

(2) GIS(地理情報システム)を用いた評価

(ア) 斜面勾配

斜面勾配については、森林調査簿や傾斜区分図等により確認することができます。

30～35度以上の急傾斜地では森林作業道等の損壊が発生しやすくなるため留意が必要です。また、30～35度未満であっても危険地形等では損壊が発生する可能性があります。

傾斜区分図は、勾配を区分して図化したもので、森林作業道等の作設のリスク判断が容易になります。傾斜区分図は、航空レーザ測量によって得られるDEM (Digital Elevation Model 数値標高モデル) データから作成することが可能です。DEMデータとは、地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形に中心点の標高値を持たせたデータのことです。

図18は30度以上～35度未満を黄色、35度以上を赤色で着色した例です。森林作業道等を作設する場合、赤色の区域は避けることが望ましく、避けられない場合は、通過区間を短くし、必要に応じて構造物を設置する等の対策が必要になります。

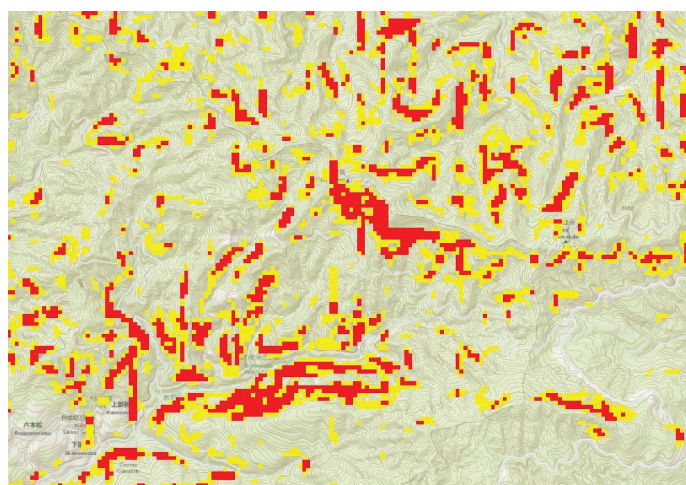


図18 傾斜区分図の例

(イ) 侵食域

一般に、過去の崩壊等による地表面の侵食が高密度に分布する区域は、豪雨等の際、再び災害が発生する可能性があるため留意が必要です。

近年は地形を判読しやすい様々な着色方法が開発されています。CS立体図(図19)は、長野県林業総合センターが考案した地形表現図で、曲率と傾斜の組合せにより、視覚的・直感的な地形の判読が容易になります。また出典を記載すれば自由に利用することができます。

全国のCS立体図(10mメッシュDEMデータ使用)やArcGISやQGIS用のCS立体図作成ツールがG空間情報センター(URL: https://www.geospatial.jp/gp_front/)から入手可能です。1mメッシュ以上の解像度の高いDEMデータを使用すると微地形の判読も可能になります。

