

寒冷地における砂防ソイルセメント工法の適用に向けて ～ 凍結融解を防止する保護覆土厚の検討 堤体温度計測 ～

北海道開発局 旭川開発建設部

1. 調査目的

石狩川水系リクマンベツ川において計画中である砂防施設（砂防えん堤、床固工、導流堤等）では、砂防ソイルセメント工法(INSEM 工法)の適用を検討している。

本業務は、既存業務で検討された材料試験、配合試験の結果を踏まえ、試験施工を計画・実施し、試験施工結果をとりまとめ、施工・品質管理基準(案)を作成することを目的として実施したものである。

2. 検討項目

平成 17、18 年度の調査結果および国内における施工実績等を考慮した試験施工計画を立案し、現地にて試験施工を実施した。試験施工は、INSEM 工法にて実施し、施工性の確認を行うとともに、所定の日数養生後の堤体より圧縮強度試験供試体をコア抜き採取し、目標強度が得られているかの確認を行った。また、ソイルセメント堤体の凍結融解可能性を把握するために、冬季における堤体内温度計測を実施した。

それら調査検討結果をもとに、凍結融解対策としての覆土の必要性確認を行うと共に、施工・品質管理基準（案）を作成することとした。業務の流れは図-1 に示す通りであり、試験施工盛土および温度センサー設置についての模式図は図-2 に示す通りである。

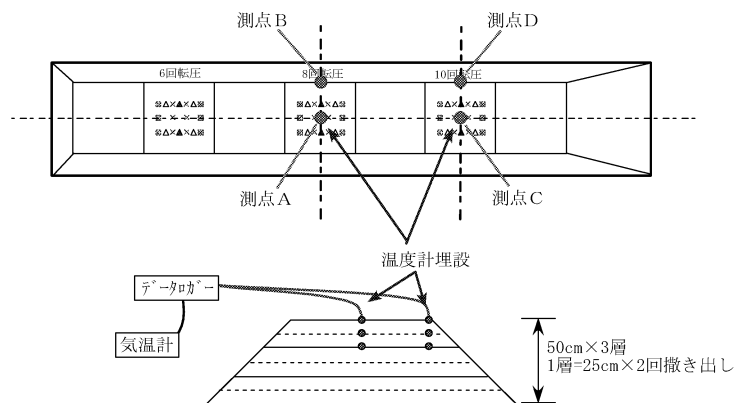


図-2 試験施工盛土模式図

3. 堤体内温度計測について

堤体内温度計測は、以下の条件で実施した。

- ・ ソイルセメント堤体盛土に覆土は施さない
- ・ 温度センサーは、1地点あたり堤体天端、天端より深度 25cm および 50cm の合計 3 深度に設置
- ・ 計測は、2 測線にて実施することとし、各測線について、測定箇所における温度環境の違いを考慮して、堤体中心線付近および法肩付近の 2 箇所で行った（合計 4 地点、4 地点×3 深度/地点 =12 深度 のセンサーを設置した）

