

京都大学農学部 ○中島 皇
復建調査設計 k k 低引洋隆

1. はじめに

著者らは、1994年12月に(財)海外建設防災協会の依頼により、スリランカの土砂災害について一週間現地調査の機会を得た。その際に得た情報を紹介する。なお、著者のうち低引は、1994年度から2ヶ年間の予定で日本学術振興会からの援助を受けスリランカのペラデニヤ大学との間でこの種災害についての共同研究を行っている。

2. スリランカの土砂災害の概要

スリランカにおけるランドスライド発生については、ここ十年間主に建設省(The Ministry of Housing and Constructin) 所属の建築研究所(NBRO: National Building Reaearch Organization) が国連(UNDP:United Nation Development Programme, UNCHS:United Nations Centre for Human Settlement) の援

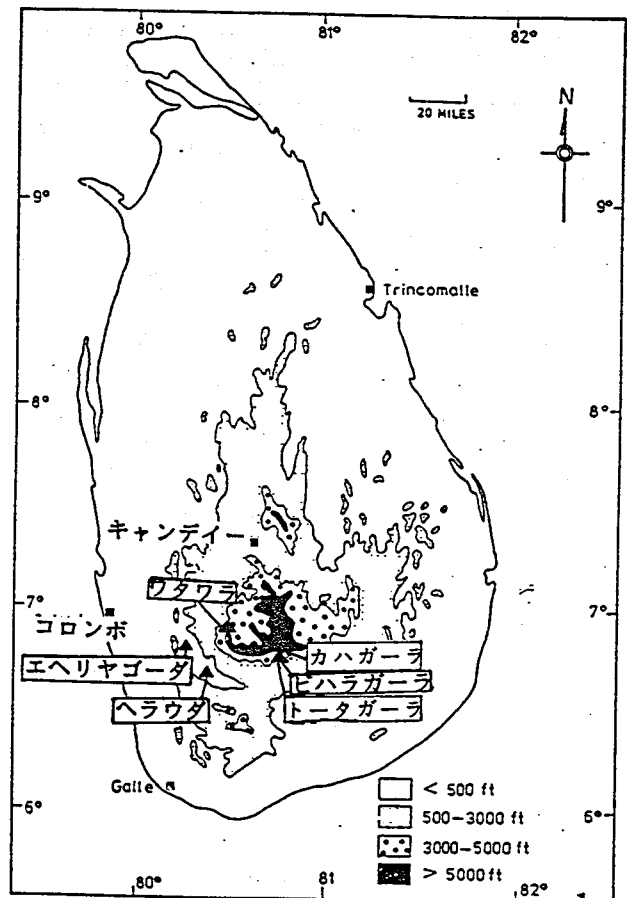


図1 調査位置図及び地形概略図

助を受け精力的に調査・研究を進めている
1).

スリランカにおけるランドスライド発生は、地形²⁾(図1)・地質条件^{3) 4)}と気候条件^{2) 5)}に大きく規制されている。つまり、スリランカの花崗片麻岩からなる山岳地域で、しかも年間降雨量⁵⁾(図2)の非常に大きな地域にランドスライドが集中している。これらの地域は、7つの地方、すなわちケガール、キャンデー、マターレ、バドゥーラ、ラトウナブーラ、カルターラ、及びヌワラ・エリヤである⁶⁾(図3)。