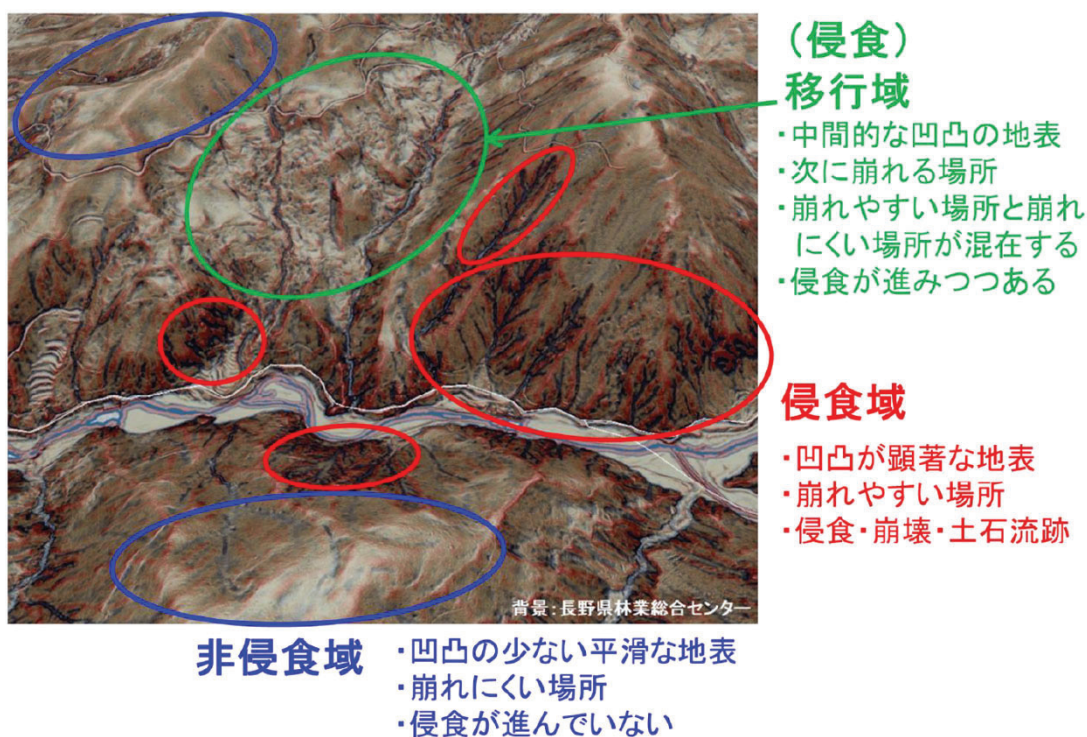


図19 CS立体図による侵食域、非侵食域、移行域の判読例

(資料提供: 森林総合研究所関西支所 杉人の心得刊行委員会)

(ウ)危険地形

急傾斜である、地盤が風化している、地下水が多い、という3つの要素が重なる場所は崩壊が発生しやすいと考えられます。それらの要素が出現しやすい①0次谷、②断層（破碎帯）、③地すべり地形等は崩壊が発生しやすい危険地形と考えられ、留意が必要です。

0次谷は、表土が厚く雨水が集まりやすい谷頭部の凹斜面のことで、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」では、集水地形のうち地形図上で谷の間口よりも奥行きが短い地形が0次谷とされています（図20）。

0次谷の中でも、特に遷急線周辺が崩壊の発生場となることが多いと言われています（図21）。遷急線とは、尾根から谷に向かって斜面を見下ろしたときに、傾斜が急になる地点（遷急点）を等高線方向に結んだ線です（図22）。遷急線より下部にある斜面は上部にある斜面に比べ崩壊による侵食作用が大きく、結果として表土が薄く急傾斜となりますので、遷急線はその周辺で侵食が卓越する「侵食前線」とも呼ばれます。

0次谷は土砂移動が最も活発な地形の一つであり、森林作業道等の作設には不適です。

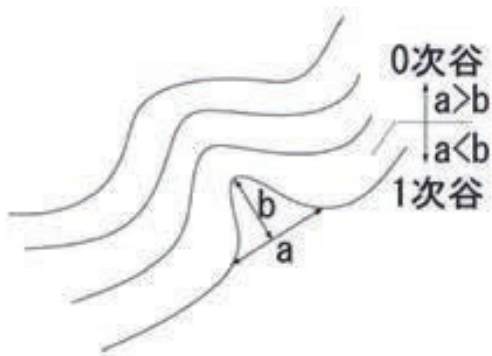


図20 0次谷の定義

(出典：国土技術政策総合研究所「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」)

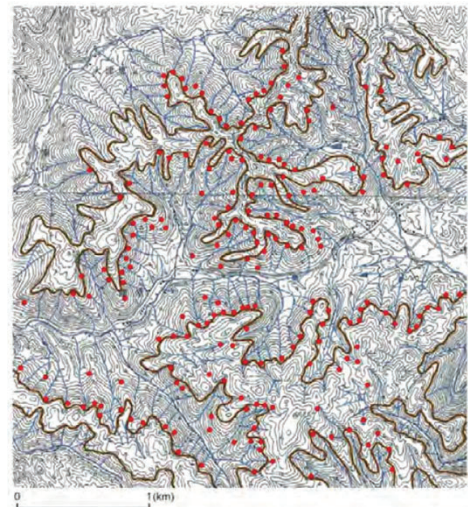


図21 2010年7月の広島県庄原災害の表層崩壊発生位置図（赤点：崩壊発生位置、太線：遷急線）

(出典：上野将司「土砂災害への備え」(2015))

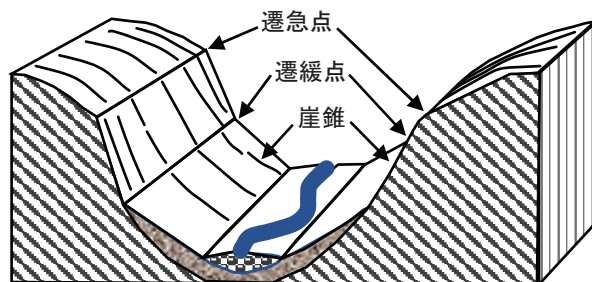


図22 遷急線、遷緩線のイメージ

(出典：松村和樹他編「土砂災害調査マニュアル」(1988)を基に作図)

