

2002年度調査記録による網走川上流域における河岸侵食・崩壊発生状況

佐藤 弘 和*

Generations of bank erosion in the upper Abashiri River, eastern Hokkaido, based on analysis of 2002 survey report

Hirokazu SATO*

要旨

浮流土砂の発生源となりうる河岸侵食の分布と流路形状、地質、周囲の土地利用の関係を明らかにするため、当時網走支庁が北海道東部オホーツク海沿岸に位置する網走川上流とその支流を対象に、河岸侵食地・河岸崩壊地の分布およびその位置での流路形状（攻撃斜面、滑走斜面、直走斜面）、地質、周囲の土地利用（森林、農地、宅地など）を記載した記録を解析した。侵食・崩壊地は、攻撃斜面で多かった。地質が泥岩主体で相対的にもろい網走川左岸側支流では、安山岩を主体とする右岸側支流域に比べて侵食・崩壊地密度が多かった。河岸侵食・崩壊地の発生には、流路の地形、地質が関与している可能性が示唆された。

キーワード：網走川、河岸侵食、地質条件、流路形状

はじめに

2001年9月10～12日に襲来した台風15号と、これにともない活発化した秋雨前線がもたらした豪雨により、網走川流域では9月13日20時に最高水位を記録し、計画高水位2.50 mに18cmまでと迫る2.32 mに達した。また、網走湖の水位が警戒水位を超えた状態は9月12～21日の10日間（234時間）続いた（北海道水産林務部 2004など）。このとき、農林水産業被害や橋が流されるなどの土木被害による網走川流域の被害額は10億円に及んだ。また、隣接する常呂川流域においても、農地で生じた氾濫や流出土砂によるオホーツク海沿岸でのホタテ養殖に被害が生じた。

この台風により被害を被った地域住民の意見では、その被害拡大の原因の一つとして森林伐採を挙げている（北海道水産林務部 2004）。これに対し、北海道水産林務部では、常呂川・網走川流域を事例とした濁水発生の要因や森林の水土保全機能等を高めるための方策を検討するために「森林機能高度化促進事業」に取り組むことになった。同事業では、特に濁水となる浮流土砂流出の実態把握に焦点を当て、森林流域での浸透能の評価（阿部・佐藤 2008）や渓流水の透視度計測

（北海道水産林務部 2004）のほか、土砂流出に関連する河岸侵食の実態調査が行われた。

河川・溪流を流れる浮流土砂の発生源は、大きく分けると流路内とこれに隣接する斜面に区分される。このうち、流路内に生じる発生源は、河岸（川岸や溪岸の表現もあるが、ここでは引用での表現を除き「河岸」と表記する）と河床（川床・溪床の表現があるが、ここでは引用での表現を除き「河床」と表記する）に区分される。河岸は主に侵食や崩壊により流路内に浮流土砂が供給され、河床では下刻や流路内に堆積した土砂の再移動によって掃流土砂や浮流土砂が運搬される。土砂動態や土砂流出について論じた文献では、流路における土砂の生産源として、主に土石流や河床変動に着目している（高橋 2006；松島ら 2020）。河岸侵食については、網状流路の変動や（高橋 2006）、自由蛇行の形成に関連して論じられることがあるが（宇野木 2010）、土石流や河床変動に比べると河岸侵食に関する記述がないか、詳細な説明がなされていないことがある。

しかし、河岸侵食の形成は、浮流土砂等の発生源として無視できないものである。Curr (1995) では、溪岸侵食によって供給された土砂量は、供給土砂量全体の50%近くを占めて

* 北海道立総合研究機構森林研究本部 Forest Research Department, Hokkaido Research Organization, Bibai, Hokkaido 079-0198
[北海道林業試験場研究報告 第59号 令和4年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.59, March, 2022]

いる。知北（1998）は、北海道中央部に位置する幾春別川の融雪土砂流出が、河川流による河岸侵食に基づくと判断している。坂本ら（1993）は、溪岸斜面からの土砂供給に着目し、その部位からの負荷量が観測期間あたりの流域から生産される浮流土砂の16%程度を占めていることを報告している。Roberts and Church（1986）によると、伐採前の土砂発生源は崩壊、溪畔域の侵食、土壌クリープであり、伐採後の発生源は流路内に大量に堆積した粗粒堆積物に帰する河岸侵食（河岸の基盤斜面上に堆積した細粒な風化土壌の流出）である。これらの研究を概観すると、土砂流出の発生源として河岸侵食を扱うことは妥当であり、その分布に関わる要因の抽出は浮流土砂等の流出に対する理解を深める上で重要な意味をもつ。

