

これからの北海道の土砂害減災と地域づくりの羅針盤となる

砂防計画について議論を促進するために(要約)

砂防学会北海道支部

「北海道砂防計画論の現在的課題の抽出と今後の活用」検討会

公益社団法人砂防学会北海道支部「北海道砂防計画論の現在的課題の抽出と今後の活用」検討会は、「北海道砂防計画論」が発行された昭和63年以降の災害発生状況や近年の社会的な課題と変化を踏まえ、これからの北海道における砂防計画の必要性と砂防技術の活用について以下の通り、検討・整理した。

1. 近年、顕在化しつつある主な土砂災害

① 土砂洪水氾濫

氷河の影響を受けている北海道の溪流において、土砂が堆積している扇状地面上で土砂の生産と流路の移動が確認されている。気候変動環境条件下での扇状地空間を利用した土砂・流木の捕捉と流路の移動許容範囲を明確化し、減災的土地利用に資する「緩衝空間」を森林や農地などの関連分野との調整を基に先行的に確保することが重要である。

② 火山噴火に伴う土砂災害

噴火時の迅速な対応や関係機関の連携を図るためにも、各活火山の立地条件や周辺の世界条件に応じて火山噴火時の緊急減災砂防対策、さらには噴火後の災害復旧・復興、荒廃した自然環境の早期復元と保全を考えた事前復興型の砂防計画の検討を進めておくことが重要である。

③ 地震に伴う土砂災害

火山噴火由来の火砕物が堆積した30度未満の緩勾配斜面も含めた山腹での崩壊と崩土の長距離移動、地震後の降雨による流域が不明瞭な斜面や小規模な沢型地形からの土砂流出が発生している。危険区域設定（土砂移動の直接影響範囲と流末処理や緩衝空間など）を基にした砂防計画の検討を進めておくこと、例えば、丘陵台地の斜面で検討される砂防計画のようなものが重要である。さらに、山体崩壊や大規模な地滑りに伴う河道の完全閉塞に対して、初期の観測体制や緊急対策、恒久対策といった時間経過、並びに発生する場所の世界条件を考慮した対策計画の立案手順と地域社会の復興対策について検討を進めておくことが重要である。併せて、復旧復興の早期化につながることから、大量に発生する土砂や流木、倒木を災害復旧に有効に活用する考え方を検討しておくべきである。

2. 今後の気候変化や地殻変動、社会環境変化への対応

① 土砂移動現象と土砂災害の変化に対応できる土砂災害対策

これまでに土砂災害の経験が少ない地域においても気候変化による降雨量の増加や巨大な地震によって土石流や斜面崩壊が発生する危険性がある。土石流・土砂流堆積物、河岸段丘や旧河川跡などの微地形、旧地形を把握し、土地の危険度のランク区分が必要である。それに応じた土地利用の誘導と防災設備の整備、維持管理は、地域の壊滅的な被害を縮小し、地域社会復興の早期化が図られるため、森林や農地などの関連分野との調整を基に被災の影響を軽減するための緩衝空間の確保と併せて検討すべきである。

② 社会環境の変化に対応できる土砂災害対策

土砂災害から保全された北海道の生活・生産空間における価値の向上と、避難行動が行いやすいソフト対策や空間を活用してコストを抑制した減災対策によって、ベネフィットを増加させコストを縮減した、砂防技術を用いた空間の維持や活用を促進できる砂防計画が必要である。ベネフィットの算出についても、今後の人口減少下における北海道の多様で特有の地域が生み出す価値についての評価手法を構築する必要がある。

砂防設備として減災対策に利用する空間では、グリーンインフラとして活用が可能な技術や制度を検討することによってCO₂の抑制や持続可能性を高める工夫を行い、併せて資金調達、北海道の特徴を活かした技術の展開を検討すべきである。

人口の減少は、設備の点検や減災活動に従事する技術者の確保にも影響することから、デジタル技術の活用について一層検討を進め、省力化や効率化を行う必要がある。これまで、砂防設備を整備している空間では都市内と比較するとデジタル技術の活用は限定的なものになっている。観測技術や機器の開発、衛星通信環境や機器の省電力化が進んでいることから、ハード対策、ソフト対策ともに砂防分野におけるニーズを明確にして、必要な技術の開発と社会への実装化に努める必要がある。

