

77 衛星データ解析によるタイ国ナコンシタマラート地区の崩壊の実態に関する一考察

国際航業㈱ ○大山容一
 建設省土木研究所 石川芳治
 建設省土木研究所 山田 孝
 国際航業㈱ 濑戸島政博

1. はじめに

1988年11月下旬のタイ南部における豪雨により、ナコンシタマラート地方を中心に斜面崩壊が多発し死者400人以上にのぼる 大規模な土砂災害が発生した。斜面崩壊の多発した地域は、1980年代に広範囲にゴムの植林が行われており、既存のいくつかの調査^{参考}によれば、熱帯林の伐採に起因する災害であるとみられている。しかし、植生や地形と崩壊発生との関係はいまだに不明な点が多い。そこで本調査は、広範囲にわたる崩壊地の分布ならびに崩壊地の地形的特性を把握するための基礎データを得ることを目的とした。ここでは衛星データを用いて、崩壊箇所の災害前の土地被覆状況や地形的特徴を判読・解析することにより、マクロなレベルで崩壊発生の実態を調査した。



図1 解析範囲図

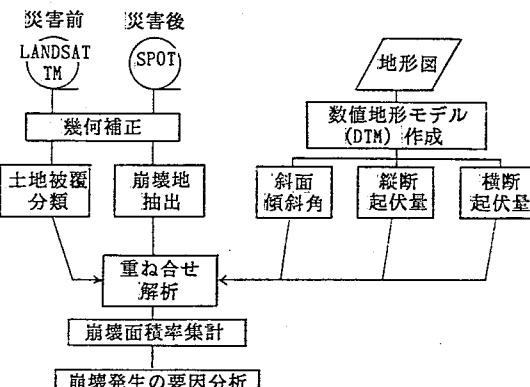


図2 解析のフローチャート

2. 解析手法

図1に解析範囲図を示す。解析範囲はタイ南部ナコンシタマラート地区のタピ川上流域に位置し、標高1000mに達する山地で、広範囲にわたりゴムの植林が行われている。この地域を対象として、以下に示す手順により解析を行った（図2参照）。

(1) 衛星データの幾何補正

災害前の土地被覆状況を把握し、災害後の崩壊地分布を解析するために、1989年2月9日観測のSPOTデータ（解像度20m）ならびに1988年3月30日観測のLANDSAT TMデータ（解像度30m）を用いた。地図との整合を図るため、データの再配列を行い、1画素サイズが20m×20mとなるよう幾何補正した。

(2) 災害後の崩壊地抽出

災害後のSPOTデータの濃度値による分割により崩壊地を抽出した。このとき、画像上で判読により、渓流内の土砂堆積部を取り除き、崩壊地のみを解析対象とした。

(3) 災害前の土地被覆分類

災害前のLANDSATデータを用い、最尤法分類を実施した。分類カテゴリーは、密林、疎林、草地および灌木、耕地、裸地、その他、の6項目とした。

(4) 地形情報データの作成

1/5万地形図により数値地形モデル(DTM)を作成したうえ、地形的特徴として崩壊に影響を与える要因と思われる斜面勾配や起伏量の情報を得るため、斜面傾斜角、縦断起伏量、横断起伏量に関する画像データを作成した。なお、これらの定義は以下のとおりである。

- ・斜面傾斜角：注目メッシュと周囲のメッシュとの、最大標高差と水平距離から求まる角度。
- ・縦断起伏量：注目メッシュと、斜面の最大傾斜方向に沿った両側のメッシュの標高差(図3参照)。
- ・横断起伏量：注目メッシュと、斜面の最大傾斜方向と垂直な方向に沿った両側のメッシュの標高差。

なお、これらの各画像データのメッシュサイズは、衛星データと同様20m×20mである。

(5) 重ね合せ解析による崩壊発生の要因分析

上記で作成した各種の画像データを重ね合せ処理し、土地被覆項目ごとの崩壊面積率を算出し、メッシュ単位で崩壊発生の要因分析を行った。また崩壊面積率については、崩壊が多発している画像の中央部分の山地(写真2参照)を対象地区として実施した。