断層周辺では、断層活動により岩石が破碎されるため、断層面に沿って破碎帯が形成されます（図23）。破碎帯は地質が脆くなっているだけでなく、表面水や地下水が集中しやすいため崩壊が発生しやすくなっており（図24）、森林作業道等を作設する場合はできる限り避けるか、避けられない場合は短距離で通過することが重要です。破碎帯の幅は一般に断層の長さの1/1000~1/100程度とされています。

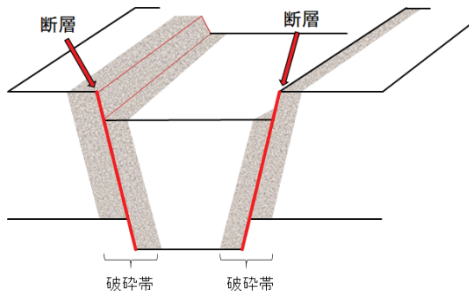


図23 断層と破碎帯(イメージ図)

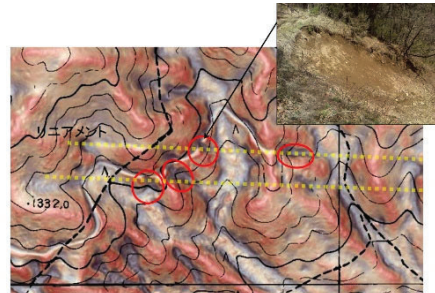
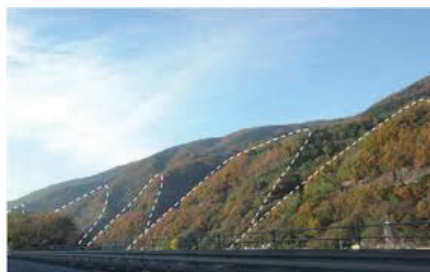


図24 林道と断層の交差点で崩壊が発生

(資料提供:長野県)

断層は地表を変位させるため、三角末端面（尾根の末端部分にできる断層崖面。図25）や断層崖（断層運動で直接形成される急崖）やといった特徴的な地形が断層に沿って形成されることがあります（図26）。これらの断層地形から断層の把握が可能です。



(資料提供:森林総合研究所関西支所 杉人の心得刊行委員会)



(出典:岐阜県博物館 ジオランドぎふHP)

図25 三角末端面の例

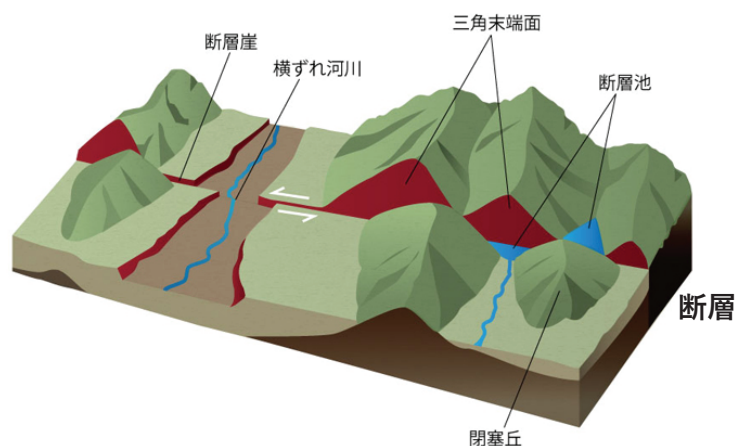


図26 断層地形

(出典:産業技術総合研究所地質調査総合センターHP)

また、破碎帯は地質が脆く侵食されやすいため、断層が尾根を横切っているところでは、凹みができ、馬の鞍のような地形ができます（図27）。これを断層鞍部と呼びます。直線状に並んだ断層鞍部から断層の存在を推定することができます（図28）。また、現地において、切土法面等から断層破碎帯や崩積土等の地質構造を確認することができます。

