

現場写真で見る林内道路の侵食・崩壊

一切土のり面崩壊

佐藤弘和・津田高明・岩崎健太・蓮井 聡・対馬俊之

切土のり面とは

森林内には国道や道道，市町村道などの公道も通っていますが，森の奥にある現場に向かうには林内道路^{*}を通らなくては行けません。しかし，林内道路では路面が削れたり道路の一部が崩れたり，ときとして道路そのものが消失したりするケースがあります。苗木を植えたり樹木を伐採したりする作業において，こうした林内道路の侵食や崩壊は，人員や伐採した木を安全に搬送する妨げになります。

そこで，道内の林内道路を対象に，「切土のり面」「盛土のり面」での崩壊や「路面」での侵食状況を調査しました（道路構造の名称は図-1 参照）。本稿では，尾根側にある人工的に作設された斜面である「切土のり面」を扱います。英語では，cut slope と表記します。「切取りのり面」ともいいますが，ここでは『林道必携技術編』（日本林道協会 2011）で使われている切土のり面と称します。谷側の人工的に作設された斜面は「盛土のり面」といいます。英語では，fill slope と表記します。場所によって，切土のり面や盛土のり面は，地山で人為攪乱のない自然状態の斜面（「自然斜面」と呼ぶことにします）と区別しにくい場合があります。

切土のり面は人工的に斜面を切り取るため，地山の斜面勾配より急な勾配になります。斜面勾配が急に化する箇所は「遷急点」といい，図-1 のように，尾根側の自然斜面と切土のり面の境界にも遷急点が形成されます（図-1 で奥行きを考えれば遷急線）。切土のり面より上部に位置する自然斜面においても，遷急点の直下から斜面崩壊が生じていることが多いとされています。切土のり面は遷急線を伴い，自然斜面の勾配より急な勾配になる形状から，崩壊するリスクが高いといえます。

林内道路での侵食や崩壊は，どのような条件で起きるのでしょうか？道路が崩れた箇所をたくさん調査するにつれて，道路での侵食・崩壊といってもいろいろな形態があることがわかってきました。侵食・崩壊の発生条件については別の報告（佐藤ら 2020）がありますので，現場写真からみた林内道路での侵食や崩壊のタイプなどについて紹介します。ここでは，「切土のり面崩壊」について扱います。

^{*}「林道」，「林業専用道」，「森林作業道」の総称として，ここでは林内道路とします。各区分の詳細は佐藤（2017）を参照ください。

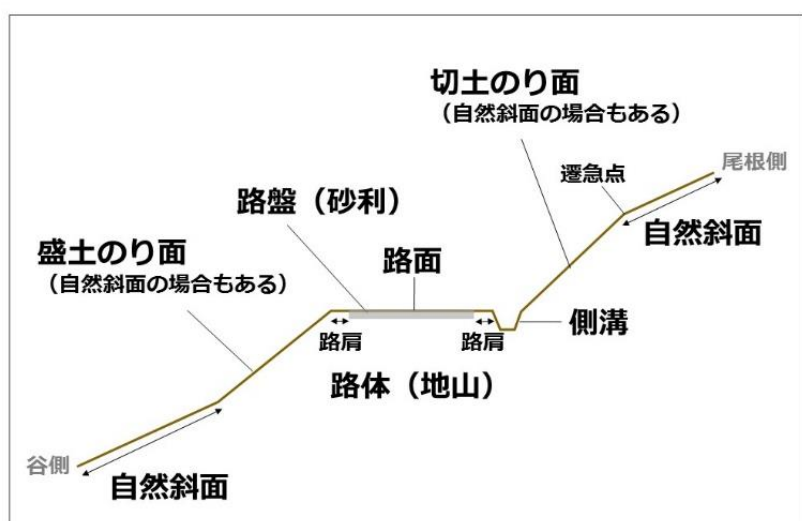


図-1 林内道路の構造

切土のり面の崩壊タイプと成因

【表層崩壊タイプ（落石タイプ）】(写真-1~3)

