

レイテ島南部地すべりの地形に関するレポート

Report on the landslide occurred in the southern Leyte Island, February 2006

国土地理院地理地殻活動研究センター

佐藤 浩

Geographical Survey Institute

Hiroschi P. SATO (fax: +81-29-864-2655)

1. 数値地形モデル (DEM) と地すべり被災域

平成18年2月17日午前11時（日本時間正午）ころ、フィリピン中部レイテ島の南レイテ州グインサウガン（Guinsaugan）村近傍の東向き斜面で、大規模な地すべりが発生した。南レイテ州のレリアス知事は2月24日、生存者の搜索活動を打ち切ったことを明らかにした。これまでに139人の遺体が回収されたが、依然として約1,600人が行方不明のままになっているという（毎日新聞、2月25日付け）。被災した地元の方々に深くお見舞いを申し上げ、被災地の早急なる復興をお祈りします。

国土地理院では、すでに米航空宇宙局のスペースシャトル SAR で計測した 90 m 解像度の DEM（以下、SRTM <Shuttle Radar Topography Mission>-DEM: という）と、米軍が被災直後に撮影した地すべりの斜め空中写真を用いて地すべりの箇所を特定した（平成18年2月23日国土地理院記者発表資料）。

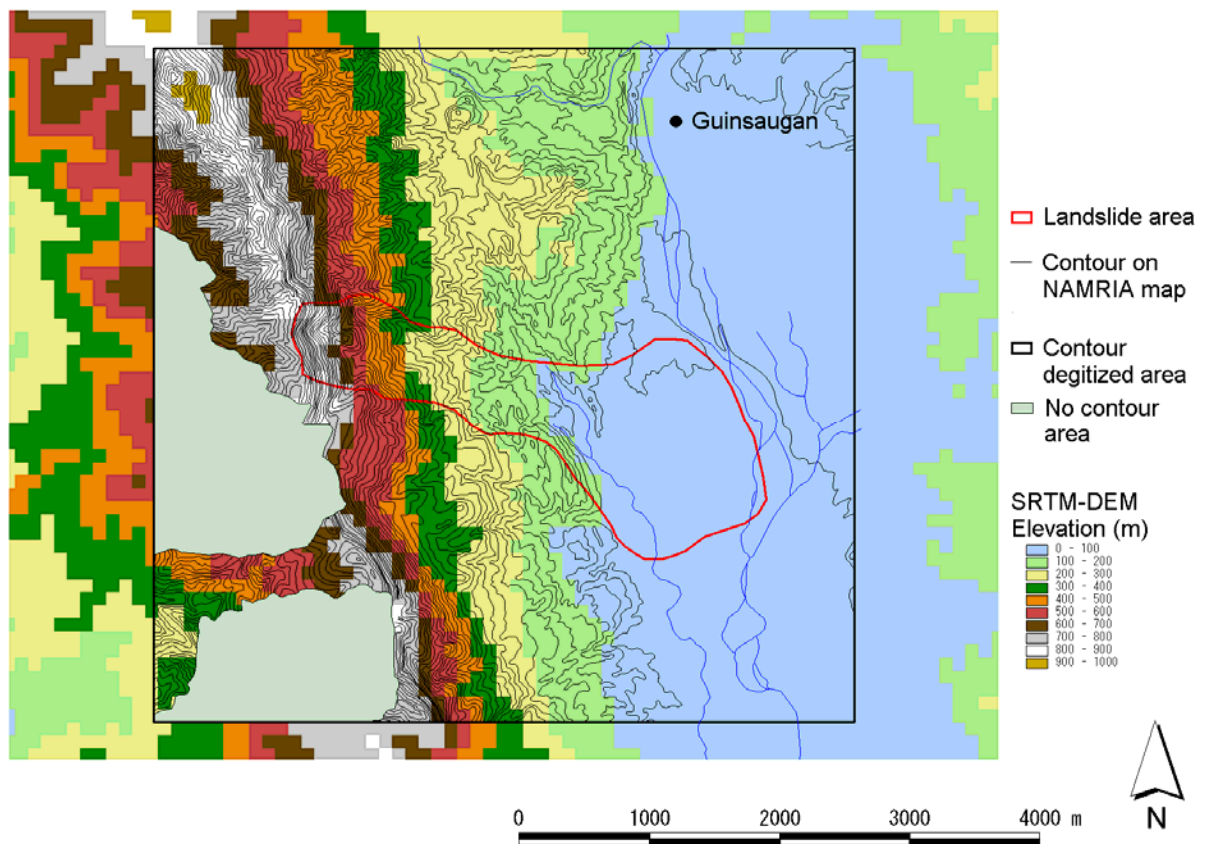