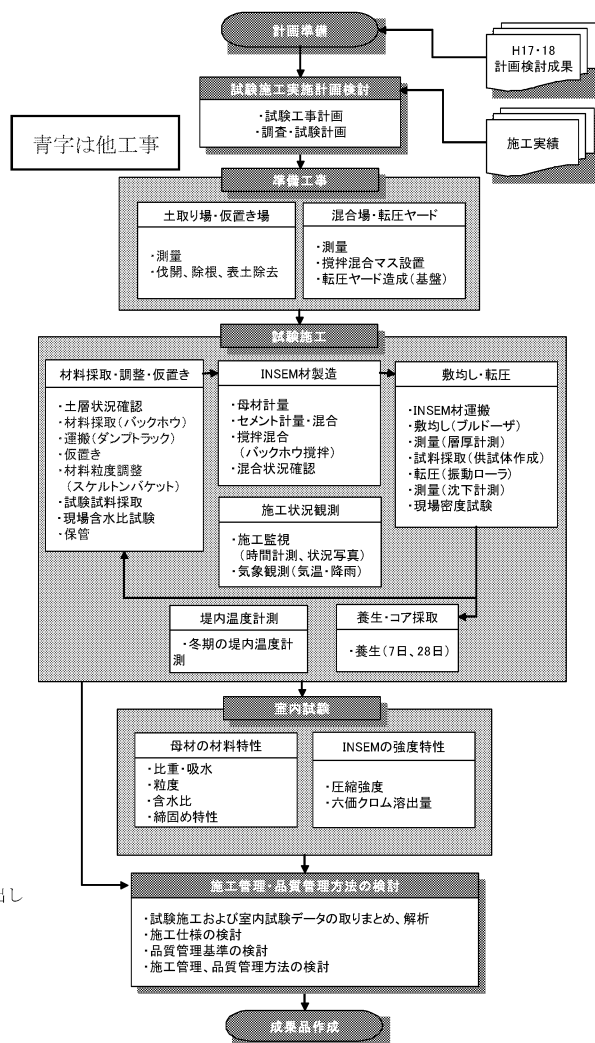


図-1 業務フロー

4 地点で温度計測を行った結果の内、温度センサーから堤体表面までが薄く、側方(法面側)の温度環境の影響を受け易い法肩の測点(B、D 地点)ではなく、より堤体温度としての代表性が高いと考えられる A 地点での計測結果を例として図-3 に示す。4 地点での計測結果より以下のことが言える。

- ・ 外気温の変動に伴い、堤体内温度も変動する。
- ・ 最も深い位置である天端より深度 50cm に設置した温度センサーにおいても、最低で - 0.5 ～ - 0.9℃の氷点下温度が計測された。
- ・ 天端より深度 25cm の位置に設置したセンサーにおいては、最低で - 2.4～ - 3.7℃の氷点下温度が計測された。