今後、再生可能エネルギーの需要増大から、太陽光発電や風力発電、小水力発電設備の設置のニーズが増大することが考えられる。丘陵台地や斜面の開発においては、表流水や土砂流出の形態変化が考えられ、地域の将来像を見据えて土砂流出による被害を発生させない空間整備についての砂防計画が必要である。

3. これからの地域づくりのために

北海道の将来像を見据え、その将来像を実現し、北海道が有する価値を持続的に発揮するため、これまでの事業実施で得た知見や近年の災害経験をもとに、今後予測される大規模災害や土砂移動現象以外の他のハザードとの複合・連鎖化による広域複合災害を想定した土砂災害対策のための砂防計画が必要である。例えば、地震による斜面崩壊や雪崩は、津波からの避難行動を阻害する場合があります。津波避難場所や避難経路と周辺斜面の関係を予め把握し、津波避難場所等の整備と併せた対策が必要である。被災後の救命活動、緊急復旧においては、道内外からの支援を受け入れるため迅速な道路啓開作業が必要となることから、「緊急啓開ルート」や「緊急輸送道路」に指定された道路は土砂災害の影響を事前に軽減できるようにしておく必要がある。

これからの北海道の生活・生産空間を持続的に保全するためにも、地震と土砂災害、津波と土砂災害、土砂・洪水氾濫、河川氾濫と土砂災害、豪雪と土砂災害など複合的な災害発生要因が複合・連鎖的に発生することを考慮した砂防設備や砂防指定地など防災施設の計画や警戒避難手法、土地利用計画を検討する必要がある。

以上の実現のためにも、砂防分野から設備や指定地などを地域づくりや生産空間の関連分野との連携や活用を図る考え方について、「北海道砂防計画論」をベースに、これからの北海道の安全で安心かつ高付加価値な生活・生産活動を支える地域づくりの羅針盤となる砂防計画論の議論が必要である。

2025年3月31日

これからの北海道の土砂害減災と地域づくりの羅針盤となる

砂防計画について議論を促進するために(本編)

砂防学会北海道支部

「北海道砂防計画論の現在的課題の抽出と今後の活用」検討会

【はじめに】

「北海道砂防計画論」(北海道開発局・北海道 昭和 63 年 6 月)は北海道内で土砂災害の影響を受ける地域の特徴を整理し、北海道が全国とは異なる開発段階や空間的なスケールを有することなどを活かしつつ、砂防事業を通じた地域の発展と減災のための計画のあり方をまとめている。

発刊後、昭和 63 年の十勝岳、平成 12 年の有珠山の噴火や、平成 28 年の史上初めての 3 連続台風の上陸と台風 10 号接近による土砂洪水氾濫、平成 30 年の胆振東部地震など、これまでに経験がなかったハザードを経験し、新たな知見も重ねてきた。

また、地球温暖化に伴う気象災害の激甚化、次の火山噴火や日本海溝、千島海溝を震源とする地震及び津波と土砂災害が複合した甚大かつ広域的な大災害も懸念されている。

一方、社会環境の側面では全国の平均よりも 10 年早く人口減少が進み、広域に分散して居住している北海道の地域では少子高齢の社会構造となり、防災・減災の担い手が減少する傾向にあるなど、自助、共助、公助との連携の困難さが進み、災害に備え、対応する地域減災力が脆弱化している懸念がある。

さらに、アドベンチャートラベルや知的観光など従来と異なる観光産業の成長や、リモートワークによる働き方や田舎暮らしなどによって交流や移住人口の増加に対する期待が高まり、新たな保全人口や対象も考慮が必要になってきた。デジタルトランスフォーメーション、グリーントランスフォーメーションなど新たな技術革新にともなった展開、SDGsに向けた取り組み、地球温暖化対策としてカーボンニュートラルや再生可能エネルギーへの転換といった新たな取り組みも山地、丘陵地、流域に求められ、これからの砂防事業への反映や関連事業との益々の連携強化が求められている。

そこで、公益社団法人砂防学会北海道支部は昭和 63 年以降の災害発生状況や近年の社会的な課題と変化を踏まえ、「北海道砂防計画論の現在的課題の抽出と今後の活用」検討会の議論を経て、これからの北海道における砂防計画の必要性と砂防技術の活用について検討・整理した。