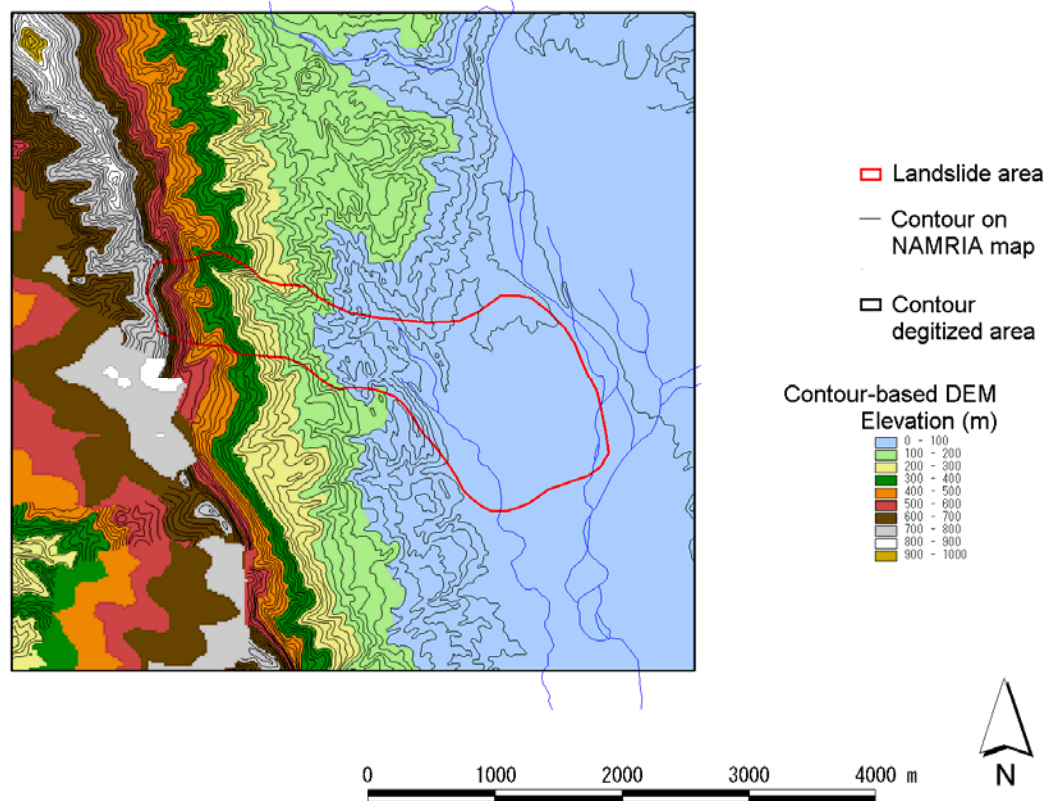


図-1 SRTM-DEM (90m 解像度) と NAMRIA 地図上の等高線の重ね合わせ

Fig. 1 Overlay of SRTM-DEM (90 m resolution) on contour map, National Mapping and Resource Information Agency, Philippine (NAMRIA)

また、国土地理院は、フィリピン測量局 (National Mapping and Resource Information Agency: NAMRIA) が作成した 1/5 万地形図を入手して関係官署等に配布している。この地形図には、間隔: 20m の等高線が描画されているので、これを数値化し、地すべり前の地形について考察することを目的に、20 m 解像度の DEM を生成した。図一1に、数値化した等高線とその範囲を示す。図一1の南西に薄白色で示したように、等高線の欠測箇所があった。その箇所については、90 m 解像度の SRTM-DEM から共一次内挿法で 20 m 解像度に標高値を内挿して、20 m 解像度の DEM を作成した。その結果を図一2に示す。これによると、主滑落崖の縁の最高標高は 780 m、流動域の先端の標高は 20 m、その間の距離は 3880 m なので、見かけの摩擦角は、 $(780 \text{ m} - 20 \text{ m}) \div 3880 \text{ m} = 0.20$ で、約 11° である。

