゴダにおける基盤岩は、基本的に数十cm単位の片麻状を呈し、また、メートル規模の方形の亀裂を持ち、比較的良く風化している。地質構造的には、崩壊地頂部を含む東西方向の断層、及び南北方向の断層が認められる。特に、東西方向の断層周辺は、非常に基盤岩が破碎され、脆弱化している。南北方向の断層は、破碎帯幅は数cm程度であるが、非常にシャープであると共にほとんど粘土化している。またヘラウダにおける基盤岩は、全般に塊状であるが、非常に良く片麻状組織が発達し、流れ盤状の顕著な2組の亀裂が発達している。頂部崩壊地の東端部には、NE-SW方向に延びる幅約3mの断層破碎帯が存在している。風化層は20cm程度であり、続いて黄土色-赤褐色を呈するCL級に風化した岩盤が、地表面から5m程度まで分布し、以下CM級岩盤となっている。断層破碎帯周辺は、D~CL級と土砂状を呈し、常時湧水している。

5) 日本では、集中豪雨時にある地域に集中し斜面崩壊が発生するが（特に花崗岩地帯）、スリランカにおいては、我が国とほぼ同じ様な斜面でそれほど崩壊発生密度は大きくなく、崩壊はごく限られたところで発生している。このことは、風化土層の発達状態、及び上述4)の顕著な亀裂・断層の発達と密接に関係していると考えられる。

4. あとがき

スリランカにおける土砂災害発生の背景となっている地形・地質については、今後データを積み重ね、定量的な特性を明らかにする必要がある。特に日本との比較で考えてみると、意外に良く似た特性とそうでないものが出てくると考えられる。これには地形・地質の違いの他に気候条件の違いが大きく関わっていることは明らかであろう。

参考文献

1)Cooray,P.G.:Outline of Geology, An Introduction to the Geology of Sri Lanka, National Museums of Sri Lanka pub., pp.77-80,1984.

2)北川隆司, 広沢治人, 永井靖彦, 延下哲朗: 花崗岩及び流紋岩の変質作用により生成されたハロイサイトの形状と成因について, 粘土科学, 24, pp. 20-33, 1984.