北海道の将来像に向けて、頻発し、激甚化している災害への備えと地域社会の継続に寄与する砂防事業を通じた減災地域づくりと、その根幹となる北海道における砂防技術の進展に期待したい。

【北海道を取り巻く状況の変化と特徴、及び、将来像】

北海道砂防計画論が刊行されて以降、北海道の人口は平成 9 年の 5,699 千人をピークに減少に転じており、全国の人口のピークである平成 20 年(128,084 千人)に比べると 10 年早く人口減少に転じている。年齢

別人口構成についても、平成 14 年から令和 5 年の 20 年間で最多人口が 50 歳~54 歳 50.5 万人から 70 歳~75 歳 43.6 万人に移動し、80 歳以上の人口が 2.4 倍の 56.3 万人に増加、20 歳未満人口が 0.7 倍の 74.6 万人に減少している。世帯数では全道で 1.1 倍 280.4 万世帯に増加しているが、町村部のみで見ると 0.9 倍 46.4 万世帯と減少している。北海道開拓の歴史的な背景を受けて、国土の約 5 分の 1 を占める広大な面積に住居が散在し、本州以南と異なる散居の居住形態の進行は、農村地域で耕作地の集約が進み農家 1 件当たりの耕作地面積の拡大にも表れている。

これらのことは、世帯当たりの人数が減少していること、町村部では世帯間の離隔が拡大する傾向を示し、災害発生時の自助や共助、公助との連携が難しくなる懸念を示している。

一方で、広域分散型社会を形成し、散居の居住形態である地域は北海道の特筆した価値を生み出す「生産空間」として機能し、定住環境の維持が、北海道の価値発揮に対する重要な基礎となる。

令和 6 年 3 月 12 日に閣議決定された第 9 期北海道総合開発計画では、北海道の持つポテンシャルとして、「広大な土地、食料供給力、エネルギー・資源、自然環境・文化、地理的特性・寒冷地技術」を挙げ、2050 年の将来像として次の 2 点を示している。

- 食、観光、脱炭素化等の北海道の強みを生かした産業が国内外に展開し、豊かな北海道が実現することで、わが国の経済安全保障に貢献している。
- デジタルの実装により、北海道内の地方部における定住・交流環境が維持されるとともに、国内外からの人を魅^ひきつける多様な暮らし方が実現している。

これらの将来像を実現するため、砂防計画の立場からも土地利用や複合災害対策の計画主体や実施主体と連携・協力した計画論を議論、検討する必要がある。

散居化や過疎化が進む地域においても、交流人口、関係人口の増加は地域社会の維持に貢献する。このため、移動経路や物流を含めた災害履歴や災害発生時の対応について意識を向上し、身を守る行動がとられるようにすることが、安定的な交流には必要と考えられる。北海道各地域の価値や魅力を活かした将来像には、破壊力が強く、短時間で被害を発生させる土砂災害や、季節に応じたリスクについて、砂防計画に基づく事業の展開や、リスクとリアルタイムのハザードについてデジタル技術を活用した情報発信が人的被害の低減や復興の早期化に役立つものと考えられる。

【昭和 63 年以降の砂防事業が関係する主な災害と特徴から得た知見】

《土砂洪水氾濫の対策》

平成 28 年に北海道に初めて 3 つの台風がおよそ 1 週間に南北方向に上陸・通過し、その 1 週間後に台風 10 号が小笠原東方海上から北上し岩手県大船渡付近に上陸後北北西に進んだため、南からの湿った空気が山岳地帯に長時間流れ込み、上士幌町糠平源泉郷では 8 月 16 日から 31 日の間に 8 月の平年月間降水量の 434%となる 858mm の降水があった。

一連の大雨により、太平洋側からオホーツク海側を中心に多くの河川で洪水が発生し、なかでも、台風 10 号に伴い、十勝川水系十勝川と札内川では計画洪水位を超える洪水となり、日高山脈北部から流下する溪流では大規模な土砂移動を伴う洪水氾濫が発生した。道央と道東を結ぶ道路が被災し、石北峠より南側の