標高 80 m より上流が崩壊域と土塊の移動域と見積もると、主滑落崖から標高 80 m までの距離は 1590 m なので、その見通し角は、 $(780 \text{ m} - 80 \text{ m}) \div 1590 \text{ m} = 0.44$ で、約 24° と見積もられた。また、流動域と見積もられる標高 80 m から標高 20 m の間の距離は $3880 \text{ m} - 1590 \text{ m} = 2290 \text{ m}$ であるので、その見通し角は、 $(80 \text{ m} - 20 \text{ m}) \div 2290 \text{ m} = 0.03$ で、約 2° と見積もられた。報道による現地の写真をみると、流動域においては水分の多い泥流状の堆積物に広く覆われているが、標高 80 m 付近の移動域の末端付近では、むしろ砂分の多い土砂と岩塊 (凝灰岩であろうか) が堆積しているように見受けられた。これらは、実際に現地を見ていないので、断定的なことは言えない。



図一2 NAMRIA 等高線から生成した 20m 解像度 DEM

Fig. 2 Twenty-meter resolution DEM derived from NAMRIA contour map

地すべり被災域の地質は、フィリピン地質調査所が 1962 年に作成した 1/100 万地質図によると、現場付近の地質は、新第三紀後期中新世～鮮新世 (約 1,000 万年前～約 200 万年前まで) の海成堆積岩・火山砕屑岩であり、その上に火山灰の風成層が載っている。この風成層が、カバリアン (Cabalian) 湾を挟んで東側の半島に位置する安山岩の成層火山 (カバリアン山、標高 945 m; フィリピン火山地震研究所ホームページ、<http://www.phivolcs.dost.gov.ph/Volcano/VolcanoList/cabalian.htm>) から、貿易風に運ばれて西側の今回の現場までもたらされたものなのかは、この地質図の情報だけでは不明である。

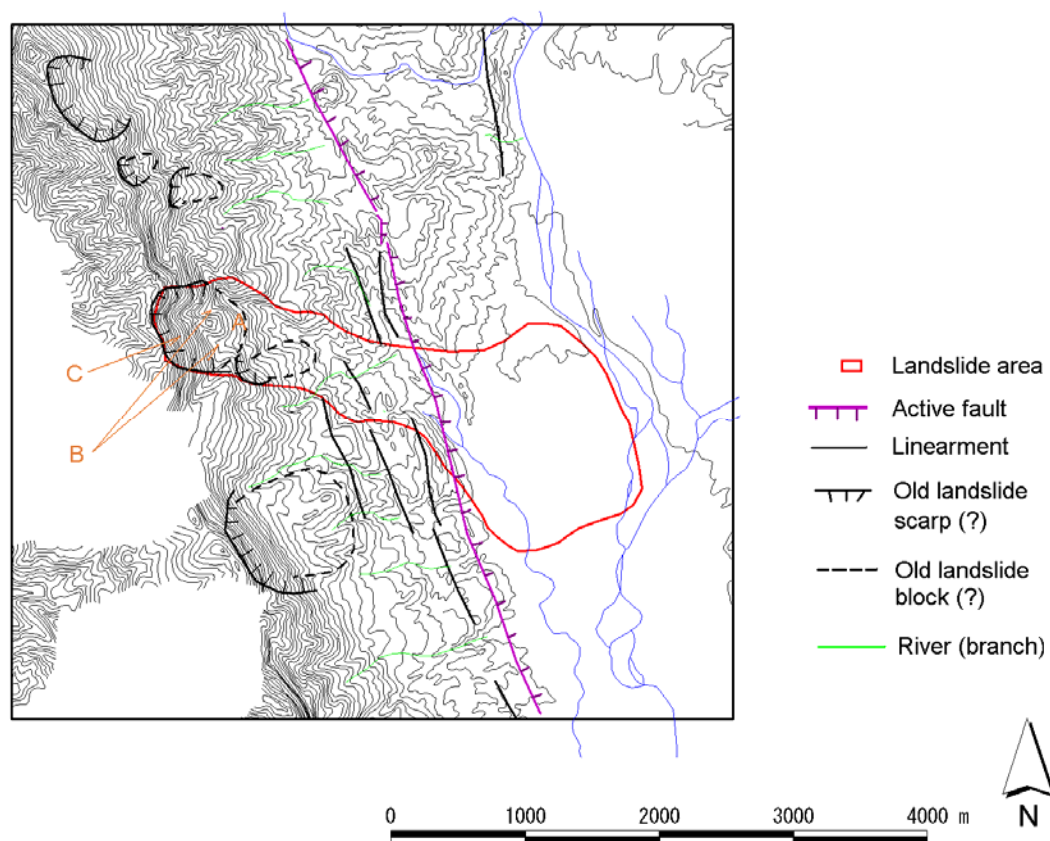
この地質図によると、断層に沿って、白亜紀～古第三紀 (約 1 億 4,600 万年前～約 2300 万年前まで) の深成岩が現れている。それは、図一1の 900-100 m のピークをなす箇所である。このピークは今回の地すべりの位置と離れているので、深成岩と海成堆積岩の境界付近で今回の地すべりが発生したと考えるのは難しい。