3. 代表的な災害例

3.1 エヘリヤゴータ土石流

比高200m弱の南北方向に単調な尾根

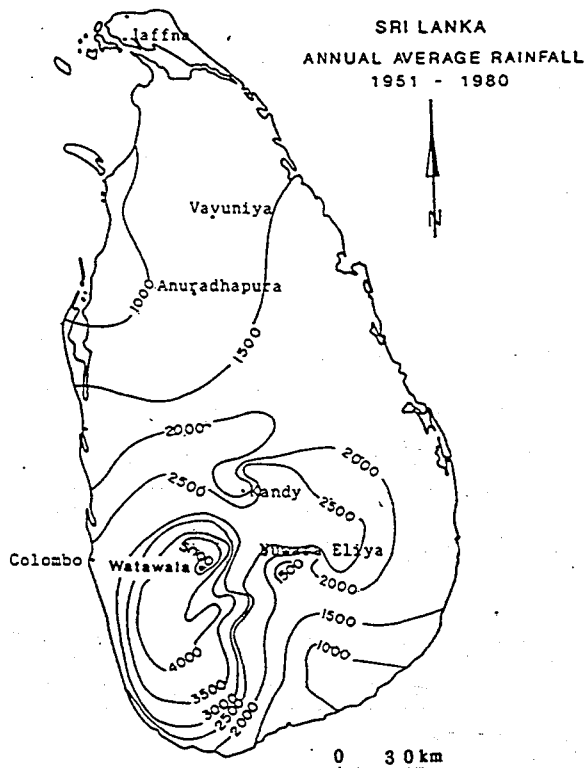


図2 スリランカの年降水量

筋を持つ山体の西斜面で、1994年5月28日午前11時40分頃発生した。ここではある住民が危険を予知（亀裂の発生と地下水の湧き出し）して避難を進めたが、民家が1戸全壊し、7名の住民が犠牲になった。125年前にも同様の崩壊があったことがイスラム教の寺院の記録に残されているが、崩壊の規模等については定かでない。詳細な降雨状況については不明である。崩壊域、流走域、堆積域がある程度明確であり、このような形態のものは、日本でも良く見かける。幸いにして、堆積域の先端部が民家密集地域の直前で停止している。崩積土は、径3～30cmの岩塊を含む礫混じり粘性土で、調査時も足で踏むとすぐに液状化した（写真1）。

3. 2 カハガーラ地すべり（溪岸浸食）

標高1,360m～1,500mの山岳地帯に位置し、ハプターレ-バンバラウエラ間を結ぶ国道16号が通っている（写真2）。最初の地すべりは1957年に発生し、その後部分的に動いたり、止まったりを繰り返し、紅茶園と国道に影響が出ている。地すべりの面積はおよそ4.5haである。最も大きな地すべりは1957年に起こり、尾

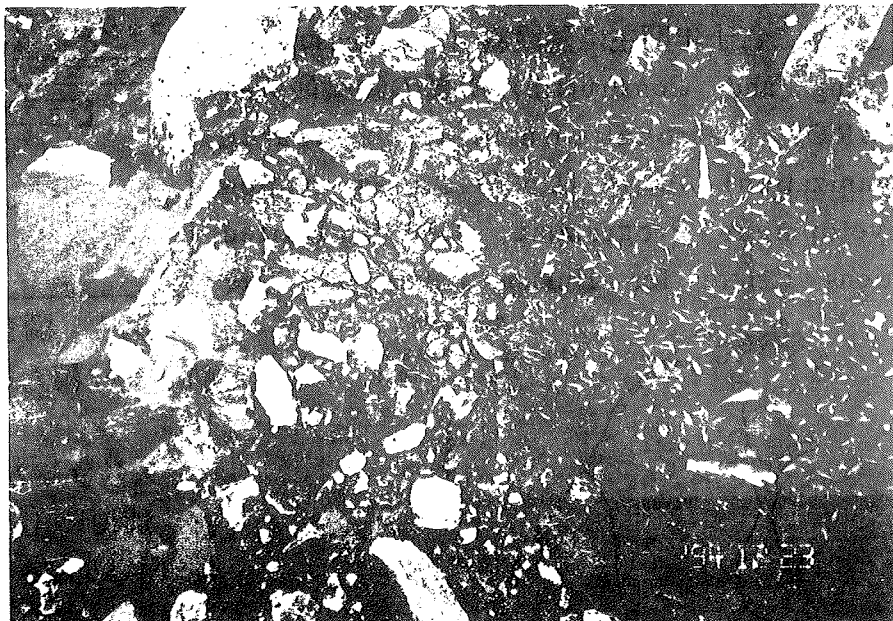


写真1 エヘリヤゴータの堆積物

根から240m下方にある150mの直線道路に被害を与えた。道路被害は、被害区域の両端にある溪流にほぼ平行な亀裂及び段差が出来ている。また、上流部からかなりの土石が降雨時に出て来たような様相を示しており、溪岸も相当浸食されており、これが原因で道路に変状をもたらせていることが分かった。溪岸を固定するという概念が無いようである。