災害が発生した河川において河岸侵食を論じた研究では、ある河道区間を限定することが多い（諏訪・山本 1991；藤田ら 1993；久加・山口 2018）。さらに、河岸侵食過程を把握するための現地実験（福岡ら 1993；福岡ら 1998；服部ら 1999）や、河岸侵食における植生の効果を再現した水路実験（尾花ら 2018）では、局所的なスケールの河岸侵食を扱っている。局所スケールでの議論は、河岸侵食の時間変動や侵食過程を詳細に記録することができる方法であり、河岸侵食の発生メカニズムを詳述するには効果的である。このような局所スケールを扱う研究は、土木分野に多い。一方で、河岸侵食を広範囲に調べた調査記録を利用し、その流域内で発生した河岸侵食の実態を広域的に捉えて統計解析を講じることは、実験とは異なる侵食要因を探索することに繋がり、河岸侵食の分布を説明する要因の理解を助けることに繋がる。しかし、河

岸侵食を対象とした災害報告において、溪岸侵食の形態や成因を記述する研究（岡本・阿部，2019）はあるが、著者が検索した限り統計解析を用いた事例は確認できなかった。河岸侵食に関する広域データを利用し、確率論的アプローチで河岸侵食を捉える研究は、浮流土砂流出にともなう水界生態系や水産業などに対するリスクの低減に繋がり、今後の河川管理、流域管理を行う際の基礎的情報を提供するものとする。

本研究では、平成13年（2001年）9月に来襲した台風15号に起因した濁水により、多大な被害を受けた網走川の上流域を対象に、網走支庁（現、オホーツク総合振興局産業振興部）林務課治山係が調査した河岸侵食および川沿いの崩壊地の調査記録を解析し、河岸侵食地や河岸崩壊地の発生数やサイズの特徴、ならびにその発生に関連する要因について考察した。

調査地域の概要

網走川は、北海道東部オホーツク海沿岸に位置しており、流路延長が115 km、流域面積が1,380 km²の一級河川である（図-1）。この川の源流は阿寒カルデラ外輪山である阿幌岳（標高978 m）で、北東方向に流れた後、湖水面積34.1 km²の網走湖にいったん流入してから海域へ流出する。流域内では標高1,000 mを超える場所はなく、上流の山地を除いては、平野と丘陵地が広がっている。なお、調査地域は網走川上流域に限定されている。これは流路周辺部が畑地や住宅地で占められ、河岸部に護岸工がなされていることが多い中～下流域を調査対象から除外したためである。