以上のことから、当地区のような寒冷地では、堤体内温度が氷点下に至り、その深度は天端からの深度で 50cm 以上にまで達することが確認された。

したがって、ソイルセメント堤体を凍結融解の被害から守るためには、覆土等の凍結融解対策が必要であるといえる。

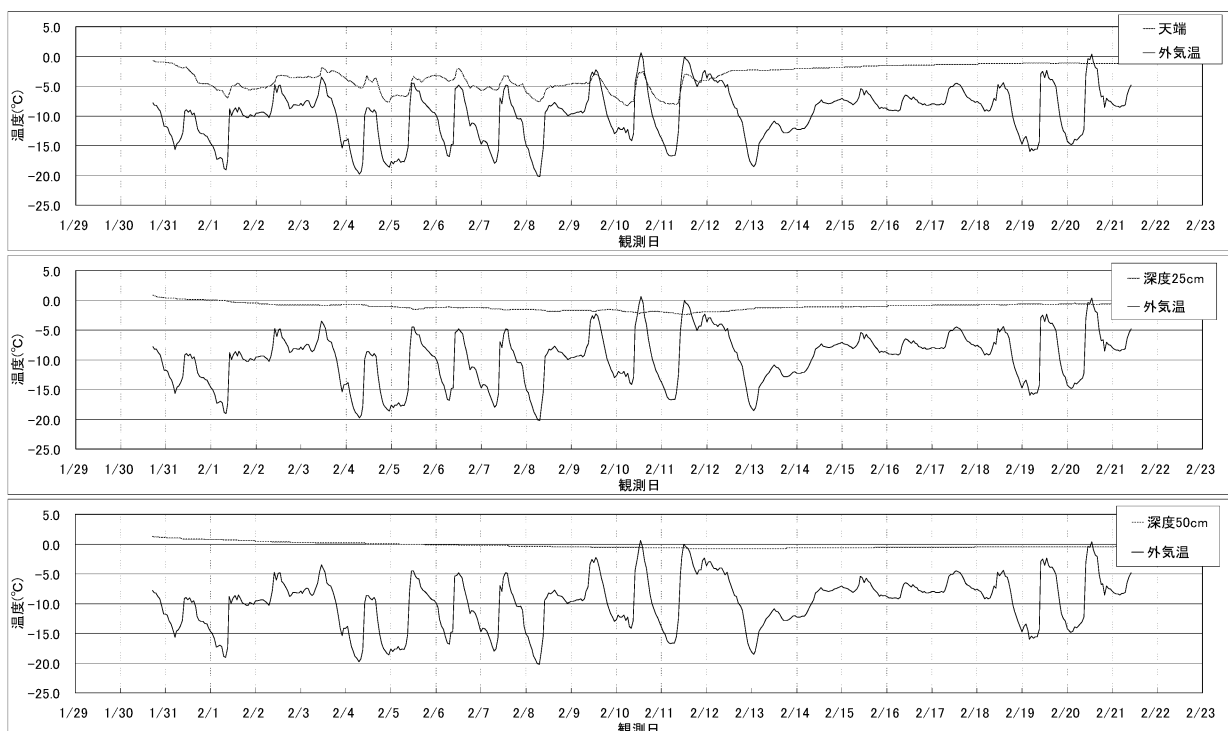


図-3 堤体内温度計測結果

4. おわりに

以上のように、ソイルセメント堤体内の温度が氷点下に至ることがあり、覆土等によるなんらかの防寒対策が必要であることが確認された。

しかし、覆土厚さについては明確な規定は定められておらず、現状では、「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」(砂防ソイルセメント活用研究会)に記された「気象条件の厳しい地区における覆土厚さ 100cm 以上」もしくは施工実績を参考にして定めるしかない状況である。

その一方で、当地区のような極寒地における施工実績はほとんどなく、凍結融解対策として妥当と判断できる覆土厚さの設定基準が見当たらない。

以上のことから、当地区における最適な覆土厚さの設定根拠を検討するために、覆土厚さを数種設定した堤体内温度のモニタリング計測や、本業務でひと冬を越したソイルセメント堤体における損傷具合を確認するための調査が今後の課題であると考ええる。

樽前山火山砂防水理模型実験業務

北海道開発局 室蘭開発建設部

1. 調査目的

土石流・泥流による被害の中には流木による被害が多く報告されている。樽前山系においても樽前山の噴火による融雪型火山泥流、並びに 100 年確率規模の降雨時における 2 次泥流が発生すると考えられている。本業務は、樽前山系砂防施設のうち苫小牧川遊砂地、小糸魚川遊砂地、覚生川 3 号遊砂地の流木対策工の効果を縮尺 1/100 の水理模型実験により検証するものである。

前年度の結果で、苫小牧川遊砂地の流木捕捉工は流木の移動状況を踏まえた更なる改良が必要であり、小糸魚川遊砂地は遊砂地えん堤（セルダム）のみでの流木捕捉は困難であることが判明していた。

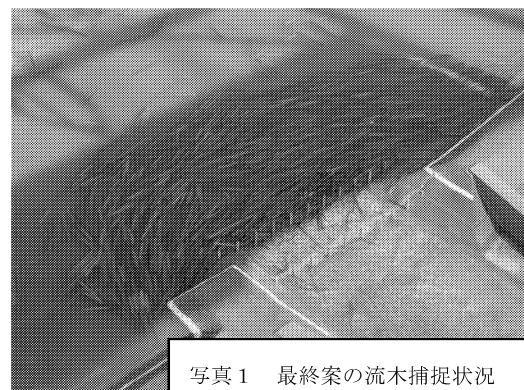
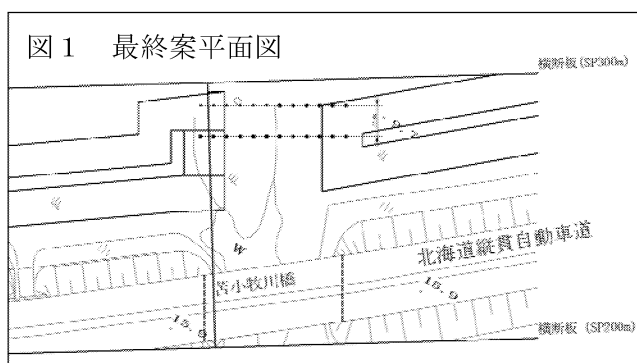
2. 実験結果

2. 1 苫小牧川遊砂地

実験目的は、火山泥流フロントに含まれる流木を遊砂地開口部の流木捕捉工で確実に捕捉すること、火山泥流捕捉後の状態で 100 年確率流量の 2 次泥流が発生しても遊砂地開口部及び道央自動車道苫小牧川橋開口部で計画流量全体を安全に流下させることができる構造を検討することである。