3. 3 ビハラガーラ土石流

標高1,000m～1,300mの山岳地に位置している。土石流は、1993年11月16日午後7時頃に発生した。災害当日の日雨量は150mmで、発生前の18日間の総雨量は408mmであった。災害発生時の時間雨量については不明である。

源頭部に典型的な斜面崩壊跡があり、その規模は、幅20m、長さ30m、深さ4m程度で

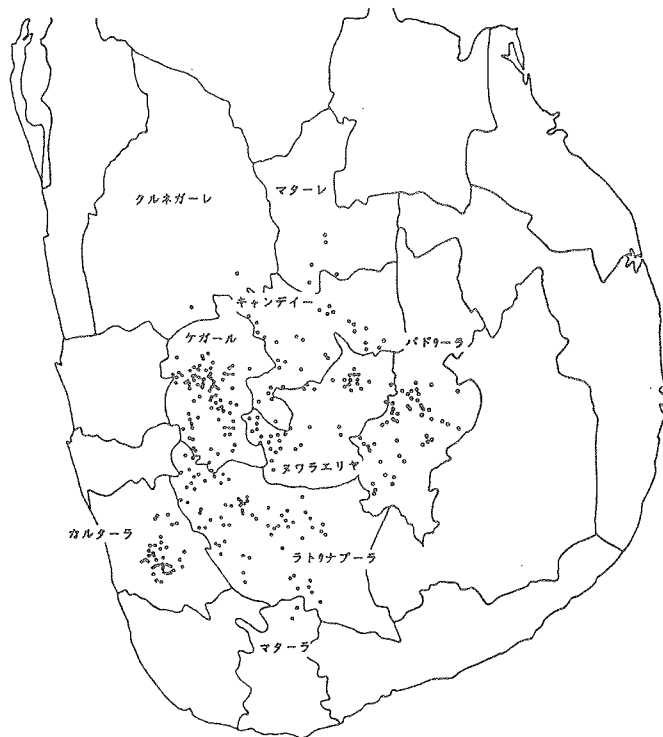


図3 スリランカにおける土砂災害の発生

ある、この崩壊が、平均斜度 30° の斜面を、幅 $20 \sim 80$ mと変化しながら、約 1 km 流下した。この土石流により断崖の急斜面を縫うようにベラガーラ-ハプターレ間を結ぶ国道 16 号が約 3 週間、その下を走っているベラガーラ-ウエラヤラ間の国道 4 号が約 1 週間不通になった。幸いにして人身事故はなかった。

現在、応急対策工として国道 16 号では、一車線の仮設の鋼橋が架けられている。斜面には不安定岩塊が少なくとも 33 個確認されており、災害の再発を防止するため監視体制が整えられている。警報機付きの落石ネット（写真 3 ）を道路より上の斜面に 5 列設置している。この信号は、国道上の監視小屋と結ばれ、警報が鳴ると直ちに 2 ヶ所の遮断機が監視員によって降ろされる。恒久対策工については、NBROを中心にロックフェンス、ロックネット、落石補足溝等種々検討されているが、現時点では洞門が適当とされている。これについては、今後さらに検討されるべきであろう。

3. 4 トータガーラ・レストータ崩壊/土石流

この崩壊/土石流は標高 $1,450$ mの崖（写真 4 ）から標高 600 mの崖垂扇状地にまで及んでいる。 1993 年 7 月 31 日に最初の崩落が起こり、その後崩壊は度々繰り返されて、急斜面には巨石が集積された。 10 月 20 日の集中豪雨（ 108 mm）で小さな池が出来た。それが決壊して土石流が 10 月 21 日午後 2 時頃、標高 $1,050$ mの地点から発生した。流下距離は 2 km、幅は $30 \sim 230$ mである。この土石流によって 1 軒が全壊し、今でも 18 軒の家が危険にさらされている。対策工法は、民家を安全な所へ移転をすることを考えている。