3. 解析結果

(1) 崩壊地の抽出

写真1、2に、幾何補正済SPOTデータおよび崩壊地の抽出結果を示す。崩壊地は山地の中腹部(標高300mから500m付近)を中心に広範囲にわたって分布している。とくに画像中央付近の山地は、細い渓流沿いに崩壊地とみられる表土の露出した箇所が無数にみられ、さらに崩壊した土砂が下流に移動し、山麓部Phipun地区に広く土砂が堆積している。画像解析の結果によれば、対象地区の面積は、崩壊部分719.4ha、土砂堆積部分1080.0ha、その他306.4ha、合計2105.8haである。

(2) 土地被覆分類結果および崩壊面積率

写真3、4に、幾何補正済LANDSATデータおよび土地被覆分類結果を示す。さらに、崩壊地抽出結果との重ね合せ解析を行い、土地被覆項目別の崩壊面積率を算出した。結果を表1に示す。

山地の頂上付近を除き、草地および灌木が約1300haと半分以上を占めている。崩壊面積率は40%以上に達し、今回の土地被覆区分の中では最も高い値を示している。また対象地区の1/4にあたる密林・疎林はほぼ全域がゴム林であり、崩壊面積率は30%前後を示している。

(3) 傾斜角・縦断起伏量・横断起伏量

画像化した数値地形モデルを写真5に示す。また図4、5、6に、傾斜角・縦断起伏量・横断起伏量と崩壊面積率との関係を示す。

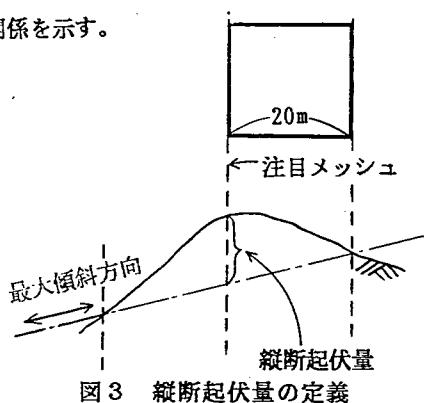


図3 縦断起伏量の定義

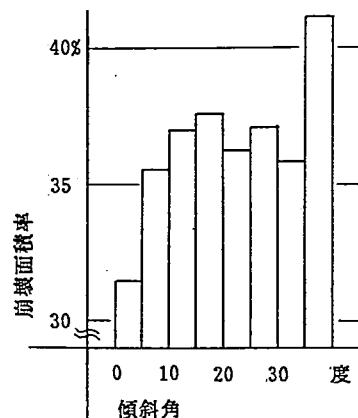


図4 斜面傾斜角と崩壊面積率

4. 考察

(1) 土地被覆と崩壊面積率(表1参照)

解析結果より、密林・疎林よりも草地・灌木の方が崩壊がより多発していることが明らかであり、地表面の植生が疎の方が、崩壊に対する抵抗力も低いものと思われる。しかし、密林・疎林においても、30%前後の比較的高い崩壊面積率を示している。これは、この地域の天然の熱帯林が伐採され、その後保水力ならびに土壤の維持力の低いゴム林に転用されたことが一つの要因であると思われる。

(2) 傾斜角と崩壊面積率（図4参照）

解析結果では、35度～40度の急傾斜地で崩壊面積率が高く、5度以下で低くなっている。一般に、傾斜角が急になるほど崩壊の抵抗力に対して重力の斜面方向成分の影響が土塊に強くはたらき、崩壊しやすくなると考えられるが、今回の解析結果によれば、5度～35度ではそれほど大きな違いは認められない。土地被覆の粗密状態など他の要因によっても崩壊面積率が影響されるものと考えられる。