網走川上流域の地質は、大きく分けて本流の左岸側と右岸

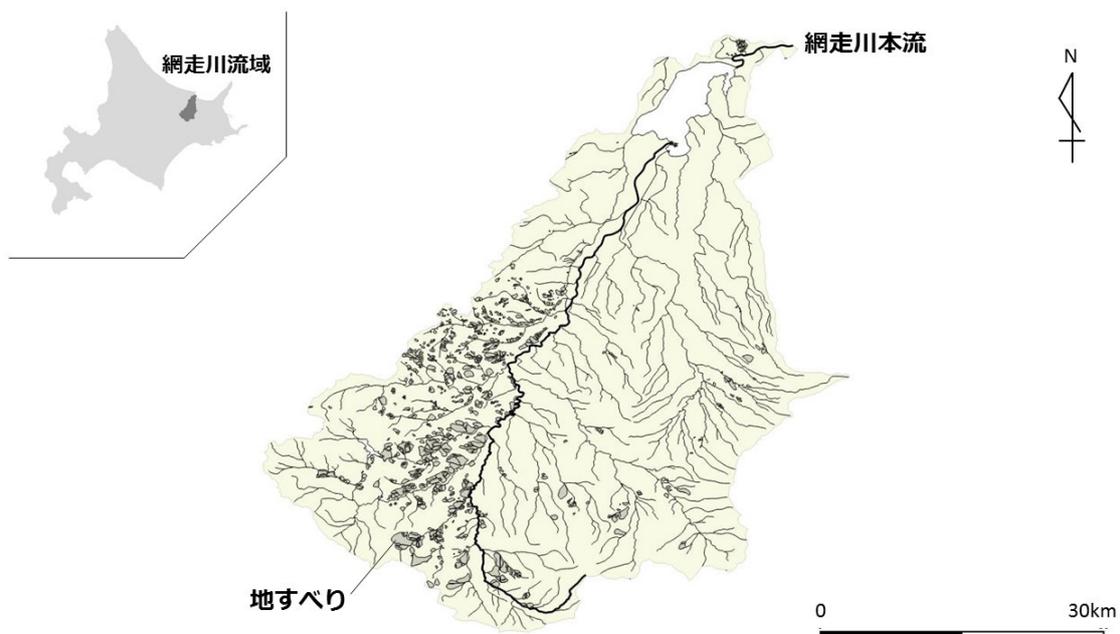


図-1 網走川流域と確認されている地すべり

河川、流域界データの作成に当たっては、国土数値情報（国土交通省）の河川（線）、湖沼（面）、流域界データを使用した。地すべり分布のデータは、国立研究開発法人防災科学技術研究所の地すべり地形分布図デジタルアーカイブを利用した。

側で大きく異なっている(産業技術総合研究所地質調査所「地質図Navi」)。左岸側では新第三系の堆積岩類が分布している。特に南北方向に延びる達娯層や津別層は、泥岩を主体とする地質であり、北海道内における地すべり多発地帯に挙げられている(山岸・伊藤 1993)。一方、右岸側上流部は安山岩・玄武岩質安山岩を主体とした地質が広がり、右岸側下流部は第四系の火山砕屑物が広く堆積する。同流域の左岸側では地すべりの発生数が多く、右岸側では地すべりの発生数は少ない(図-1)。

上流域の主な土地利用は、右岸側が国有林、左岸側が道有林となっており、エゾイタヤ、ミズナラなどを主体とする天然広葉樹林ならびにカラマツ・トドマツを主体とする針葉樹人工林が主体である。さらに、河岸部周辺の土地利用は河畔林が広がる場所が多く、本流および支流において、畑地、酪農用の草地ならびに宅地が点在している。

網走川流域は、年平均降水量が約800 mmで、月平均降水量も100 mmを超えることが少ない、北海道内でも最も寡雨な地域である。しかし、2001年(平成13年)9月10～12日に襲来した台風15号とこれにともない活発化した秋雨前線による豪雨は、降り始めから3日間で200～280 mmの雨量を記録した(北海道水産林務部 2004)。

研究方法

1. 使用した調査記録の概要

本研究では、平成13年台風15号により濁水が発生し多大な被害を受けた網走川の流域を対象に、網走支庁(現、オホーツク総合振興局産業振興部)林務課治山係が2002年7～8月に集中して行った河岸侵食と河道に接する斜面崩壊地(ここでは、両者をあわせて「河岸侵食・崩壊地」という)の発生状況に関する調査記録を利用した。同調査では、網走川上流域(津別町岩富より上流)にある本流ならびに支流沿いを車両にて走行し、目視により侵食地(一部、崩壊地を含む)を確認した場合には地図上にその位置をプロットしている。網走川本流とこれに接続する8支流およびこれらの支流に接続する7支流において、当該調査で記録された侵食地数は計190箇所であった(ただし、同一箇所であつた左岸・右岸の両方に河岸侵食・崩壊地があつた場合や、データが欠落している場合もあり、以後の解析に用いたデータ数はこの値と異なることがある)。なお、本研究では、この調査の実施機関や河川管理者に配慮し、侵食地の位置情報や河川名などは地図として提示しない。

当該調査記録では、目視判読により測定した侵食地のサイズ(高さ×横幅で、それぞれm単位)が記載されている。さらに、侵食地がある河岸側とその対岸の土地利用が記載されており、その区分は、「森林または山地」「畑地または草地」「宅地または道路」である。また、本流及び支流別に総面積や河岸侵食・崩壊地の密度(流路延長あたりの個数)について

は、網走支庁により集計されていた値を活用した。

2. 解析方法

本研究では電子データとして提供された調査記録から、河岸侵食・崩壊地の特徴を解析するため、(1)河岸侵食・崩壊地の発生数と流路形状の関係、(2)面積(高さ×横幅)とアスペクト比(高さ/横幅)の関係、(3)本流と支流単位でみた河岸侵食・崩壊地の面積と密度の関係、(4)河岸侵食・崩壊地の個数と流域内の地すべり数の関係に着目した。

(1) 河岸侵食・崩壊地の発生数と流路形状の関係

河岸侵食・崩壊地の位置について流路形状により次の3区分に類別した。すなわち、流路を線分とみなしたとき、①湾曲流路の外側で凹岸である攻撃斜面、②湾曲流路の内側で凸岸の滑走斜面、③流路が直線状(直岸)の直走斜面、である。①～③は穿入蛇行に用いられる用語であるが、ここでは人工改変された流路の状況にもこれらの用語を適用した。各河岸侵食・崩壊地について、それが位置する流路形状ごとに分類した。

