

14. 山体の地形タイプと崩壊対策への応用

Geomorphological type of mountain body and Application for the Slope failure Survey

○津田秀典

(株)リクチコンサルタント

1. はじめに

斜面防災のための地質調査の初期段階においては、まず山体地形を遠望することにより斜面崩壊の特性を概略把握することが要請される。この場合、定性的な内容であるため厳密な相互比較は難しく、多少の推定エラーがあることはやむを得ないが、山体地形の全体像の把握が不可欠である。

山体の地形を観察するとき、断層や流れ盤などの地質構造は地質調査者だれもが念頭におく代表的な地質要因である。しかし山体地形の形成要因としては、こうした地質構造の影響のほか、山体構成岩の硬軟（強度）の分布をもたらす風化・削剝の影響が大きい場合がある。そこで本研究では、山口県下において山体斜面における硬軟分布が山体地形を大きく規制していると考えられる事例を探してみた。

その結果、相対的に山頂部（～山腹部）に硬質層があるときには山脚部に軟質層があり、逆に山頂部（～山腹部）に軟質層があるときは山脚部に硬質層が広がる傾向があることがわかった。そして前者を「硬質山頂タイプ」、後者を「軟質山頂タイプ」とし、崩壊特性との関連について考察した。

2. 山体地形の遠望観察とその価値判断

個別の山体地形の全体像は、航空写真判読等によるマクロ的観察あるいは露頭～顕微鏡による点的・ミクロ的観察のように、離れすぎても近づきすぎても見えにくいことが多い。その点遠望観察はこれらの中間スケールに相当し、全体像への最も身近で低コストな野外地質的アプローチとなる。しかしそれゆえにこれはややもすれば知らず知らず軽んじられることがあるが、本来現地調査の出発点として現在の高度化した調査技術の中にきちんと位置づけることが望ましい。そうすれば防災点検時など、特に地質調査初期段階において、斜面崩壊の発生域の予察や斜面崩壊の性格づけを行う際に、またそれをもとにした後続の詳細調査計画の立案を行う際に役立つと考えている。

3. 山体の地形タイプと地質の硬軟分布

写真－1に斜面構成物質の硬軟が斜面形態をよく反映している典型例を示し、これらを硬質山頂タイプと軟質山頂タイプに区分した。さらにこのうちの2例において、図－1、－2に断面図で地質との関係を概念的に示した。大半の山体地形は両者をエンドメンバーとして、その中間的な性質をもつ。

