

航空レーザ計測データ等によるナンノ谷大崩壊の発生機構の推定と今後の予測

元国土交通省越美山系砂防事務所 廣野一道
国土交通省越美山系砂防事務所 飯沼正司
国土交通省多治見砂防国道事務所 大前秀明
朝日航洋株式会社 ○福田 真・鎌倉友隆・中内隆幸

1. はじめに

ナンノ谷は、岐阜県揖斐川郡揖斐川町を流れる揖斐川の支川である坂内川の右岸山腹に位置する（図-1 参照）。当地域は、1985年（明治24年）10月に水鳥地震断層を出現させた濃尾地震が発生しており、ナンノ谷大崩壊はその4年後の1989年（明治28年）8月5日に集中豪雨により2回にわたって発生し、その崩壊土砂量は約153万 m^3 と推定されている。崩壊土砂は坂内川まで流出・堆積して天然ダムを形成し、その後の降雨により天然ダムが決壊し、下流域に被害を与えている。ナンノ谷大崩壊の発生は古いが、その当時の記録が残されており、またこれまで現地調査などにより崩壊規模や発生機構、また被害状況などについて報告されている。

今回、本地域で詳細な航空レーザ計測を行い、等高線図以外にも各種の主題図を作成して微地形判読を行った。また、抽出した微地形について確認のための現地調査を行い、ドリーネ地形をはじめとした崩壊の要因となった地形要素を確認し、崩壊発生機構の推定と将来の大規模地震による大規模崩壊の発生について予測を行ったので報告する。

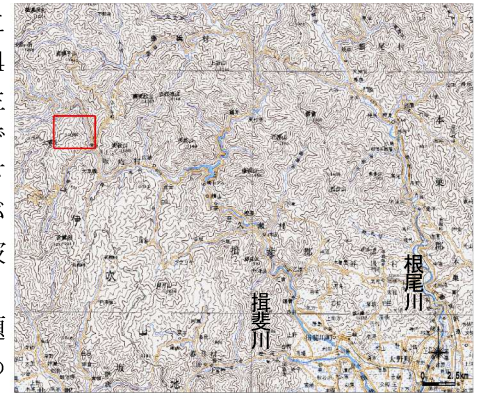


図-1 調査位置図

2. 詳細微地形解析および現地調査結果

グラウンドデータ密度1点/ m^2 の詳細な航空レーザ計測データを基に1.0mのメッシュデータを作成し、縮尺1:5,000の等高線図、オルソコンター図、段彩陰影図、陰陽図等を作成した。これらの主題図と空中写真を基に微地形判読を行い、図-2に示す詳細微地形解析図を作成した。

また、現地調査においては、簡易GPSと高度計を用いて空中写真判読で把握された微地形の位置について照合した。その結果、ナンノ谷の崩壊規模は、幅約400m、比高差約60mの半円状の滑落崖を有し、その最大幅約450m、長さ約520m、傾斜 32° を呈していることが判明した。

崩壊は標高約980mの山稜で発生し、その土塊は現在えん堤のある標高約675mの平坦地に一旦堆積し、その後ボトル・ネック状に狭まっている谷部を流下して三角錐状に広がって下方へ堆積した様子が窺える。

崩壊頭部の中央付近では、その後に形成したと考えられる最大幅80m・最大長さ70mの崩落土堆が数箇所存在する。また、中央部から末端部にかけて数十mの厚さで崩落岩塊が堆積しており、崩落岩塊は数度にわたって供給されたことを窺わせる段差地形を所々に生じさせている。

特筆される地形としては、ナンノ谷頂部の標高1,000~1,060m付近の山頂緩斜面部に分布するドリーネ地形(図-3)が挙げられ、大小合わせて30個以上存在し、それらは概ね2方向に分布している。また、ナンノ谷に隣接する岩井谷の頂部と連なる段差地形が挙げられ、これは標高1,010m付近に雁行状にほぼ連続的に分布し、現地では石灰岩の未風化部分が岩塔状に最大比高約4m、傾斜約 60° の規模を成して観察される。ドリーネ地形の一部および段差地形は、その走向がNW~SE性を示しており、これらの地形形成の要因となる断層等の存在が示唆される。