(2) 面積(高さ×横幅)とアスペクト比(高さ/横幅)の関係

河岸侵食か河岸崩壊かを判断するために、河岸侵食・崩壊地の高さ×幅の情報から、無次元数であるアスペクト比(高さ/横幅)を算出した。アスペクト比が1.0の場合、河岸侵食・崩壊地を矩形とみなすと正方形になり、1.0を超えると縦長の形状、1.0未満では横長の形状とみなされる。

(3) 本流と支流単位でみた河岸侵食・崩壊地の面積と密度の関係

右岸側と左岸側の地質が異なることを考慮し、本流、右岸側の支流(4本)、左岸側の支流(10本)それぞれについて、河岸侵食・崩壊地の密度(=河岸侵食・崩壊地個数/流路延長、単位は個 km^{-1})と河岸侵食・崩壊地の1個あたりの面積(=高さ×横幅、単位は m^2)を本流・各支流単位で平均した値(以後「平均面積値」という)を算出した。

(4) 河岸侵食・崩壊地の個数と流域内の地すべり数の関係

各地質区分において十分なサンプル数がなく、また、名義変数では各地質区分における受食性の度合いは判断できないことから、名義変数である地質区分を説明変数としたモデルではなく、地すべり分布数オーダーを説明変数とした統計モデルにより、河岸侵食・崩壊地数に対する地質区分の影響を評価した。このオーダー値は、調査対象流域内にある地すべり(図-1参照)の個数に対し、①なし(Rank 0)、②地すべり数 10^0 オーダー(Rank 1)、③地すべり数 10^1 オーダー(Rank 2)、に区分した。地すべり数をオーダーで整理したのは、オーダー表記により、各支流の地質の違いによる地質

のもろさの差をおおまかに捉えるためである（地すべり個数そのものに着目すると、地すべりが発生した位置と河岸侵食が起きた位置との対応関係をみる必要があるが、本論では流域としての地質的な硬軟を把握するために、このような変数とした）。地すべり分布数オーダーは順序変数となる。

地すべり分布数オーダーを説明変数、侵食地個数を目的変数とした一般化線形モデルを構築した。誤差構造はポワソン分布で、リンク関数はlogである。オフセット項は調査距離である。なお、目的変数に0が含まれていないため、ゼロ切断モデルを適用した。計算はR3.5.1(R Core Team 2018)のVGAMパッケージを用いた。

結果

流路形状別に河岸侵食・崩壊地の数を整理すると、流路の攻撃斜面で発生した数が129カ所、滑走斜面で24カ所、直走斜面で41カ所と異なっていた。

個々の河岸侵食・崩壊地の面積に対するアスペクト比を図-2に示す。河岸侵食・崩壊地面積は10~30,000 m²とばらつきが見られたが、アスペクト比は14箇所（全数の7.6%）を除いて1.0未満に分布した。

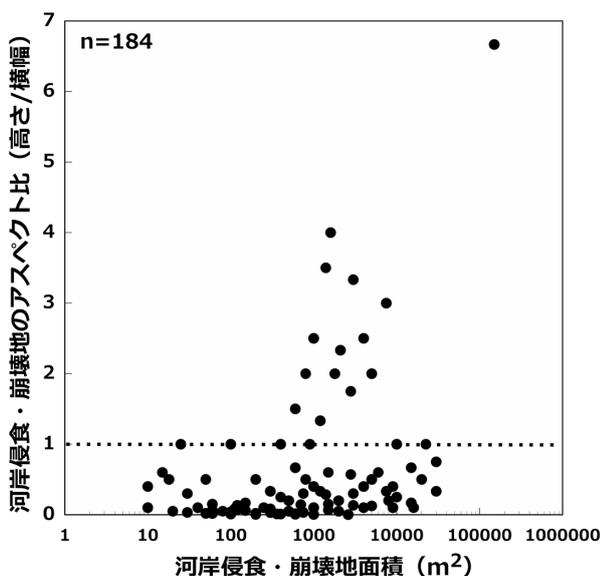


図-2 河岸侵食・崩壊地の面積とアスペクト比の関係

本流および地質が異なる右岸側に位置する支流と左岸側にある支流に区分し、河岸侵食・崩壊地の密度に対する平均面積値の関係を図-3に示す。本流を基準として両支流をみると、左岸側の支流では、河岸侵食・崩壊地の密度が2支流を除いて高い値を示していたが、平均面積値では本流に比べて高い値と低い値の支流域がそれぞれみられた。右岸側の各支流では、本流に比べて1個あたりの面積の平均値が1例を除いて本流より高い値であるものの、その密度は本流よりすべて低い値であった。