3. 5 ヘラウダ土石流

宝石の産地として有名なラトナブラのすぐ近くに位置している。 1993 年 11 月 8 日の午前 7 時 30 分頃発生した。写真 5 に示すように崩壊域、流走域、堆積域が明確であり、土石流



写真2 カハガーラ地すべり（溪岸浸食）

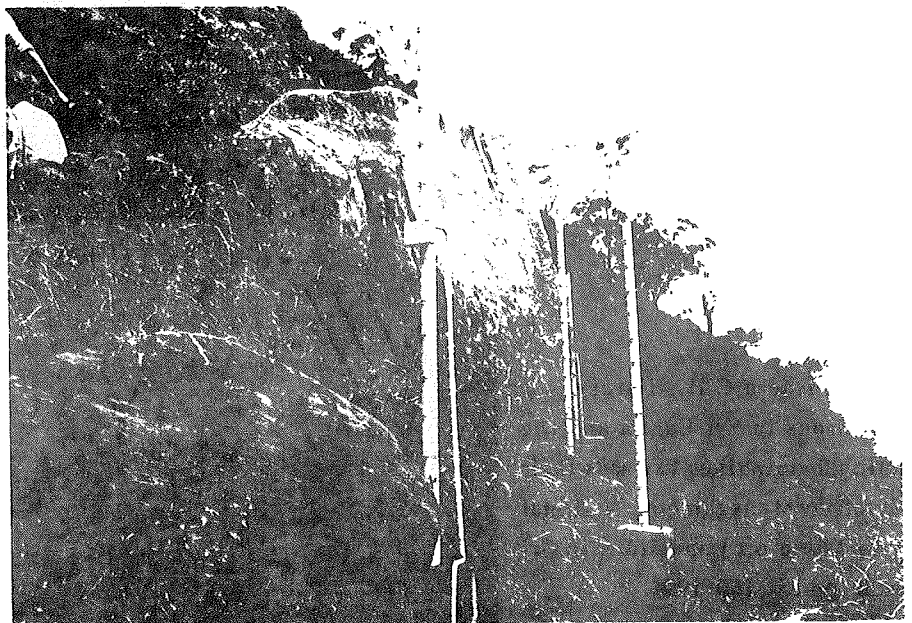


写真3 ビハラガーラ土石流における警報装置

の形態をなしている。堆積土砂量は、約 20,000 m³であろう。この災害で死者 30 名以上（正確な人数不明）で負傷者は不明である。9 戸の民家が全壊し、1 戸が半壊した。その他道路 1 ヶ所、水田が壊された。このような土石流は、以前から当地では起こっていたと推定され、今回の堆積地の先端部にある小高い丘が「流れてきた丘」と言う名を持っていることから推定される。

4. あとがき

土砂災害は、英語でも debris flow, landslide, earthslip, earthflow の言葉が当てられているように、色々なタイプの土砂災害がスリランカで見られたが、日本とかなり似ているように思われた。しかし、災害の復旧工事及び対策工事については未だ確たるものがないようで、今後の大きな課題であろう。また、今後、スリランカ北部や東部の土砂災害についても調査を行いたい。