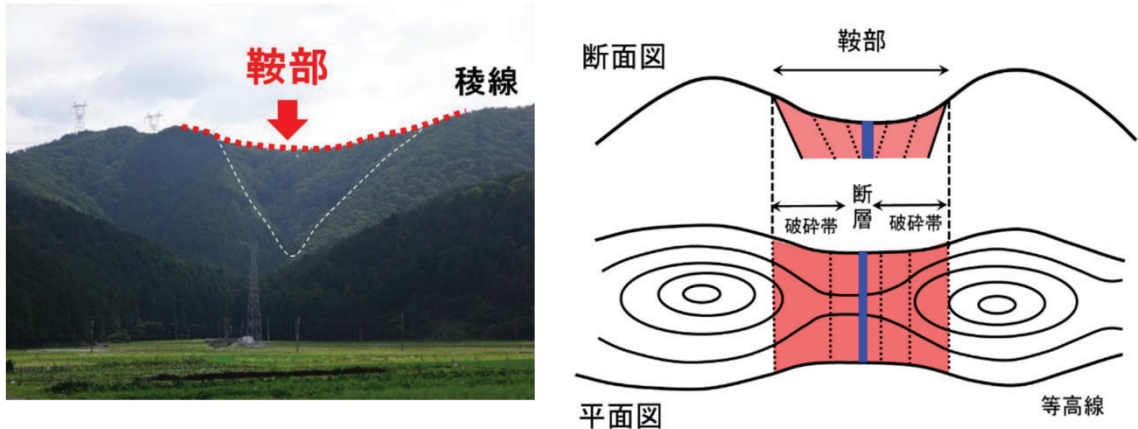


図27 鞍部と破碎帯

(資料提供: 森林総合研究所関西支所 杣人の心得刊行委員会)

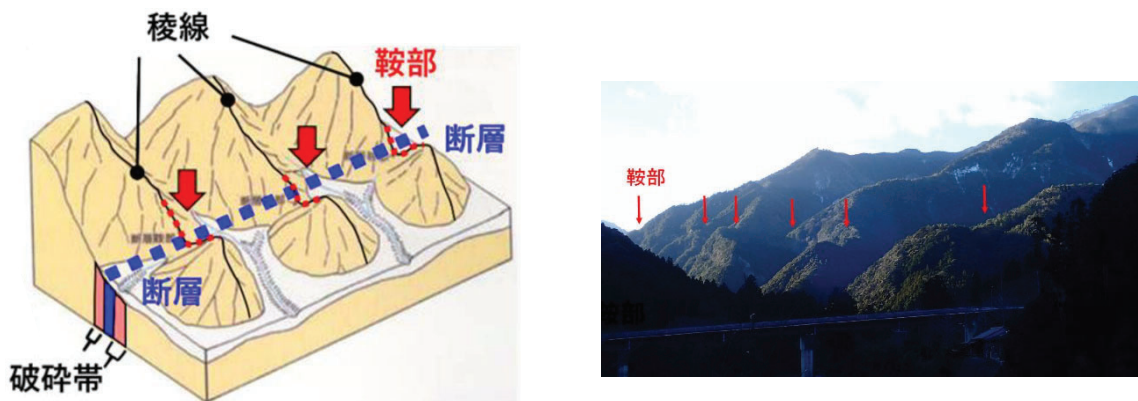


図28 連続する鞍部

(資料提供: 森林総合研究所関西支所 杣人の心得刊行委員会)

地すべりは、比較的傾斜の緩い斜面において、斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象です。一般に1～100haと大規模で、馬蹄形の地すべり地形を形成します（図29）。

地すべり地形では、1次すべりと呼ばれる地すべり移動体本体の内部に2次すべりと呼ばれる細分化された小移動体を形成します。小移動体は3次、4次と更に細分化されることもありますが、いずれの移動体も馬蹄形の相似形となります（図30）。

地すべり地形は地盤が風化しており、湧水が発生しやすいため、崩壊が発生しやすいと考えられます。森林作業道等の作設のために移動体脚部で切土を行う際（図31）、すべり面の傾斜が比較的急で移動体に占める切土の割合が大きい場合には、斜面が再移動する危険性があります（図32）。