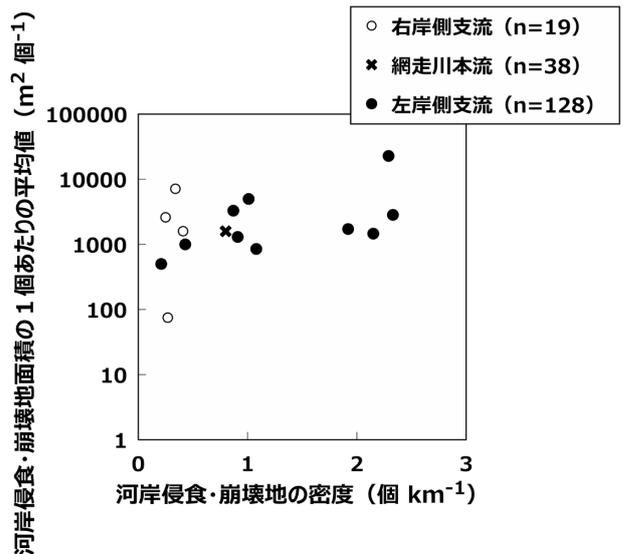


図-3 河岸侵食・崩壊地の密度と1個あたりの平均面積値の関係（nは該当する支流および本流内の河岸侵食・崩壊地の総数）

地すべり分布数オーダーと河岸侵食・崩壊地数の関係では、オーダーが上がるほど河岸侵食・崩壊地数が増える傾向があった（図-4）。河岸侵食・崩壊地数の個数を目的変数、地すべり分布数オーダーを説明変数としたゼロ切断モデルを適用したところ、有意水準 $p < 0.001$ で有意なモデル式が得られた。モデル式において、地すべり分布数オーダーに係る係数が5.78、切片が-31.6であった。

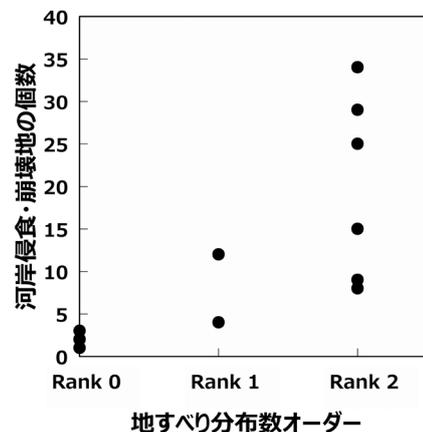


図-4 地すべり分布数オーダーと河岸侵食・崩壊地の個数の関係

考察

1. 流路地形と河岸侵食・崩壊地の関係

流路地形から攻撃斜面、滑走斜面、直走斜面に区分し、侵食地数を比較したところ、攻撃斜面での発生が最も多かった。1つの蛇行河川において、人工的な流路改変を含む直走斜面を除けば、攻撃斜面と滑走斜面は対面の関係にあることから、

両斜面の出現数は同じとみなせる。これより、攻撃斜面は河岸侵食が発生しやすい部位と判断した。

岩手県雪谷川（福田ら 2002）やカンボジアのメコン川（南雲・久保 2013）で起こった洪水災害では、攻撃斜面で河岸侵食を受けた事例が報告されている。その他の河川災害においても、攻撃斜面での河岸侵食が顕著であったとの記述がみられる（植村 2005；海津ら 2012）。溪岸侵食発生要因を解析した石橋・日隈（1995）では、溪岸（対象が山地溪流のため、溪岸と称している）が侵食されるかどうかに対して、屈曲の外側（凹岸）で最も発生しやすく、次いで直岸、そして屈曲の内側である凸岸では最も発生しにくいという傾向があった。網走川上流域において河岸侵食・崩壊が攻撃斜面に多いことは、これらの結果に調和する。