切土のり面を切ったことで、地山を構成している岩盤や土層がすべり落ちるタイプです。写真-1では、表層の土層が崩れ、その跡には裸地が形成されています。写真-2では、岩盤が露出した切土のり面が崩れ、礫や岩が路面に堆積しています。岩盤の切土のり面では、岩礫が単体で転がり落ちる「落石タイプ」もあります。崩れて堆積した土砂（崩積土）は、岩礫だけではありません。写真-3で起こった切土のり面崩壊では、立木ごと表層の土がすべり落ちていきます。切土のり面の崩壊でよくあるタイプです。



写真-1 表層崩壊タイプ



写真-2 岩や礫が崩れた表層崩壊タイプ



写真-3 立木ごと表層土が崩れた事例

【地すべりタイプ】(写真-4)

表層崩壊より深いすべり面上部の土塊が移動する現象を地すべりといいます。切土のり面で生じるこのタイプでは、円弧状のすべり面ができること、移動した土塊はあまり崩れず、移動土塊の上部に滑落崖と呼ばれる斜面が生じることが特徴です。写真-4では、立木はそのままの状態を維持して土塊が動いています。奥に見える裸地は、土塊がずり落ちた後にできた滑落崖に相当します。



写真-4 地すべりタイプの崩壊

【崩落タイプ】(写真-5~6)

写真-5は、融雪期に撮影された切土のり面の様子です。表層崩壊によって岩盤がむき出しになっているほか、写真の中央部では筋状に土砂が流れています。切土のり面の様子を確認すると、基岩とその上部土層の間に隙間がみられました。おそらく、この隙間から土砂が流れ出たようです。同様の現象として、溪岸斜面において隙間から色の違う土砂が流れていることがありました(写真-6)。内部の土層が侵食・流出し隙間が拡大すると、土層の支持力が失われ、その上部の土層が崩れ落ちることがあります。写真-5の切土のり面では、その後の大雨の際に立木ごと表層土が崩れました。こうした要因で起きる切土のり面の崩壊には、「崩落タイプ」と名付けました。写真-5の斜面では積雪の上に土が流れていることから、融雪水に起因した土の流出であることがわかります。

余談ですが、同斜面では大雨直後に岩盤の隙間から濁水が流れ出ていました。このような状況は斜面が崩壊する前兆とされています。大雨の最中かその直後に現場に入る際には、切土のり面から濁水が流れているかどうか注意してください。濁水がわき出る切土のり面は、危険な状態かもしれません。



**写真-5 崩落タイプがあったのり面
(融雪期における穴からの土砂流亡)**



写真-6 溪岸にできた穴から流れる土砂

【(参考) 谷で生じる土石流】(写真-7~8)

林内道路の尾根側にある斜面は、切土のり面だけで構成されるわけではありません。山の中を通る林内道路では、沢や谷をまたぎます。その沢や谷から流れ出た土砂や岩が道路をふさぎ、通行不能にすることもあります。写真-7は、右側にある谷から礫が川の増水にともない大量に運ばれ、道路に堆積したものです。細かい土では



**写真-7 土石流タイプ
(右側の谷から礫が流出)**



**写真-8 土石流タイプ
(沢から流れた土砂と巨礫)**

なく数 cm～十数 cm サイズの礫が、道だけではなく谷底も埋め尽くしていました。写真-8 は、写真-7 よりはるかに小さい谷から流れ出た土砂と巨礫です。切土のり面ではありませんが、このような谷状の地形から流出した土石流によって通行障害が起きることもあるため、参考として紹介しました。

ここまで紹介した切土のり面の崩壊タイプの発生場所や特徴などを表-1 にまとめておきます。なお、主な原因は書籍などに掲載されている内容です。

表-1 林内路網の侵食・崩壊調査でみられた切土のり面の崩壊タイプ

崩壊タイプ	主な発生場所	特徴	主な原因
表層崩壊タイプ (落石タイプ)	山腹斜面	表層土が斜面に沿って崩れ落ちる。切土のり面岩盤の場合では「落石タイプ」となることも。裸地となったのり面箇所では、溝状のガリーが発生することがある。	豪雨・地震など 落石タイプでは凍結破砕など
地すべりタイプ	山腹斜面 ※尾根近い場所 でもみられた	盛土のり面の一部がスライドして、割れ目や段差のような地形ができる。移動した土塊は大きく崩れない。	豪雨・地震など
崩落タイプ	山腹斜面	のり肩の下が侵食されることで支持力を失ったのり肩が崩れ落ちる。降雨などによって拡大する。	豪雨など