表 1. 苫小牧川遊砂地に対する今年度の実験ケースと結果

ケース名	波形	実験内容	実験結果
最終案実験	融雪型火山泥流	流木が流木捕捉工に対して水平に流れ込むよう流木捕捉工配置位置を開口部上流側に移したものを最終案とし、最終案で火山泥流を発生させた場合の効果を確認した。	流木捕捉効果が向上し（下流への流出流木量 28 本→8 本）、開口部から流出する流量は下流河道の流下能力 300m ³ /s 以下となり安全が確保された。
2 次泥流対象実験Ⅰ	2 次泥流	最終案で火山泥流捕捉後の状態に、2 次泥流を発生させた場合の安全性を確認した。	流木の異常堆積による氾濫及び、流木捕捉工で捕捉された流木は、二次泥流によって流出しないことが判明した。
2 次泥流対象実験Ⅱ	2 次泥流	最終案で火山泥流捕捉後、流木・土砂を撤去した後に、2 次泥流を発生させた場合の安全性を確認した。	流下流木量は 10 本、ピーク流量も 179m ³ /s であり、下流河道の安全が確保できることが確認された。



なお、えん堤の開口部に流下する流木量が増加した場合など、捕捉された流木の隙間が少なくなり、

火山泥流がその隙間から流出しなくなった場合には、流木捕捉工を火山泥流が越流する可能性がある。この場合、捕捉された流木も浮上・再移動し、下流に流出することが考えられることから、流木捕捉工は上下流２層とした。

融雪型火山泥流直後に２次泥流が発生しても安全が確保できたことから、除石工（流木・土砂の撤去）は融雪型火山泥流直後でなくてもよいことが判明した。

２． ２小糸魚川遊砂地

小糸魚川における実験目的は、スリット部が２次泥流フロントに含まれる流木で確実に閉塞する流木捕捉工を検討することである。

表２． 小糸魚川遊砂地に対する今年度の実験ケースと結果

ケース名	波形	実験内容	実験結果
流木捕捉工実験	２次泥流	遊砂地えん堤上流の主流線の変化によらず安定して流木を捕捉するため、流木捕捉工をスリット部上流側を囲むように配置した。	流木捕捉率は 91%に向上したが、5m の流木が通過しやすく、流木がセルを超えて流出した。
改良案Ⅰ実験	２次泥流	改良案Ⅰでは流木捕捉工を直線配置にし、流木が捕捉工で回転しても捕捉しやすくし、両脇から流出する流木を捕捉できるよう水通し幅まで流木捕捉工を配置した。	流木捕捉率は 94%に向上するものの洪水初期に左岸袖部に沿って流下する流木が流木捕捉工を通過してしまうことが判明した。
改良案Ⅱ実験	２次泥流	左岸からえん堤に沿って流れてくる流木の捕捉機能を向上させるため、流木捕捉工をえん堤に 1.5m 近づけて改良案Ⅱとした。	流木捕捉効果は計画流木量の 95%、計画流木量の 25%流木量でも 90%の捕捉率となったが、捕捉工正面から若干流木が流下した。
移動床予備実験	２次泥流	移動床による流木捕捉工の効果の確認のための予備実験で、土砂供給量等の条件設定を行った。	河床変動の影響により流木捕捉工地点の水位が上昇することはない。
移動床実験	２次泥流	流木捕捉工の中央部の純間隔を 4.5m から 2.0m にして、移動床による効果確認を行った。	河床変動は少なく、移動床実験と固定床実験による流向の変化、水位上昇はほぼ同じであり、流木捕捉率も98%と高いことから、この案を最終案とした。