諏訪・山本（1991）では、河岸侵食が発生する箇所として①深掘れが生じる箇所、②土質が他の箇所と比較して弱い箇所、③流速が他に比較して速い箇所を挙げており、茨城県涸沼川での河岸侵食を検証したところ、河床最深線が河岸に寄っている箇所で河岸侵食が発生していたことを報告している。湾曲流路の凹部である攻撃斜面では、水の衝突によって岸が洗掘され、さらに深くなり、湾曲部の凸部である滑走斜面では流れの弱い陰の部分で堆積が生じる（宇野木 2010）。これらの結果から、攻撃斜面では深掘れが生じやすいことが読み取れる。なお、滑走斜面においては、越流水による河岸侵食が報告されている（福田ら 2002）。

2. アスペクト比からみた河川侵食・崩壊の特徴

崩壊や地すべりの研究では、その形態に対してアスペクト比が算出されることがある。石丸ら（2008）は北海道日高地方で発生した崩壊の形態の特徴を整理しており、岩盤上に載る土層が植生とともに斜面を滑落する表層崩壊や、節理の発達した風化岩盤で発生し、節理面に強く規制された平滑的な面に囲まれた形態である浅層崩壊では、縦長の高アスペクト比となると報告している。本研究では、河岸侵食地と河岸崩壊地を区別せずに扱っているが、アスペクト比が1.0を超えた場合、表層崩壊や浅層崩壊である可能性が高い。

以上を踏まえ、本論では、同比が1.0未満で横長の矩形を表す場合には氾濫原堆積物等で構成される河岸が侵食された地形に相当し、同比が1.0以上の場合、縦長の長方形を表すことから流路に隣接する斜面での表層崩壊の形状に相当すると判断する。実際に、アスペクト比が1.0以上の地点の土地利用は森林・山地に区別されることがほとんどであったため、流路隣接斜面における表層崩壊と判断した。

網走川上流域の河岸侵食・崩壊地のアスペクト比は1.0未満が多かった。これは、河岸侵食・崩壊地が横長な形状を示しており、河岸の崩壊というより河岸の侵食に相当する地形が多いことを表している。河岸の後退では、侵食過程(erosion processes)と崩壊メカニズム(failure mechanisms)がある

(Sear *et al.* 2010)。侵食過程では、後退している河岸表層から土塊が剥がされ、運び去られる。崩壊メカニズムでは、河岸の一部または全面が崩れる。アスペクト比が1.0未満の場合、流水により河岸の土塊が運び去られて形成されたことが推察される。アスペクト比が1.0を超えた土地利用は、森林・山地が多かった。森林・山地においてアスペクト比が1.0を超えた河岸侵食・崩壊地では、河道に接触している河川の側壁斜面(の脚部)が渓流水で侵食され、不安定になった上部土塊が崩落することや、側壁斜面そのものが豪雨等で表層崩壊したと推定される。

3. 支流の位置や地すべり分布からみた地質と河岸侵食・崩壊地数の関係

右岸側に位置する支流域に比べて左岸側にある支流域では、本流での値を基準とした場合に2例を除いて河岸侵食・崩壊地密度が大きかった(図-3)。さらに、地すべり分布数オーダーが増加する支流域ほど、河岸侵食・崩壊地数が増加する傾向があった。左岸側の支流域は、地すべり分布教オーダーがすべてRank 1とRank 2であった。

伊藤(1995)は地質区分ごとに地すべりの特徴を記述している。それによると、網走川流域の右岸側に広がる更新世に堆積した軽石流堆積物や溶結凝灰岩、中新世に堆積した火砕岩層に伴われる安山岩溶岩および第四紀に堆積した安山岩溶岩地域に点在する地すべり地形は分布数が少なく、小規模なものが多い。また、安山岩主体の地域では表層岩屑(岩盤上の礫混じり粘土~粘土)が小規模に滑動したタイプが多い。これに対し、網走川の左岸側南部の地すべりは、第三紀漸新世~中新世に堆積した頁岩シルト岩互層や泥岩からなる地層の分布域に集中している。これは地質構成岩が、スレーキングが著しく風化すると容易に細角礫状~泥状になること、軟質なシルト岩と互層する硬質な頁岩に立方状の割れ目が発達し岩屑状になり易いこと、粘土化した凝灰岩の薄層や厚層を挟在すること、そして褶曲構造や断層の発達に伴って細かな割れ目が発達していることに起因している(伊藤 1995)。すなわち、網走川上流域の左岸側は、地すべりが多発する軟質な基岩が広がっている。これらのことから、左岸側の支流域における地すべり地が多く崩れやすい地質が、河岸侵食・崩壊地数が多いことにも関連していることが示唆される。