道路、鉄道が全て通行止めとなって人と物の移動が途絶えた。十勝川上流部にあたる新得町、清水町などでは洪水と共に扇状地上の激しい土砂移動によって家屋や道路、鉄道橋梁の流失や路体の崩壊など復旧に時間を要する激甚な被害を発生させた。さらに、土砂・洪水の農地での氾濫によって、北海道の基幹産業である農業や関連産業にも甚大な経済被害を与えた。

従来、比較的降水量が少ない地域で大量の雨が集中したことや、周氷河堆積物が侵食されたり、花崗岩類が風化しマサ化が進んだりといったことが山地部の土砂移動を激しくしたものと考えられるが、これまでに経験したことが無い気象条件が発生したことは、地球温暖化による気象変化の表れと考えられている。十勝川水系や常呂川水系では地球温暖化を前提とした河川計画の変更が行われ、砂防分野においても検討が進められている。

また、懐が深く氷河の影響を受けている北海道の溪流において、土砂が堆積している扇状地面上で土砂の生産と流路の移動が確認されており、気候変動環境条件下での扇状地上の空間を利用した土砂・流木の捕捉と流路の移動許容範囲を森林や農地などの関連分野との調整を基に明確化することの重要性が改めて確認される災害となった。

《火山噴火に伴う土砂災害対策》

積雪上に火砕流の流出を見た昭和 63 年 12 月の十勝岳噴火では、それまでに検討が進められていた火山泥流に対する施設配置やソフト対策の基本的な考え方を基に、いち早く災害関連緊急砂防事業によって白銀温泉街や美瑛、上富良野両町へ流下する可能性がある泥流を低減する施設整備が進められ、およそ 3 年間で白銀流路工をはじめとする緊急性が高い施設の整備を終えた。予めハザードと施設等整備の考え方について検討が進められていたことによって行政の対応や、関係機関の協力関係の構築を迅速に進められたと考えられる。また、大正 15 年の大正泥流の相当規模泥流の減災のため、砂防・治山関係行政機関により着実に減災施設の整備が進められている。

平成 12 年 3 月の有珠山噴火においては、火山噴火に伴う土砂災害のハザードマップが噴火以前に作成されており、避難指示範囲の決定、指示が迅速に行われた。噴火口の位置の変化に伴ってハザードマップや一般航空機の飛行禁止範囲を逐次変更し、避難範囲の縮小などを火山活動の進行とともに行っていた。また、降雨後の避難、通行止め等の規制を解除する際の課題を整理するなど時間経過と事象変化に伴う対応の必要性が明らかとなった。

これらの対応は、今日の活火山の緊急減災対策の砂防計画検討に繋がってきている。緊急減災対応に止まらず、各活火山の立地条件や周辺の社会条件に応じて火山噴火及びその後の災害復旧・復興と荒廃した自然環境の早期復元と保全を考えた事前復興型の砂防計画の検討を進めておくことが、噴火時の迅速な対応や関係機関の連携を図る上で重要となる。

《地震に伴う土砂災害対策》

平成 30 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震は最大震度 7 を記録し、降下火砕物で構成された丘陵地斜面で多くの崩壊が発生し、崩壊面積 13.4Km²、崩壊土砂量 3,000 万 m³ の激甚な災害となった。また、震源地から離れた札幌市内において盛土箇所の液状化現象により道路の陥没や住宅地盛土材の流失が発生した。併せて連鎖的に全道の発電所が停止したことにより、道内全域が停電となるブラックアウトによる影

響も受けた。信号機が停止したため、安全な道路走行の確保が困難になったことから燃料運搬車両の走行が滞り、燃料供給不足が災害対応に支障を及ぼした。

この時の崩壊では降下火砕物堆積層が崩壊し勾配 30 度以下の比較的傾斜が緩い地形においても崩壊を生じたほか、ドライな状態で崩壊堆積している土砂が見られる。谷地形からの流下では傾斜が緩い耕作地を長く流下し、堆積する事例が確認されている。これらの崩土の移動距離は、降雨による崩壊を想定した土砂災害警戒区域を超過した事例が多い。降下火砕物が堆積した斜面での地震動による崩壊と崩土の長距離移動を前提とした危険区域設定手法の構築が必要である。