3－1. 硬質山頂タイプ

(1) 全体的特徴

本タイプは、山頂部（～山腹部）には山脚部に比べて相対的に硬質の岩盤が露出することによりごつ

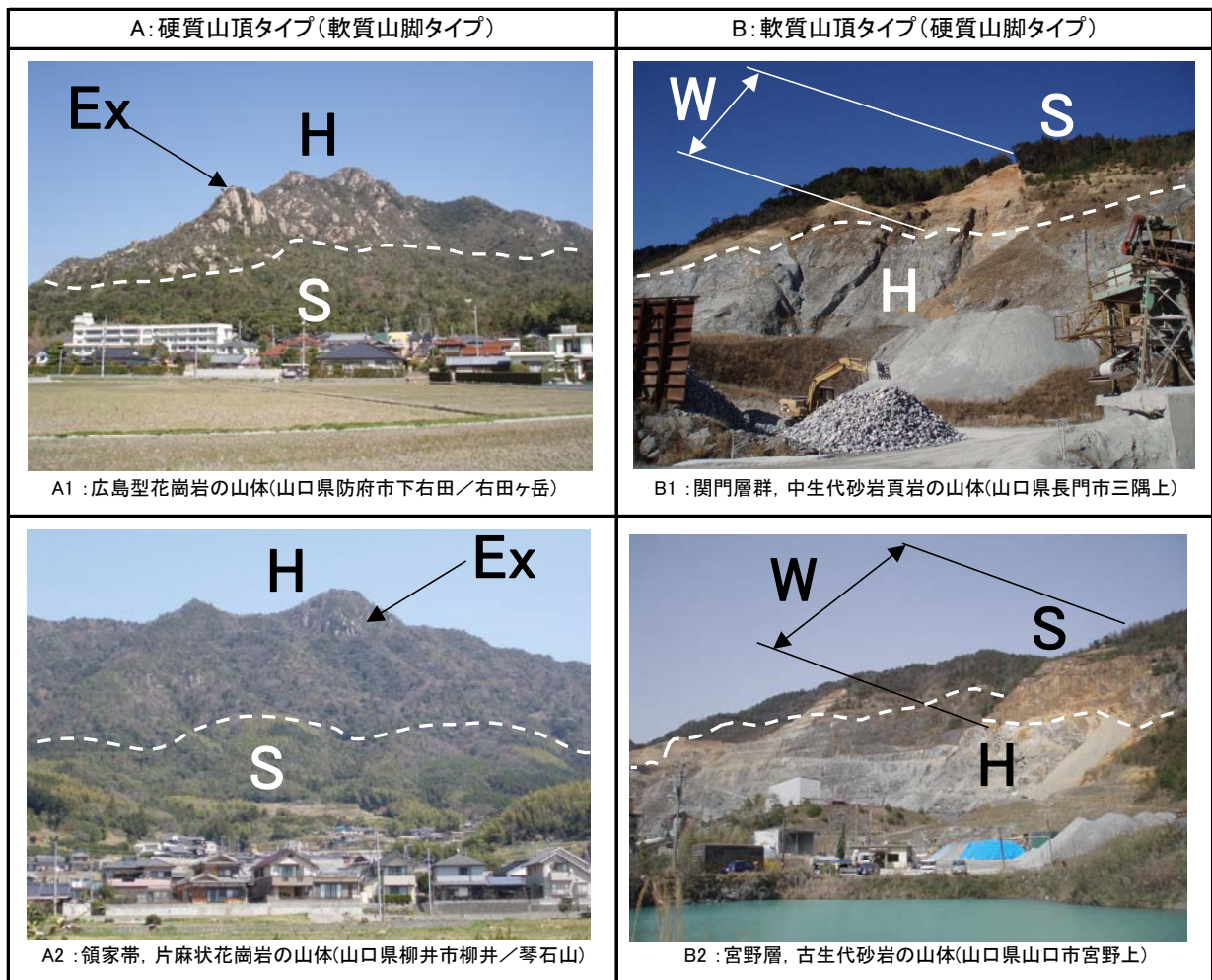


写真-1 硬質山頂タイプと軟質山頂タイプ
H: 硬質岩, S: 軟質岩(風化土, 崩積土含む), Ex: 岩盤露頭, W: 風化層

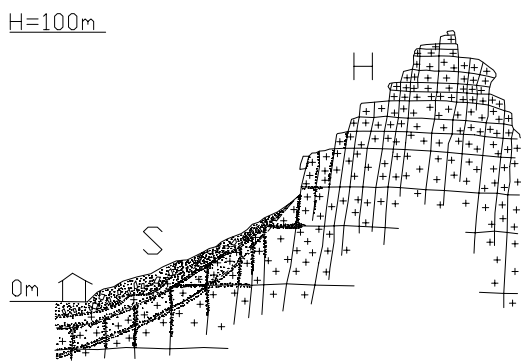


図-1 硬質山頂タイプの推定地質断面図
H: 硬質岩, S: 軟質岩(風化土, 崩積土含む)
写真-1 (A1)と対応する。

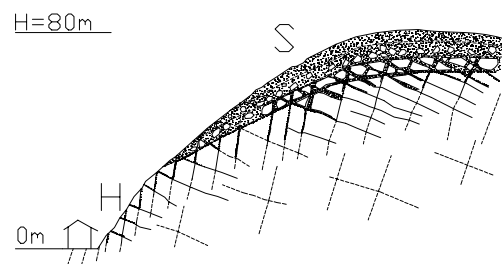


図-2 軟質山頂タイプの推定地質断面図
H: 硬質岩, S: 軟質岩(風化土, 崩積土含む)
写真-1 (B1)と対応する。

ごつした凹凸に富むとともに、急斜面 (ca.40~50°) をなしている (図-1)。山頂部では、花崗岩のトーアがいたるところに分布し、独特の景観を呈す。トーアのブロック状の形態は、高角および低角度の節理で区切られ、基岩から遊離し、径数 m の大型の浮き石になっていることがある。図-1は、トーアを規制するこうした引張り節理を強調して描いている。

いっぽう山脚部は緩斜面 (ca.20~30° 以下) をなしており、岩盤が原位置で強風化してできたマサ

土と、斜面上部から崩落した削剥物質からなる崩積土が集積している。また領家帯の片麻状花崗岩では、風化核を残すマサ土質の強風化岩と径数 m に達する大玉石を含む崩積土が軟質の斜面構成物質をなすこともある。

本タイプは山口県下（中国地方）各地域の花崗岩質の山体にほぼ共通している。斜面傾斜と地質硬軟の対応から本タイプは軟質山脚タイプとも、また斜面全体の傾斜からみれば山腹部がへこんだ凹状をしていることから寺勾配タイプともいえる。

（2）地形発達様式

山頂部の硬質岩盤は、強度的に浸食に抵抗できる。しかしながら、急傾斜の節理等に沿って岩盤の剥離が起りやすい。そのため山頂部付近では岩盤が露出し、急傾斜となり、風化・粘土化物質は蓄積されにくい。いっぽう剥離した岩塊は崩落とともに細片化し、基岩の風化物とともに斜面下部に蓄積する。このようにして山脚部には軟質の崩積土からなる緩斜面が蓄積される。

いったん緩斜面に集積した崩積土は下位より浸食されるため、上位が不安定化して隙かし地すべり¹⁾（あるいは崩壊）を起こし、より下方に拡がってゆく。このようにして軟質層からなる斜面は下部斜面ほど谷幅の広い末広がり形態を示すことが多い。