本研究では各支流域の地質の違いによる地質のもろさの差違をおおまかに捉えるために地すべり分布オーダーを指標として解析したが、地すべりと河岸侵食の関係について論じた研究がある。檜垣・阿部(2011)は、ネパールのカリガンダキ川での現地踏査から、河岸侵食による地すべりの発生が侵食拡大の主原因であると報告している。高堂ら(2021)は、地すべりが攻撃斜面に発生しやすいが、発生メカニズムがわかっていないことから、攻撃斜面に位置する地すべりを複数調査し、降雨・融雪に起因する地すべりのほか、河岸侵食に起

因する地すべりの事例を報告している。

ただし、粘性土で構成される河岸を有する河道区間は、河岸侵食が一般的に不活発であるとの記述もあり（服部ら1999）、局所的なスケールでみた場合の河岸侵食と地質の関係は、広域データを扱った統計解析による結果と異なることも示唆される。

4. 網走川上流域における河岸侵食予防対策

網走川地域では、災害後に流域保全に関する協議会が発足するなど、流域管理に対して高い関心もたれている。2001年以降も、平成13年の台風15号と同規模以上の豪雨が発生しており、今後、この地域で河岸侵食・崩壊に対する対策を立てる上で、その要因を検討することは重要である。

本研究で得られた結果から、網走川上流域において河岸侵食・崩壊の予防対策を考える際に考慮すべき点として、まず流路の形状と地質が挙げられる。地質が相対的に脆弱な左岸側の支流流域を中心として、攻撃斜面を対象に護岸工を予防的に施すことは有効であると考えられる。流路形状と地質は、地図や文献等から情報を得ることができるため、網走川以外の流域における河岸侵食・崩壊対策において、留意すべき項目といえる。さらに、道路のり面・斜面管理においても、河川の増水による道路下方斜面で特に攻撃斜面に相当する場合には、水位の想定と護岸等の対策が適切であるかどうか検討する必要があるとされている（佐々木・浅井 2013）。流路地形的にみて攻撃斜面は河川災害のみならず、河川と隣接する道路管理において留意しなければならない要因である。

また、流路側方への侵食は下流への土砂供給にとって重要な役目を果たすとされており、護岸によって横断方向の侵食力が垂直方向に集中して河床が低下することで樹林化が進行するととの解説もある（応用生態工学会編 2019）。河岸侵食や河岸崩壊は、土砂供給を通じて河畔林の成立や、瀬・淵などの地形構造に伴う水生生物の生息場、産卵場などにも影響するため、土木分野のみならず河川生態や流域管理の分野において河岸侵食・崩壊の実態を把握することは重要であると考えられる。

謝辞

本研究で用いた河岸侵食データは、網走支庁（現、オホーツク総合振興局産業振興部）林務課治山係の熊谷操氏（現、防災地質工業株式会社）および同係の方々により提供いただいた。北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所の石丸聡研究主幹からは有益なご意見・ご指摘をいただいた。ここに記し、感謝の意を表します。

引用文献

阿部友幸・佐藤弘和（2008）北海道東部における林相、斜面地形、下層植生が森林土壌の浸透能に及ぼす影響。日林

誌 90(2)：84-90.

知北和久（1998）：積雪流域における土砂流出。（積雪寒冷地の水文・水環境。水文・水資源学会編集出版委員会編、322pp、信山社サイテック、東京）：123-137.

Curr R.H.F.(1995) Magnitude and frequency of fluvial sediment transport determined from recent lake sediment cores. In Sediment and Water Quality in River Catchment. Foster I., Gurnell A., and Webb B. (eds), 473pp, John Wiley & Sons., England, 107-120.

藤田裕一郎・八尋 裕・村本嘉雄（1993）淀川水系宇治川の低水路における河岸侵食過程。水工学論文集 37：649-656.

福田隆之・三輪 弐・永吉武志（2002）雪谷川（岩手県軽米町）における平成11年洪水災害について。水工学論文集 46：1199-1204.

福岡捷二・木暮陽一・佐藤健二・大東道郎（1993）自然堆積河岸の侵食過程。水工学論文集 37：643-648.

福岡捷二・渡邊明英・小俣 篤・片山敏男・島本重寿・柏木幸則（1998）河岸侵食速度に及ぼす土質構造の影響。水工学論文集 42：1021-1026.

服部 敦・藤田光一・平館 治・赤川正一・湯川茂夫（1999）粘性土からなる自然河岸の侵食に関する現地観測とその予測計算について。水工学論文集 43：713-718.

檜垣大助・阿部真郎（2011）地形・地質情報を活用した地すべり災害箇所調査。地すべり 48(2)：19-25.

