

## 現場写真で見る林内道路の侵食・崩壊

### — 路体消失 —

佐藤弘和・津田高明・岩崎健太・蓮井 聡・対馬俊之

#### 林内の道路がなくなる？

調査で林内道路\*を歩いていると、ときおり道の手先で様子がおかしなことに気付きます。近づいてみると、そこにあるべき道がなくなることがありました（写真-1）。路面侵食や路肩崩壊が拡大し、道路そのものが無くなっている「路体消失」です。林内道路では、路面を形成する路盤（砂利や碎石）の下部に路体（地山や盛土など、道路全体を支えている土）があります。路体消失では、①地山そのものが無くなっている場合、②谷に道を渡すための盛土（横断排水用の暗渠が設けられていることが多い）が無くなっている場合があります。また、厳密には消失ではありませんが、③道路の一部区間が沈んでしまった場合も路体消失に加えることにしました。①から③に共通しているのは、車両走行が完全に不可能になるということです。

※「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。



写真-1 道がなくなっている

#### 路体消失の実態

林道等に接続する公道の事例も含め、路体消失の様子をみていきましょう。写真-2 では、斜面に取り付けられた道路の路体が崩落していました。この崩落は、表層崩壊によるものと判断しました。もはや、人が動物しか通れません（崩れた斜面に点線のように見えるのはシカの足跡です）。



写真-2 地山ごと崩壊した道



写真-3 川によってえぐられた道

写真-3は、川沿いに作設された道です。写真の手前側が上流にあたるのですが、川の水が道路の盛土のり面にぶつかり侵食されている様子が窺えます。川の水が衝突する溪岸の斜面は、「攻撃斜面」と呼ばれています(ちなみに、攻撃斜面の対面は「滑走斜面」、直線流路での溪岸斜面は「直走斜面」といいます)。この事例は台風による豪雨で生じたもので、増水時における川水の侵食力がいかに強いかがわかります。特に、それなりの規模の川に沿って付けられた林内道路では攻撃斜面に相当する道路箇所が消失しやすい傾向にあり、注意が必要です。

先に示した写真-1は、道路が谷をまたぐために作設した盛土が消失しています(谷底には排水用に埋設された管渠が崩れ残っていました)。写真-4は沢からの水を排水するための管渠(鉄筋コンクリート管)が埋設されている道路ですが、管渠まわりの盛土が侵食されています。写真をよく見ると管渠の上に土が取り残されています(写真では侵食された部分の中央にある、筋状に残った明るい色の部分)。おそらく、写真左側にある沢から、呑口が詰まるなどして管渠の排水能力を超えた水が管渠まわりを侵食していったものと考えられます。

写真-5は、路体消失まではいきませんが、横断排水溝の下部が侵食を受けた事例です。コンクリート製の開渠部分は残存していますが、その下部の路体がえぐられています。推測ですが、開渠からの排水によって盛土のり面が削られ、それが開渠の下部まで拡大したのかもしれませんが。この状態のまま放置すれば、開渠部分が崩落する可能性があります(他の林内道路では、横断排水溝の一部が崩落していた箇所もありました)。



写真-4 路面に横断的な侵食



写真-5 横断排水下の路体だけが崩れた



写真-6 道を支える基部が露出している



写真-7 沈み込んだ道にできた段差

写真-6では、道路の基部が地山ではなく鉄骨フレームとなっており、その上の盛土が消失し基部が露出しています。最初のきっかけは不明ですが、この道路に残った痕跡から、一度えぐれた路盤が道路奥からの路面流水で侵食拡大した様子が見えました。

写真-7は、路面は残っているものの、道路の一部の区間が沈み込んだ事例です（現地の様子から、道路のある斜面下部が川により侵食されて落ち込んだようです）。同写真は、沈み込んだ路面に立って、もとの路面（白色の巻き尺が途切れているあたり）を撮影したものです。段差が約1 mありました。これもそのまま放置すると、残存している道路ごと崩落する危険があります。

### 路体が消える過程

およそ半年ごとに同じ箇所の撮影で路体が消える過程を捉えた例を示します。写真-8は、2016年の9月21日に撮影された盛土のり面崩壊（路肩崩壊）です。このときすでに、盛土のり面は道幅2 m程度残して崩れていました。ちなみに、写真の左側は谷があり水が流れています。崩れた側の盛土には、谷の水を排水する管渠（コンクリート管）が見えています。写真-8の段階では、4本のコンクリート管がすでに谷の底に落ちていました。