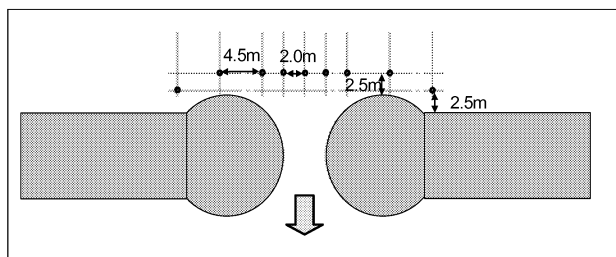


図２ 流木捕捉工最終案

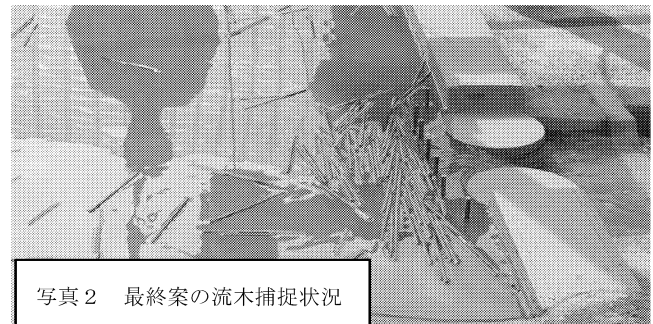


写真２ 最終案の流木捕捉状況

小糸魚川遊砂地実験では、流木捕捉工の効果が確認された他、流木を捕捉するための最適位置についても確認された。

風倒木影響検討業務

北海道開発局 石狩川開発建設部 計画課

1. はじめに

2004年9月8日に北海道を襲った台風18号は、北海道全域で約37,000haに及ぶ風倒木被害を及ぼした。被害から3年が経過し、国有林では2006年度末までにほとんどの被害木の処理を終えているが、民有林ではまだ被害木が放置されている箇所が多い。風倒木地を放置すると被害木の流木化や斜面崩壊等により、河川施設や民家に甚大な被害が生じる恐れがある。そのため、風倒木地及び倒木量を流域規模で迅速に把握する必要があるが、現地踏査によって広域の被害を把握するのは極めて困難である。そこで本調査では、災害前後の高解像度デジタル航空写真と航空レーザデータを用いて風倒木被害量の把握を自動化する手法を構築し、広域の風倒木被害量の算定を行った。

2. 手法の検討

自動抽出手法構築の流れは右図のとおりである。大きく分けると、風倒木の被災範囲を抽出する手法と、倒木量を計測する手法の2つの流れで検討を進めた。

2・1 風倒木地の自動抽出手法の検討

(1) 災害後画像によるNDVI

既往研究では、NDVI（正規化植生指標）の有効性が示されている。そこで、災害後の赤外カラーオルソ画像から算出したNDVIに基づく風倒木地抽出を試みた（以下、「災害後NDVI法」）。

(2) 災害後画像のオブジェクト指向分類

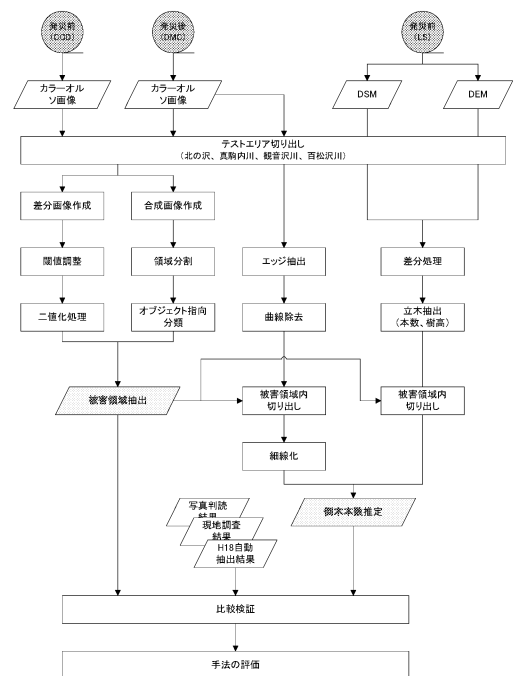
高解像度画像の分類に有効な手法として、画像上で均質な領域を括るオブジェクト指向分類が提唱されている。そこで、災害後の赤外カラーオルソ画像のオブジェクト指向分類による風倒木地抽出を試みた（以下、「災害後オブジェクト法」）。