北海道水産林務部（2004）水土保持機能に配慮した森づくりに向けて 常呂川・網走川流域の事例より。：24pp.

石橋秀弘・日隈百合子（1995）溪岸侵食発生要因の解析。岩手大学農学部演習林報告 26：99-114.

石丸 聡・川上源太郎・田近 淳・対馬俊之・阿部友幸・滝澤昭博（2008）2003年台風10号による北海道日高地方里平地区の崩壊の形態適特徴と発生場－航空レーザー測量データを用いた解析－。日本地すべり学会誌 45(2)：45-54.

伊藤陽司（1995）北海道東部、網走・北見・津別地域における地すべり地形の特徴と最近の地すべり災害。地すべり 32(2)：32-40.

久加朋子・山口里実（2018）側岸に繁茂する植生が流路変動に与える影響。土木学会論文集B1（水工学） 74(5)：1267-1272.

松島亘志・成瀬 元・横川美和（2020）土砂動態学－山から深海底までの流砂・漂砂・生態系－。共立出版：274pp.

南雲直子・久保純子（2013）カンボジア、メコン川下流平野における2011年洪水と河川微地形。E-journal GEO 8(1)：141-152.

尾花まき子・中村俊之・戸田祐嗣・椿 涼太（2018）植生流出が河岸侵食に与える影響に関する実験的研究。土木学

会論文集B1 (水工学) 74(5) : 1267-1272.

岡本 隆・阿部俊夫 (2019) 平成28年台風10号豪雨によって北上山地東部で発生した土砂災害. 水利科学 367:109-122.

応用生態工学会編 (2019) 河道内氾濫原の保全と再生. 技報堂出版 : 198pp.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Roberts R.G. and Church M. (1986) The sediment budget in severely disturbed watersheds, Queen Charlotte Range, British Columbia. Can. J. For. Res. 16: 1092-1106.

坂本知己・中井裕一郎・北原 曜・寺嶋智己 (1993) 山地小流域における浮遊土砂の測定 (Ⅱ) —出水時における変化—. 日林北支論 41 : 145-147.

産業技術総合研究所地質調査総合センターウェブサイト「地質図Navi」. <https://gbank.gsj.jp/geonavi/> (参照2021-10-1).

佐々木靖人・浅井健一 (2013) 点検・災害データの蓄積と活用による道路のり面・斜面管理の高度化への取組み. 土木技術資料55(8) : 30-33.

Sear D.A., Newson M.D. and Thorne C.R. (2010) Guidebook of applied fluvial geomorphology. Thomas Telford Limited: 257pp.

諏訪義雄・山本晃一 (1991) 河岸侵食に関する現地調査. 水工学論文集 35 : 263-268.

高堂陶子・栗山大助・萩田 茂・林 一成・阿部真郎・檜垣大助 (2021) 攻撃斜面における地すべりの活動要因—秋田県小淵地すべりおよび崩ヶ沢地すべりを主な事例として. 地すべり. 58(3) : 33-40.

高橋 保 (2006) 地質・砂防・土木技術者／研究者のための土砂流出現象と土砂害対策. 近未来社 : 420pp.

植村善博 (2005) 京都府野田川・大手川における2004年台風23号災害の比較. 日本地理学会発表要旨集2005 : 64p.

海津正倫・Mardiatno Djati・Sartohad Junun (2012) インドネシア共和国ジョグジャカルタ市近郊における河川災害. 日本地理学会発表要旨集2012 : 100190.

宇野木早苗 (2010) 流系の科学 山・川・海を貫く水の振る舞い. 築地書館 : 364pp.

山岸宏光・伊藤陽司 (1993) 北海道における地すべり地形の分布からみた地質分帯. 地すべり 30(2) : 1-9.

distribution, channel side slope shape, geology, and surrounding land use. We found that erosion and collapse occurred more frequently on attack slopes. The geology of the tributary zone on the left bank of the Abashiri River was relatively brittle due to mudstone; erosion and collapse were more frequent in this region than on the right bank, which is mainly composed of andesite. These results suggest that topography and geology may influence erosion and collapse along the Abashiri River.

Key words

Abashiri River, geological condition, streambank erosion, stream channel formation

Summary

In this study, we examined the distribution of stream bank erosion, which can influence suspended sediment concentrations, and its relationship with stream channel shape, geology, and land use surrounding the upper Abashiri River and its tributaries in eastern Hokkaido, Japan. We analyzed records of bank erosion and collapse