(3) 縦断起伏量と崩壊面積率（図5参照）

斜面形状が凸地形（縦断起伏量が正值をしめす）の場合、起伏量が増大するにしたがい崩壊面積率はわずかではあるが高くなっている。これは、最大傾斜方向に沿って地面が盛り上がったオーバーハンプ状の地形であるほど、崩壊しやすくなることを示している。斜面形状が凹地形の場合は、前述の凸地形のような顕著な傾向は認められない。

(4) 横断起伏量と崩壊面積率（図6参照）

横断起伏量は、谷地形となる凹地形での崩壊面積率が若干高くなっているが、他の要因と比べ、顕著な差は出ていない。横断起伏量の違いは崩壊面積率にはあまり影響しないようである。

5. おわりに

本調査では、衛星データを用いて広範囲の崩壊地の分布を把握し、崩壊地の実態ならびに土地被覆や地形的特徴と崩壊との関係を調べた。その結果、熱帯林の伐採後ゴム林が植林されて抵抗力の弱くなったと思われる山地において、おおまかではあるが、急傾斜地、草地・灌木、縦断的に凸型の斜面に崩壊が多発したことがわかった。衛星データによる解析は、このようなマクロなレベルでの広範囲の崩壊地分布の把握に有効である。今後、これらの結果をふまえ、空中写真などのよりミクロなレベルの解析を併用することにより、崩壊地の実態をより詳細に把握することが可能となろう。

[参考文献]

- 1) ESCAP TECHNICAL ASSISTANCE TO THE FLOOD AFFECTED AREAS IN SOUTHERN THAILAND : ESCAP, UNITED NATIONS, Jan. 1989
- 2) 青山：タイ南部の被災地から、災害学へのアプローチ, pp.80-88, 地理 Vol.34-12, 1989.12
- 3) 青木・後藤・深見：南部タイの豪雨災害, 特集・平成元年発生災害, pp.36-44, 河川 521,