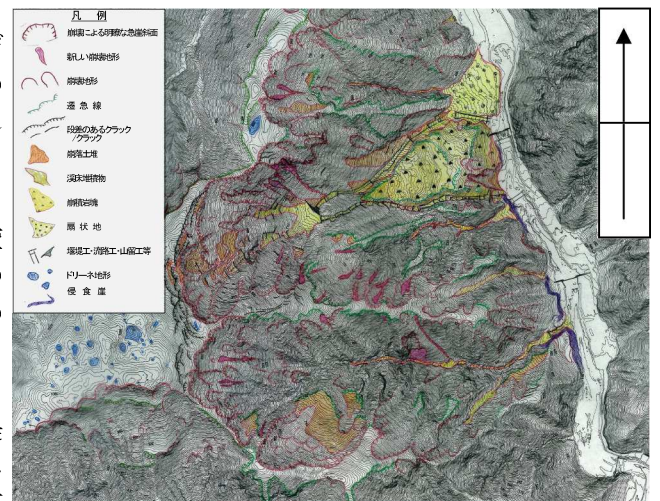


図-2 詳細微地形解析図

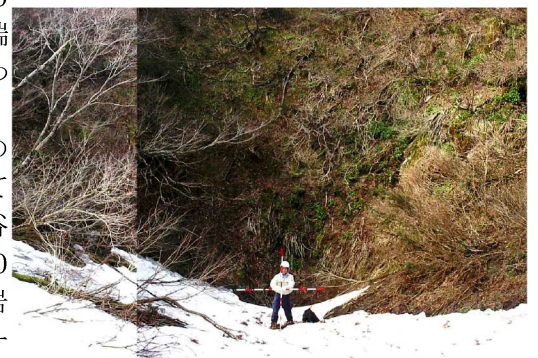


図-3 ドリーネ地形

3. 崩壊発生機構の推定

3. 1 崩壊素因

ナンノ谷周辺を形成する地質は、下位から粘板岩・チャートなどからなる混在岩（メランジュ）層、緑色岩層、石灰岩層から構成される。地質構造的には、混在岩（メランジュ）層の上に緑色岩が載っており、これらは岩質的に透水性は低い。石灰岩は標高 780m以上に分布し、標高 870mより上位に連続的に分布するものはキャップロック構造を呈している。また、硬質で亀裂質であり、地表水や地下水を容易に地中へ浸透させる透水性の高い性質を有している。これらの地質構造は、層理が斜面傾斜方向に対して緩い受盤構造を呈している。

3. 2 崩壊誘因

崩壊誘因の一つとして、崩壊地背後の山頂緩斜面に認められるドリーネ地形が挙げられる。ドリーネ地形は、カルスト地形の一種で、「ラピエ→ドリーネ→ウパーレ」といったカルスト地形形成進化過程のほぼ中間的な性状を呈している。今回、ドリーネの配列方向は、図-4に示すようにNE～SW性とNW～SE性の2方向が卓越していることが判明した。

このうち、NE～SW性のものは、ナンノ谷大崩壊を発生させた地下水供給ルートになっているものと考えられる。また、これにほぼ直交するNW～SE性のものは、付近に存在する断層系の走向と調和的であり、石灰岩中の断層系に沿って溶食ドリーネを形成する大きな原因と推定される。

NE～SW性のものを断面図で検討すると図-5のようになり、ドリーネは山側のものに比べ谷側の方の規模が大きい傾向にあり、豪雨時に石灰岩の亀裂部沿って地下水を集水・流下させやすい状態になっており、結果的に間隙水圧を急激に上昇させ崩壊に至ったものと考えられる。

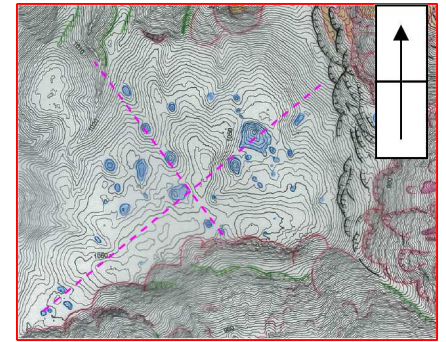


図-4 ドリーネの配列方向

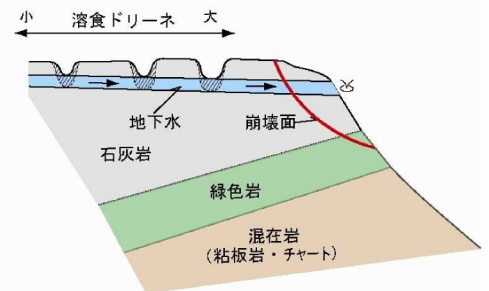


図-5 模式断面図

4. ナンノ谷周辺の大規模崩壊の発生予測

ナンノ谷周辺で今後大地震の発生により予測される大規模崩壊としては、以下のようなものがあげられる。(図-6参照)。

・ナンノ谷と岩井谷を包含するような崩壊

ナンノ谷と岩井谷の頂部を連なる雁行状の段差地形は、濃尾地震により形成された可能性があり、現在は不安定化しているわけではないが、将来大地震が発生した場合には、このような地形変換点に応力が集中し、新たな崩壊の冠頂部になりうるものと考えられる。

・ナンノ谷頭部の崩壊

谷頭部の急斜面に不安定な崩落土堆が残存しており、これの再移動が懸念される。

・岩井谷右岸側頭部の崩壊

崩落土堆の脚部で小崩壊や遷急線の形成が進んでおり、これの再移動が懸念される。

5. 今後の課題

ナンノ谷大規模崩壊の大きな要因となった石灰岩は、当地域周辺の所々に存在している。今後は、航空レーザ計測等で山頂緩斜面地形、キャップロック構造、ドリーネ地形等の特徴的な地形を調査して既存崩壊地との因果関係を解明するとともに、この結果をもとに新たな崩壊の発生予測を行うことが必要である。また、当該地に分布する地層の透水係数等を把握し、水理的に崩壊機構を解明する必要があるものと考えられる。

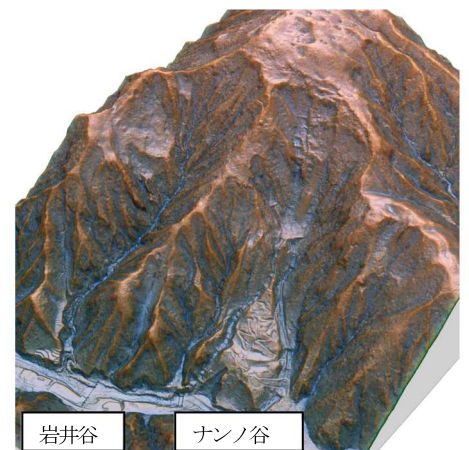


図-6 岩井谷を含む大規模崩壊予測

(参考文献)

1. 山内修(1985): ナンノ崩壊, 新砂防, 38巻4号, pp.33 - 34.
2. 原義文・井上公夫・田島靖久(1998): 越美地域における濃尾地震以降に発生した大規模土砂移動, 一特に石灰岩地帯の大規模崩壊について-, 平成10年度砂防学会研究発表, pp.224 - 225.
3. 田畑茂清・水山高久・井上公夫(2002): 天然ダムと災害, 古今書院, pp. 78-79