写真-9は、2017年5月23日に同所を撮影したものです。一見比較しにくいのですが、盛土内に残っているコンクリート管上の土の残存状況から0.5 mほど道幅が減少していました。林内道路の崩壊は、台風や爆弾低気圧、ゲリラ豪雨のほかに、凍結融解や融雪水などに起因することが考えられます。前回から今回



写真-8 2016年9月21日での盛土のり面崩壊



写真-9 2017年5月23日の様子



写真-10 2017年11月7日の様子



写真-11 2018年6月7日の様子（路体消失）

の撮影時までには降った降水量は、この場所の近隣にある気象台のデータから調べられます。1時間あたりの降水量（降雨強度）の期間最大は5.5mm/時でした。降雨強度が弱いことから、前回から今回の間に起きたのり面の崩壊は、大雨による崩壊というよりは凍結破碎や融雪水に起因したものと想定されます。

写真-10は、2017年11月7日に撮影したものです。道幅はすでに1mを切っています。盛土内に残っていた5本目のコンクリート管は落下し、これに繋がっている6個目のコンクリート管の一部がむき出しです。この時点では、降雨のみに起因した崩壊です。なお、前の撮影からこの日までの期間最大降雨強度は31.5mm/時でした。

写真-11は、2018年6月7日に同所を撮影したものです。前回の撮影時からおよそ7ヶ月経過しましたが、完全に崩壊して路体消失していました。この間、期間最大降雨強度16mm/時の雨と、融雪がありました。とどめを刺されたタイミングはわかりませんが、残っていた道幅2m分は最初に同所を発見してから1年9ヶ月経過して完全な路体消失に至りました。

路体が消失していく過程（経時変化）を追跡した事例は、筆者の知る限りあまりないです。この事例のように、一度崩れてしまった盛土のり面は、修復しなければそのまま崩壊が進行し、数年で路体消失に至ることになります。盛土のり面が崩壊した場所では崩壊具合の経過を見極め、早めに補修するなどの対策が必要です。

### 路体消失のタイプ

各所で路体消失が発生した道路を辿っていくうちに、路体消失にはいくつかのタイプがあることがわかってきました。最初のタイプは、「盛土や路体を構成する土そのものの移動（すべり）による消失タイプ」です。これは、人為的な改変がない自然斜面における崩壊プロセスに準ずるものです。斜面崩壊には、地すべりや表層崩壊といった移動（すべり）タイプがあります。例えば、写真-2で示した盛土のり面ごと消失した事例は、表層崩壊タイプといえます。斜面崩壊の原因としては豪雨がありますが、胆振東部地震のような規模の大きな地震による斜面崩壊に伴い林内道路が広範囲にわたって消失することもあります。豪雨や地震による路体消失を防ぐには、林内道路を尾根に配置することが考えられます。また、盛土のり面側に土留めの役割を果たすコンクリート製の擁壁を設置する方法もあります。ただし、人の手による盛土や路体の維持には限界があることも忘れてはいけません。

次のタイプとして、「道路内（路面や側溝）の排水に起因した侵食による消失タイプ」があげられます。写真-5のように、横断排水溝から盛土のり面にそのまま排水が流れ込むと、水の当たる部分が削れて、ガリと呼ばれる溝状の地形ができることがあります。さらに、このガリは集水しやすい形状のため、降雨や融雪の度に拡大する恐れがあります。拡大が進んだ場合には、路体の基部が削られるまでに至り、上部の土塊が支持力を失い崩落することもあります。写真-6も、路面流水に起因したものであれば、このタイプに該当します。

最後のタイプとしては、「沢や川の水の流れに起因した侵食による消失タイプ」です。このタイプは、川水が直接路体を侵食する場合（写真-3）や、川水が橋脚周りを侵食する場合は該当します。この場合、橋そのものが崩落することがあります。

### 川を通す、川を渡る対処方法

土が動く消失タイプや路面流水による消失タイプは、それぞれ盛土のり面崩壊と路面侵食への対策に共通するところがあります。これらについては、前報で報告しています。ここでは、川水による消失タイプの対処方法について紹介します。路体消失が起りやすい川水に起因したタイプでは、川が道をどのよう