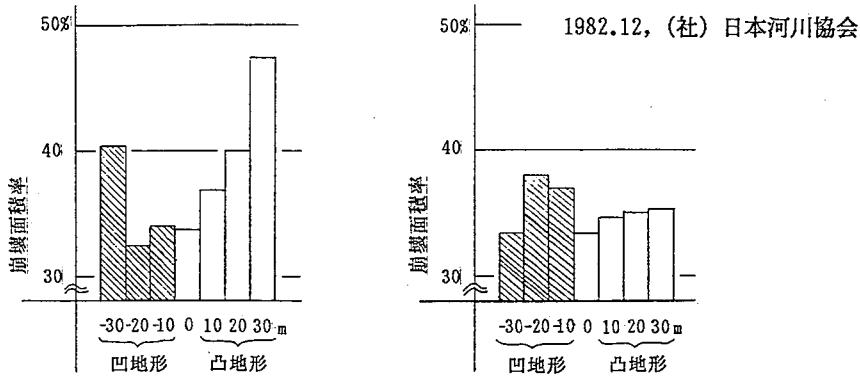


図5 縦断起伏量と崩壊面積率

図6 横断起伏量と崩壊面積率

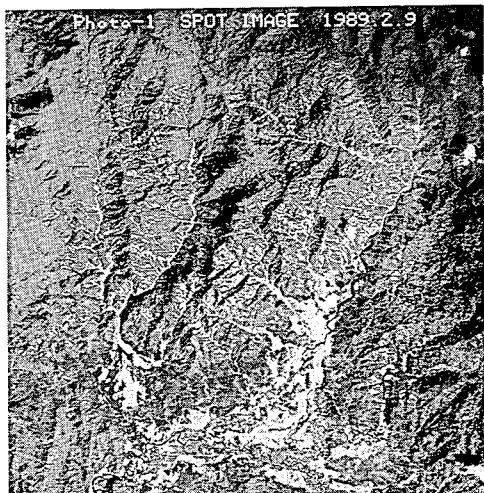


写真1 SPOTデータ

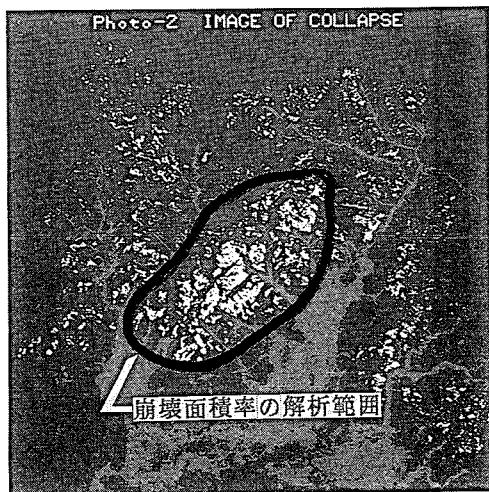


写真2 崩壊地抽出結果

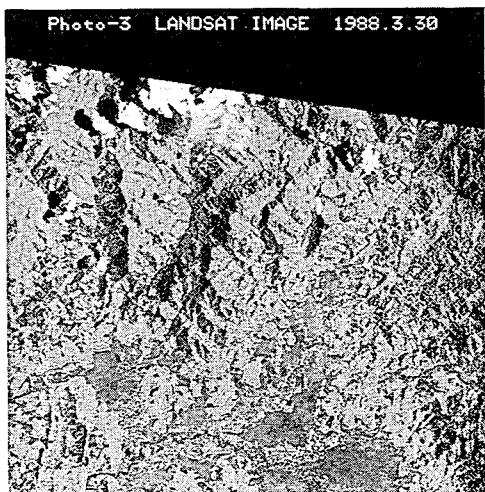


写真3 LANDSATデータ

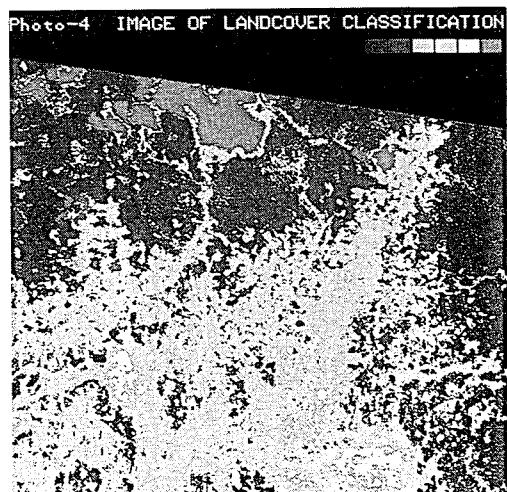


写真4 土地被覆分類結果

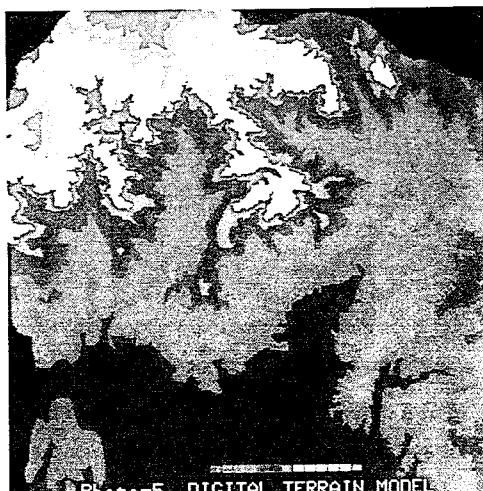


写真5 数値地形モデル

表1 土地被覆項目別の崩壊面積率

土地被覆	面積(ha)	崩壊面積率
密林	250.2	31.0%
疎林	297.0	28.6
草地・灌木	1336.8	40.5
耕地	16.0	10.0
裸地	35.0	32.0
その他	170.8	-
合計	2105.8	-