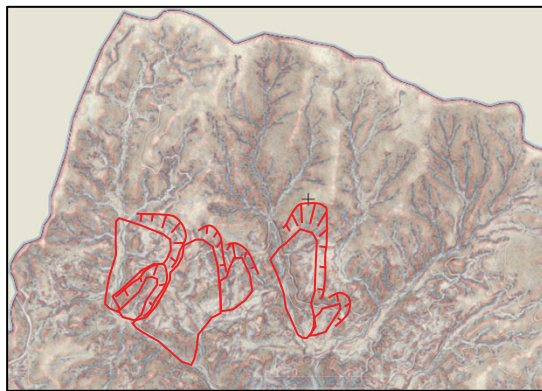


図29 CS立体図による地すべり地形の判読

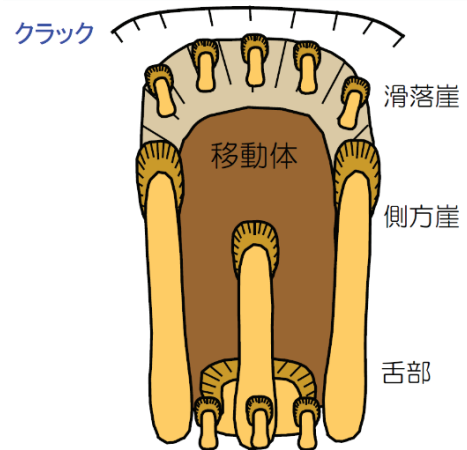


図30 地すべり地形と部位

(資料提供: 森林総合研究所関西支所 杉人の心得刊行委員会)

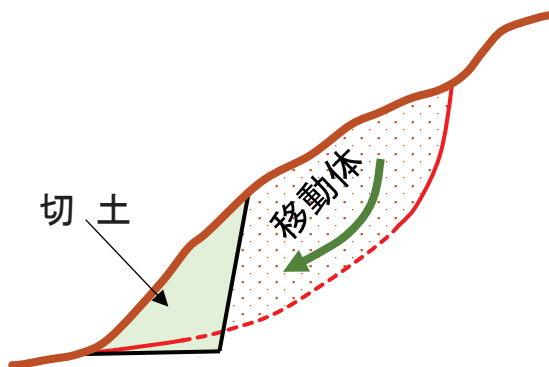


図31 移動体脚部の切土(イメージ)



図32 移動体脚部の切土から崩壊した事例

(資料提供: 鳥取県)

また、地すべり地形以外でも、表層クリープとよばれる、表層崩壊の発生源となる小規模な移動体（ふくらみや波状を成す微地形）が多数存在します（図33、図34）。表層クリープは既に崩壊しやすい状態にあるため、森林作業道等の作設は回避することが望ましいと考えられます。

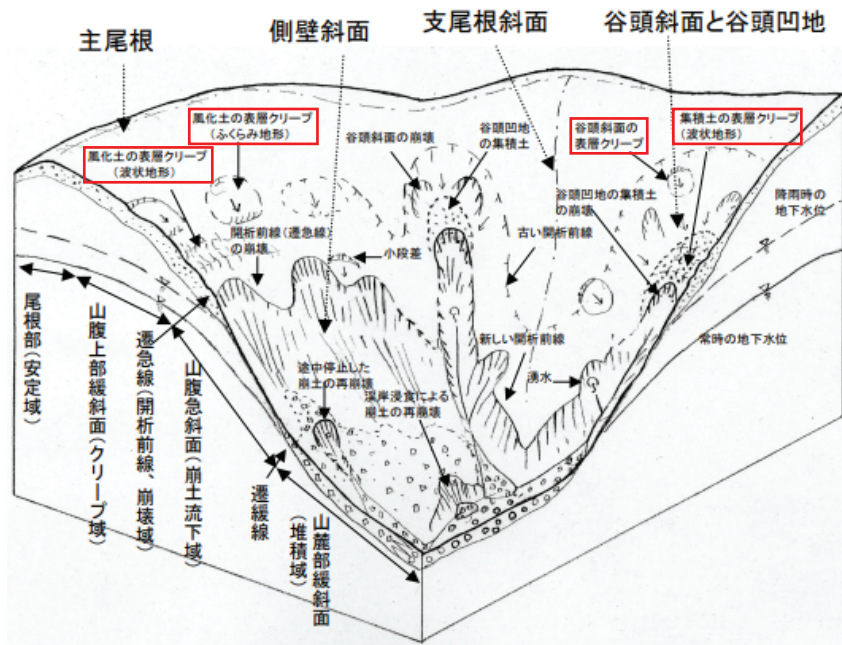


図33 山地斜面に一般的に見られる表層崩壊の発生場の模式図

(出典: 佐々木靖人「土層調査による表層崩壊の体系的な調査手順の提案」(2012)に加筆)



図34 表層クリープ(移動体)と立木の変状の例

(資料提供: 森林総合研究所関西支所 柚人の心得刊行委員会)