3-2. 軟質山頂タイプ

（1）全体的特徴

本タイプは、採石場にて山体地形の内部断面を直接観察できた事例（図-2）をもとに定義したものである。ここでは硬質山頂タイプとは逆に、山頂部が丸みを帯びた緩傾斜（ $ca.30^\circ$ 以下）をなしている。山頂部には、茶褐色に酸化した風化岩（中生代の砂岩頁岩）や原位置風化残留土が相対的な軟質岩として層厚 $ca.10\sim30m$ で分布している。原位置風化残留土は赤土（粘性土）になっていることも多い。

いっぽう山脚部は急傾斜（ $ca.30\sim50^\circ$ ）をなす。岩盤露頭は山頂部～山腹部には乏しく、山脚部に未風化の硬質岩盤が多い。そのため本タイプは硬質山脚タイプとも、斜面全体の傾斜からみれば山腹部が出張った凸状のドームタイプともいえる。本タイプは、中生代の堆積岩や結晶片岩を基岩とする山体に多い傾向がある。

（2）地形発達様式

本タイプでは山頂部に軟質層が残留し、風化・粘土化物質が蓄積されている。いっぽう山脚部には硬質岩盤があるため浸食抵抗が大きくなっている。こうした斜面で浸食谷が発達すると、より上部斜面ほど浸食が旺盛になり、結果として軟質層からなる斜面はボトルネック形態を示すことが多い。

4. 斜面崩壊対策への応用

斜面崩壊防止対策は、多くの場合、保全対象の直近斜面を擁壁や法枠等で防護する。深い崩壊や地すべりに対してはアンカー工等を併用する。また擁壁背面に崩土の土砂溜めポケットやストーンガードを設置することにより、いつ起こるかわからない不特定多数の表層崩壊や落石を待ち受ける。個別の現場毎に状況は異なるが、こうした対策の実効は基本的に崩壊の予知・予測の妥当性にかかっている。

地質の硬軟に着目したとき、斜面崩壊は一般的に斜面の低強度の軟質層で起こり、軟質層の存在自体が崩壊を起こす側（力を加える側）の要因となる。いっぽう硬質岩は耐浸食性が大きく高強度のため、崩壊の抵抗体として抗力側の要因となる。ただし硬質岩における花崗岩のトーア岩体の落石や、硬軟に

あまり関係ない流れ盤による岩盤すべり現象等の1次的な地質構造要因に規制されて起こる崩壊は、別途注意を払う必要がある。

硬質山頂タイプでは、保全対象直近斜面の現地踏査段階で軟質層の存在を確認しやすい。しかし軟質山頂タイプでは山脚部に強固な岩盤があり、一見安定した斜面であっても山頂部から山腹部にかけて風化岩や風化土由来の低強度層が予想以上に蓄積していることがあり、これらの崩壊が対策上の盲点となることがある。

硬質山頂タイプでは、遠望して山頂部に岩盤が露出しているのが不明でも山頂部がごつごつと凹凸に富むこと、軟質山頂タイプでは採石場のように地質断面は観察できずとも山頂部が丸みを帯びていることにより、一見してそれとわかりやすい。山体地形の内部の風化構造が不明であっても、山体の相対的な斜面傾斜をみれば硬軟分布を推定することができる。

しかし多くの山体地形は硬質山頂タイプと軟質山頂タイプのミックスである。硬軟分布の存在形態は一様なものから不規則な混在まで多様である。しかし両極端の事例を念頭において、それぞれの地点での地質と風化・削剥構造を検証することにより、対策の方針がみえてくることも期待できる。調査初期段階に山体地形の遠望観察により、軟質層や硬質層がどこにあるか、特に軟質層はどのくらい蓄積し、どのような物質からなるか見積もる目をもち、簡易ボーリング調査等により状況証拠のみならず物的証拠を調査確認してゆく必要がある。

5. まとめ

(1) 山体の地形タイプ

本研究では、山口県下の山体地形を、地質構成の硬軟（強度）の分布という観点から、「硬質山頂タイプ」と「軟質山頂タイプ」に大別した。硬質山頂タイプは、主として山頂部に硬質層、山脚部に軟質層が分布し、上部斜面ほど急傾斜、下部斜面ほど緩傾斜をなす。また軟質層からなる斜面は未広がり形態をなすことが多い。軟質山頂タイプは、主として山頂部に軟質層、山脚部に硬質層が分布し、上部斜面ほど緩傾斜、下部斜面ほど急傾斜をなす。また軟質層からなる斜面はボトルネック形態をなすことが多い。

(2) 崩壊対策への応用

崩壊対策の実効を考えると、山体地形の全体像に留意し、山体の地形タイプを勘案するとともに、その地質的背景を念頭におく必要がある。特に地質の硬軟（強度）という1面からは、崩壊は軟質層で発生し硬質層が抵抗体となるため、硬軟の分布・形態は山体の地形発達の中で崩壊の起こる場所や性格を規定している。こうした観点から、地質調査の初期段階において山体地形を遠望観察することは、野外地質的に応用価値があると考えられる。

引用文献

1)高橋英太郎(1972)：隙かし地回り，山口地学会誌，No.5，pp.8～9.