切土のり面崩壊の対処方法

【道路の配置で対処】

斜面の形状にも依りますが、尾根近くの山腹斜面に道路を配置することで、切土のり面の高さを低く抑えることができます。山腹斜面に接しておらず、谷底に形成された平坦地（氾濫原など）も切土のり面を設けずに道路を作設できます。このように、道路の配置によって切土のり面崩壊の発生を予防することは可能です。氾濫原にある道路では、洪水や山腹斜面の大規模な崩壊によって道路上に岩礫や土砂が堆積するリスクもゼロではありません。

【切土のり面の構造で対処】

道路構造の観点から切土のり面崩壊の抑制方法を考えると、切土のり面の高さ（のり高）やのり面勾配も重要な要素になります。林内道路の崩壊調査の結果では、切土のり面の高さが 2.9m 以上、斜面勾配が 46° 以上で切土のり面崩壊が多く発生していました（佐藤ら 2020）。林内道路を作設する際に、上記条件を回避した壊れにくい設計も一考に値します。特に、尾根付近の緩傾斜地などでは、壊れにくい切土のり面が作設しやすいです。先行研究では、地山の斜面傾斜が 30° 以上で森林作業道の崩壊が多い結果もありました（臼田 2019）。道路を新設する際には、斜面傾斜が 30° 未満の尾根や緩傾斜地に道路を配置するよう検討することも考えられます。

【人工構造物による保護】(写真-9~12)

人工構造物による切土のり面保護の例もあります。表層崩壊タイプや崩落タイプに関しては、切土のり面下部に大型土のうや擁壁（丸太組やコンクリート製など）を設け、土留めの効果をもたせています（写真-9~10）。新設の林道においては、切土のり面に格子状のフレーム工法が施されていた例や（写真-11）、岩盤が露出した切土のり面で落石防止を兼ねてネットが張られていた例（写真-12）が見られました。人工構造物による切土のり面崩壊の抑制は、効果的である反面、コストがかかるため、広域基幹林道や林内にある公共施設（気象レーダーなど）へのアクセス道路に限られることが多く、森林作業道において同様の構造物はあまり見かけません。



写真-9 切土のり面脚部に置かれた大型土嚢



写真-10 広域基幹林道の切土のり面脚部の擁壁



写真-11 切土のり面に施されたフレーム工法



写真-12 切土のり面に掛けられたネット

通行できる切土のり面崩壊にも注意を向ける

切土のり面は、土砂や風倒木が道路を塞いだ場合、バックホウなどの建設用車両機を使って遮蔽物を除去することで、車両の通行を確保することができます。路面上にある倒木ならばチェーンソーやのこぎりを使って人の手で運べるようにしたり（所有者の許可は必要です）、落石でも重くなければ人の手で除去したりすることができます。このように、道路を塞いだものを除去することによって通行が可能となる切土のり面崩壊は、盛土のり面崩壊、路面侵食、路体消失に比べると相対的に復旧しやすいといえます。しかし、道路を塞ぐほどではないも

の、切土のり面が崩落した土によって側溝が埋没した状況（写真－13）を放置すると、側溝から溢れた水が路面を侵食したり、盛土のり面に流れ込んで侵食・崩壊を起こしたりするなど、より大きな被害に繋がる可能性があります。道を塞ぐような崩壊でもない限り、切土のり面の維持管理に目が向きにくいこともありますが、通行障害がない切土のり面崩壊箇所においても側溝が埋没しているかどうかを確認し、埋没箇所では排土することも重要です。



写真－13 切土のり面の崩壊で埋まった側溝

引用文献

- 日本林道協会（2011）平成23年版 林道必携技術編. 日本林道協会：310pp.
- 佐藤弘和（2017）知っていて損のない「林内路網の基礎知識」－「林道」の区分と英訳のはなし－. 光珠内季報 184：9-14.
- 佐藤弘和・津田高明・蓮井 聡・岩崎健太・対馬俊之（2020）林内路網における切土・盛土のり面崩壊・路面侵食の発生条件. 光珠内季報 195：23p.
- 白田寿生（2019）周辺環境に配慮した森林作業道の研究. 森林科学 85：30-33.

（育種育苗グループ・道南支場・道東支場・環境グループ・副場長）