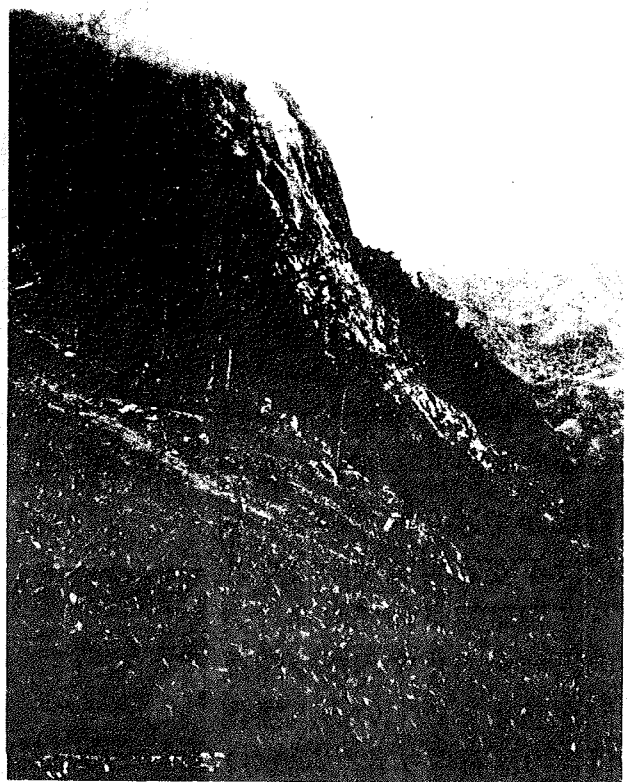


写真4 トータガーラの断崖

参考文献

- 1) de Tissera, C.H.: History of Landslides in Sri Lanka and the National initiatives towards their Effective Management, National Symposium on Landslides in Sri Lanka, pp.151-160, 1994.
- 2) Swan, B.: An Introduction to the Coastal Geomorphology of Sri Lanka, A Publication of the National Museums of Sri Lanka, pp.12-14, 1983.
- 3) Cooray, P.G.: Outline of Geology, An Introduction to the Geology of Sri Lanka, National Museums of Sri Lanka pub., pp.77-80.
- 4) Cooray, P.G.: Geology Factors Affecting Landslides in Sri Lanka, National Symposium on Landslides in Sri Lanka, pp.15-22, 1994.
- 5) Rajaratnam, K. & Bhandari, R.K.: Prediction of Rainfall Return Periods for the Watawala Earthslide Area, National Symposium on Landslides in Sri Lanka, pp.145-150, 1994.
- 6) Bhandari, R.K.: Recorded Occurrence of Landslide in Sri Lanka, Material of lecture delivered by R.K. Bhandari at Kyoto University in 1994.
- 7) Landslides & Services Division, NBRO: Debris Flow at Viharagala, 1992.

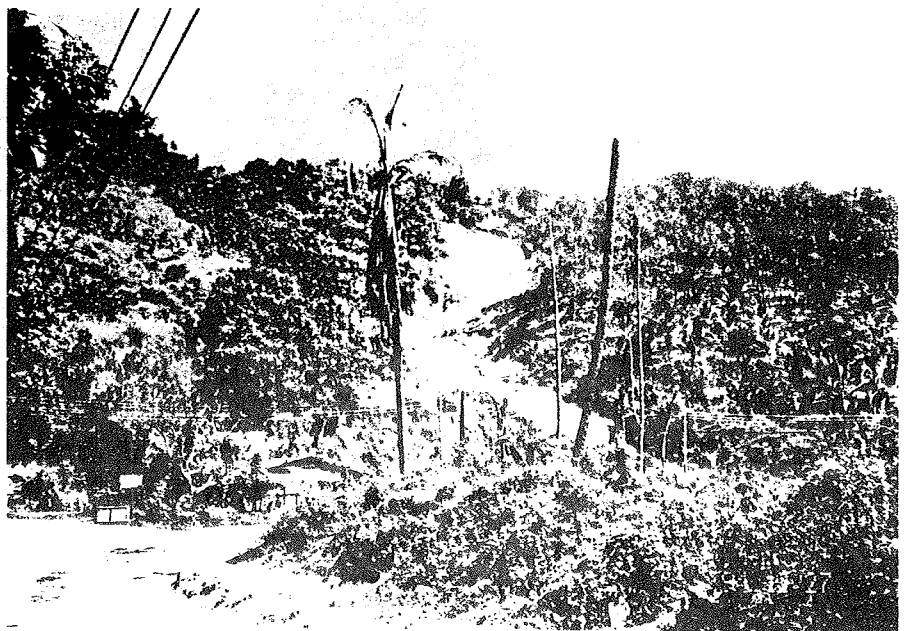


写真5 ヘラウダ土石流の全景