また、尾根部近傍が地すべりを起こし、日高幌内川をせき止め、天然ダムを形成する現象を発生した。

北海道は火山地や火山麓が占める割合が全国よりも高く、道南圏、道央圏、十勝圏、釧路・根室圏は特に火山と降下火砕物に覆われた地域が多いことに加え、海溝型の強い地震の影響を受けやすい。

被災の規模や範囲は異なるが、昭和 56 年の日高災害にも類似して、流域が不明瞭な斜面や小規模な沢型地形からの土砂流出が発生しており、丘陵台地の斜面で検討される砂防計画が参考となる部分がある。一方、広大な面積が瞬時に裸地化し、大量の流木が発生している点では火山噴火に伴う火山対策砂防の計画が参考になる部分があり、新たに考え方を整理する必要がある。

さらに、山体崩壊や大規模な地滑りに伴う河道の完全閉塞を経験したことから、初期の観測体制や緊急対策、恒久対策といった時間経過と、発生する場所の社会条件を考慮した計画の立案手順と地域社会の復興対策について検討を進めておく必要がある。併せて、大量に発生する土砂や流木、倒木を災害復旧に有効に活用することが、復旧復興の早期化につながることから考え方を検討しておくべきである。

【今後北海道で想定される災害と地域特性に応じた砂防計画の可能性】

《災害現象の変化、同時発生による側面》

地球温暖化による降雨量の増大や発生頻度の増加は、比較的大雨の経験が少ない北海道の地形地質条件や土地利用に与える影響が大きい。過去 100 年程度の気象条件を基に計画、実施されてきた砂防や河川などの防災設備や空間の周辺は既に土地利用が進み、そこに土砂氾濫を生じるなど、土砂移動の質、量ともにポテンシャルが大きく増加し、ハザードが増大している可能性がある。

これまでに土砂災害の経験が少ない地域においても降雨量の増加や巨大な地震によって土石流や斜面崩壊が発生する危険性がある。海岸山地では点在する家屋や集落の移動経路が分断されることで、避難行動や応急対策が困難となり、災害復旧活動の長期化も懸念される。扇状地では、山間溪流からの土砂流出を抑制しても扇状地面上の対策が行われていない場合、扇状地面上の土砂移動が土砂災害を発生させる。このため、土石流・土砂流堆積物、河岸段丘や旧河川跡などの微地形、旧地形を把握しハザードのランク区分と、それに応じた土地利用の誘導と防災設備の整備・維持管理は、地域の壊滅的な被害を縮小し、地域社会復興の早期化が図られるため、森林や農地などの関連分野との調整を基に被災の影響を軽減するための緩衝空間の確保と併せて検討すべきである。

日本海溝、千島海溝を震源とする海溝型地震は、『マグニチュード 8.8 程度以上の地震が今後 30 年以内に発生する可能性は、約 7%～40% (令和 4 年 1 月 1 日現在) とされている。また、内閣府の「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の報告によれば、北海道から岩手県の太平洋沿岸沖の領域においては、津波堆積物の資料から、最大クラスの津波が、約 3～4 百年間隔で発生したと考えられており、17 世紀

に発生した津波からの経過時間を考えると、当該領域では、最大クラスの津波を伴う地震(以下「巨大地震」という。)が切迫している状況にあるとされている。』(令和4年 11 月8日 日本海溝・千島海溝沿いの後発地震への注意を促す情報発信に関する検討会)とされ、強い地震と津波の発生が危惧されている。

地震による斜面崩壊や雪崩は、津波からの避難行動を阻害する場合があります、津波避難場所や避難経路と周辺斜面の関係を予め把握し、津波避難場所等の整備と併せた対策が必要である。

被災後の救命活動、緊急復旧においては、道内外からの支援を受け入れるため迅速な道路啓開作業が必要となることから、「緊急啓開ルート」や「緊急輸送道路」に指定された道路は土砂災害の影響を軽減させておく必要がある。

これからの北海道の生産空間を守る上で、地震と土砂災害、津波と土砂災害、土砂・洪水氾濫、河川氾濫と土砂災害、豪雪と土砂災害など複合的な災害発生要因が同時に発生することを考慮した砂防設備や砂防指定地など防災施設の計画や警戒避難手法、土地利用計画を検討する必要がある。