2. 等高線図・20 m 解像度 DEM と被災前の地すべり地形の考察

(1) 等高線図の読図

地すべりの現地は、活断層として知られるフィリピン断層が形成した東向き斜面である。等高線に示されている地形を読図した結果、直線状の構造が明瞭(図一3)である。フィリピン火山地震研究所のホームページに掲載されている(<http://www.phivolcs.dost.gov.ph/GGRDDpage/projects/fault/philfault/philfault.htm>)活断層の小縮尺の分布図が、図一3の直線状の構造とどのように対応するか対応させるのは難しいが、直線状の構造のうち、南北に最も連続性が良いものを図一3では特に当該活断層として示した。こうした直線状の構造が今回の地すべりと直接関係しているか否かは不明である。河川支流の屈曲から、図一3にはマッピングしていない直線状の構造が、他にもあるかもしれない。

今回の地すべりの滑落崖付近(図一3)には、周囲の尾根と比較すると、比較的矩形に湾入した箇所が認められ、古い地すべりの滑落崖と、その地すべりに伴う土塊があったのではないかと推察される。今回の地すべりは、このような古い地すべりの土塊が二次すべりを生じたものなのか、それとも、今回の地すべりは、古い地すべりとは関係無く、より深層にすべり面をもつ初生的な地すべりであったのかは、不明である。また、そのすべり面も、海成堆積層と火山灰性の風成層の境界付近で生じたのか、それとも風成層に挟在しているかもしれない軽石層の風化に伴い、風成層の中に生じたのか、現時点では不明である。



図一3 NAMRIA 等高線図の読図

Fig. 3 Interpretation of NAMRIA contour map

(2) 20m 解像度 DEM の解析

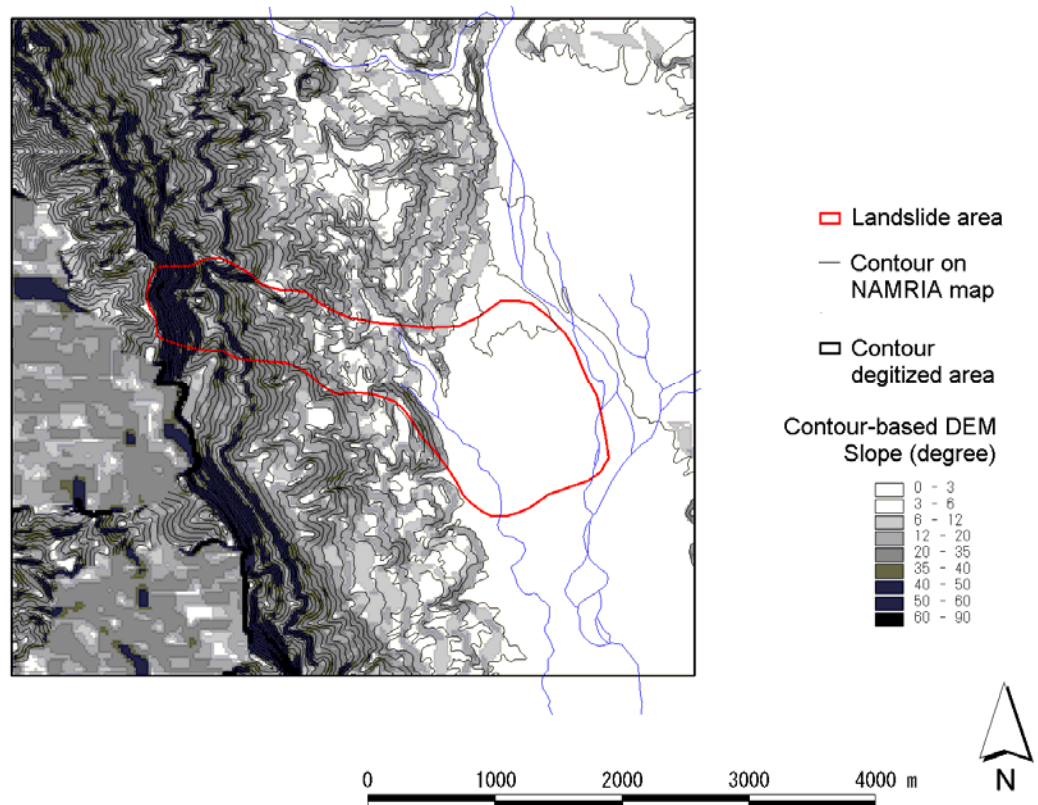
20m 解像度 DEM から、注目地点を中心とする3×3グリッド(すなわち60 m×60 m)の平均傾斜を計算した。その結果を図一4に示す。等高線からDEMを生成しているため、等高線付近で傾斜の緩急が著しい。