に横切るのか（または道が川をどのようにまたぐのか）によって対策が異なります。

【暗渠】 沢や谷を跨いで道を通すとき、写真-12のボックスカルバートのように暗渠を使って路面より下で川水を流します。通水用の暗渠として、ボックスカルバートやアーチカルバート（アーチ状の断面）があるほか、簡易なものとして盛土内にコンクリート管やコルゲート管（側面が波付けされた鋼製管）などの管渠を埋設する方法があります。いずれの方法においても、排水できる断面積を確保することが重要です。施工数は少ないと思われる写真-13のタイプですが、断面確保のために複数の管を並べています（海外では、マルチプルカルバートと称している書籍がありました）。

呑口が立木や土砂などによってふさがれて排水断面積が減少した暗渠では、詰まりを起こした土砂などを除去して通水能力を確保することが道路の維持にとって重要です（ただし、大地震や豪雨による場合には、十分な維持管理をしても被害が生じることがあります）。暗渠施設の設置は川水に起因した消失タイプには有効なのですが、施工や維持管理にはコストが掛かります。



写真-12 ボックスカルバート



写真-13 マルチプルカルバート

【河床路】 一方で、暗渠などを使わずに車両が川の中を直接走行するのが「河床路」です。この場合、川を横断する方向に河床路がつけられるのですが、なかには川の中を縦走する事例もありました（写真-14）。普通乗用車で川の中を直接走行する場合、車両が流されるほどの川の水量があれば走行不能になりますし、増水で移動した川底の礫が走行する箇所へ堆積すると、走行上の障害物となります。増水していな



写真-14 奥にある道に行くには川を縦走



写真-15 川の中に作られた洗い越し

い川でも、川底の礫や砂利でタイヤがはまったり、礫が車底にぶつかったりする恐れがあります。写真-14のケースでは、林業機械による走行は可能かもしれませんが、普通乗用車でのアクセスは断念しました。横断箇所の川幅は、短い方が安全です。

林内道路において川底の上を車両が横切る方法として「洗い越し」があります。写真-15は洗い越しの例です。このように川の中にコンクリート製の走路が作られる場合や、沢の水が流れている路面部分をコンクリートで固めた簡易な造りがあります。最近作設された林業専用道の例では、グレーチングで川面を覆ったものがありました(写真-16)。洗い越しもコストが掛かる施設ですが、車両とそれに乗る人の安全を考えると導入を検討する余地があります。



写真-16 グレーチング付き洗い越し

### 林内道路の路体消失に関しては研究の余地がある

路体消失が一度起きると、復旧させるには大変な作業を伴います。安全で長期間使える林内道路を目指すには、路体消失が起きにくい路網配置や道路構造、維持管理などの情報が重要となります。そのためには、切土のり面崩壊、盛土のり面崩壊、路面侵食がどのような条件で、実際どのように起こるのかを知っておくことが、効果的な対策に繋がると考えます。

実際に、のり面の崩壊や路面侵食、路体消失が生じた状況について、大雨が降っている間、現地に張り付いて観測すればわかるかもしれませんが。しかし、降雨中に道路が崩れて、車で移動できなくなるなど、かなりの危険を伴うため、この方法は推奨できません。今回、路体消失が生じた現場を多数訪れることで、路体消失のタイプやその発生原因がおぼろげながら見えてきました。他の地域での事例と比較・類型化することで、新しい知見が得られることがあります。路体消失のタイプ別にその発生要因がそれぞれわかれば、路体消失の対処を図る上で貴重な情報となり、有効な対策が立てられます。

将来、先行研究で得られた知見のほかに、過去に生じた路体消失データのメタ解析、林内道路内での水文地形学的手法による水や土の動きの観測、道路模型を使った実験や川に見立てた水路実験、コンピューターでの数値シミュレーションなども取り入れられれば、路体消失のメカニズムの解明とそれに対処する新たな方法の開発に繋がるかもしれません。

(企画調整部企画課・森林経営部経営グループ・道東支場・森林環境部環境グループ・副場長)

### 参考文献

- 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・岩崎健太・蓮井 聡・対馬俊之(2021) 現場写真で見る林内道路の侵食・崩壊－盛土のり面崩壊－. 光珠内季報 198 : 11-18.
- 佐藤弘和・津田高明・岩崎健太・蓮井 聡・対馬俊之(2021) 現場写真で見る林内道路の侵食・崩壊－路面侵食－. 光珠内季報 201 : 11-18.