《社会環境の変化による側面》

人口減少と、年齢構成の変化(少子高齢化)は、地域の防災・減災や災害からの復旧・復興に必要な活動を停滞させる要因となる。また、保全対象となる人や家屋をはじめとする施設の減少は、B/C で算定すると必要な減災施設整備を抑制する側に働き、整備が進まずに発生した災害現象は地域の著しい衰退や消滅を加速する可能性を含んでいる。

一方で、減災施設の機能による土砂移動の安定や、砂防施設を利用した小水力発電などによる地域住民の日常生活・生産活動の支援、ハザードに応じた空間の利用は、溪流そのものの魅力の維持向上、沿岸漁場や扇状地の緩やかな斜面の利用など、北海道の生産空間が持つ価値や資源を支え、アドベンチャートラベルの場や質の高い食の安定した供給に貢献することになる。

従って、土砂災害から保全された北海道の生産空間における価値の向上と、避難行動が行いやすいソフト対策や空間を活用してコストを抑制した減災対策によって、ベネフィットを増加させコストを縮減した、砂防計画および砂防技術を用いた空間の維持や活用が必要である。ベネフィットの算出についても、地域が生み出す価値についてさらに評価手法を検討する必要がある。

砂防設備として減災対策に利用する空間では、グリーンインフラとして活用が可能な技術や制度を検討することによってCO₂の抑制や持続可能性を高める工夫(例えば、北海道特有の土壌特性や積雪厳寒という気象条件を踏まえた砂防ソイルセメントの開発など)を行い、併せて資金調達、北海道の特徴を活かした技術の展開を検討すべきである。

人口の減少は、設備の点検や減災活動に従事する技術者の確保にも影響することから、デジタル技術の活用について一層検討を進め、省力化や効率化を行う必要がある。これまで、電源の確保や通信環境の面で砂防設備を整備している空間では都市内と比較するとデジタル技術の活用は限定的なものになっている。観測技術や機器の開発、衛星通信環境や機器の省電力化が進んでいることから、ハード対策、ソフト対策ともに砂防分野におけるニーズを明確にして、必要な技術の実装化に努める必要がある。

今後、再生可能エネルギーの需要増大から、太陽光発電や風力発電、小水力発電設備の設置のニーズが増大することが考えられる。丘陵台地や斜面の開発においては、表流水や土砂流出の形態変化が考えられ、地域の将来像を見据えて土砂流出による被害を発生させない空間整備について砂防計画の知見から考

え方を整理しておくことが望まれる。

【砂防計画論と土砂災害へ備えるまちづくりへの期待】

砂防施設設計や工法にかかわる指針は多いが、砂防技術を用いた減災地域づくりについて指針となる図書は少ない。昭和 63 年に刊行された北海道砂防計画論は北海道の特性にマッチした安全で潤いのある国土を創出する意義をまとめており、数少ない計画論としての指針である。

砂防学会北海道支部は支部会員を中心に、気象状況や社会環境の変化を踏まえ、昭和 63 年発刊の砂防計画論について、現在的な課題を抽出するためアンケート調査を実施した。この結果、20 歳代から 60 歳以上の学術機関の教員をはじめ、コンサルタント、公務員など多くの回答を得た。北海道砂防計画論について、業務経験が少ない技術者では認知度が低く、参考、活用した経験が少ない。今後、砂防計画論に反映すべき事象として、「土砂災害の変化」や「人口構成の変化」、それに伴う「社会環境の変化(住まい方など)」、及び対策として「新技術」や「DX」などに関心が高い結果となった。また、これまでに実施した事業から学ぶために事業の検証や紹介、その後の事業制度や技術との関係を明らかにすること、氾濫原の確保と活用、他分野との連携などの意見があった。

このアンケート結果からも垣間見えるように、昭和 63 年に発刊した北海道砂防計画論の活用や、これまでに北海道で実施された砂防事業の検証、近年の制度や環境変化に対応した砂防計画論の補完が望まれている。

北海道の将来像を見据え、その将来像を実現し、北海道が有する価値を持続的に発揮するため、これまでの事業実施で得た知見や近年の災害経験、今後予測される大規模災害や複合型災害などを想定した、北海道の特徴を活かした土砂災害を効果的に減災できる砂防計画論を議論すべきである。

2025 年 3 月 31 日