図一3の赤で囲んだ、今回の地すべり域において標高と傾斜の関係をプロットすると、図一5のようになった。標高が約240 mまでは標高20 m間隔で傾斜のデータがプロットされているが、これは等高線からDEMを発生させているためである。標高が高くなるほど傾斜が急になる傾向があるが、その傾向に反して標高340-380 mでは傾斜が40-60°と高めに、標高380-420 mでは低めに現れている。これは、図一3に示す古い地すべり土塊の斜面の中央部にある突出部の斜面直下の急傾斜をなすA地点と、B地点のように、その突出部

の両側に位置する緩斜面の存在を反映したものである。A 地点の急斜面は、図—4 の傾斜図を見ると、地すべりの範囲のみならず南北方向にも連続性がよいので、風化抵抗性の高い岩石がケスタ地形状に斜面に現れているのかもしれない。

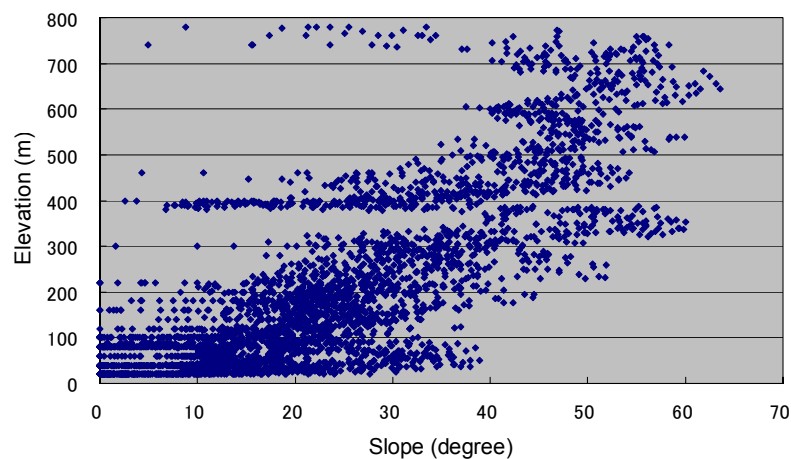
同様に、図—5 の標高 600 m 付近で、その直上、直下の標高帯よりも傾斜が小さめ (38° - 44°) となっているのは、図—3 の C 地点で示した標高 600 m 付近に、たまたま風化抵抗性の強い岩石と弱い岩石が配列しているためなのか、不明瞭な滑落崖とそれに伴う土塊の移動域が形成する幅の狭い緩斜面なのか、山体のはらみ出しに伴うのか、それとも別の要因なのかは不明である。

標高が 750 m 以上になると、標高 600-750 m と比較して傾斜が小さい 5° - 40° の斜面が現れる。これは、今回の地すべりの滑落崖付近に緩傾斜の斜面があったためである。



図—4 NAMRIA 等高線 DEM から計算した傾斜図 (20 m 解像度)

Fig. 4. Slope data calculated from NAMRIA map contour-based DEM (20 m resolution)



図—5 地すべり域における NAMRIA 等高線 DEM に基づく標高と傾斜の関係

Fig. 5 Relation between contour-based elevation and slope in the landslide area.