(3) 災害前後画像の差分

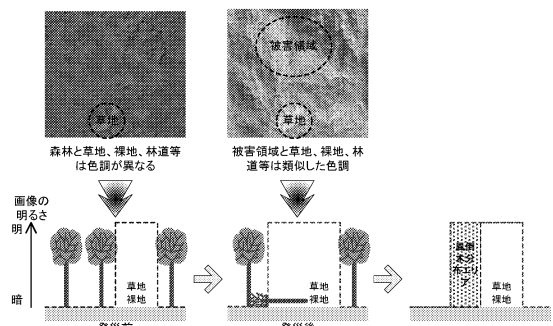
既往研究では、風倒木地は健全な森林と比較して赤色波長域の輝度値が高いことが指摘されている。そこで、災害前後の赤色波長域の差分による風倒木地抽出を試みた（以下、「災害前後差分法」）。

(4) 災害前後合成画像のオブジェクト指向分類

災害前後の風倒木地の色の変化に関する情報を全て活用するために、災害前後の画像を合成した6レイヤーの画像のオブジェクト指向分類による風倒木地抽出を試みた（以下、「災害前後オブジェクト法」）。



検討フロー



被災前後の画像を用いた被害領域推定の考え方

2・2 風倒木量自動計測手法の検討

(1) 災害後画像のエッジ抽出（以下、「エッジ抽出法」）

倒木が上空から見える状態にある場合、カラーオルソ画像では幹が白く写る。そこで、周辺との明るさの違いを抽出するエッジ抽出を行い、倒木本数と長さの計測を試みた。

(2) 災害後画像の写真判読（以下、「写真判読法」）

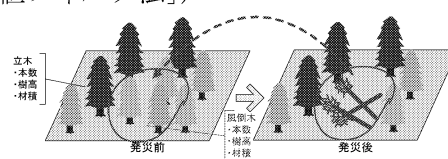
参照手法として災害後画像を判読し、倒木本数と長さの計測を試みた。

(3) 災害後画像の曲線除去エッジ抽出（以下、「曲線除去エッジ抽出法」）

倒木の幹は直線的な形状を示している。そこで、曲線的なエッジを除去する改良型エッジ抽出手法による倒木本数と長さの計測を試みた。

(4) 航空レーザデータの局所最大値フィルタ（以下、「局所最大値フィルタ法」）

既往文献では、航空レーザデータを使用して立木を抽出するさまざまな手法が示されている。このうち、立木の抽出精度が高い局所最大値フィルタを適用して災害前の立木を抽出し、風倒木被害領域内の立木を抜き出すことにより倒木本数と長さの計測を試みた。

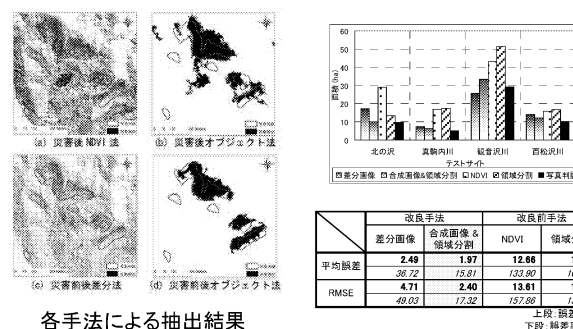


発災前航空レーザを用いた倒木量推定の考え方

3. 結果および考察

3・1 風倒木地の各自動抽出手法の評価

災害後画像のみを使用する手法は、風倒木地と似通った色調を示す林道、草地、地形的な陰を誤抽出する傾向があり、判読より多めに風倒木地が抽出された。一方、災害前後の画像を使用する手法は、誤抽出が軽減され、判読に近い面積になった。とくに災害前後オブジェクト法は、誤差統計量が最も小さく、15～20%程度の誤差で風倒木地抽出に適用できると判断できる。

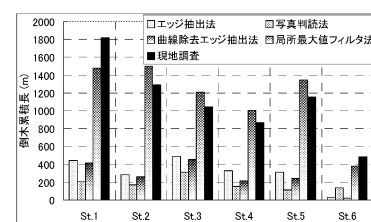


各手法による抽出結果

各手法による風倒木地面積の比較と誤差

3・2 倒木量の各自動計測手法の評価

災害後画像のみを使用する3手法は、著しく過少推定であった。災害後画像のみを使用する場合、折り重なった倒木や下草に埋没した倒木など、上空からの写真に写らない倒木を抽出できない。一方、局所最大値フィルタ法は、誤差統計量が最も小さく、15～20%程度の誤差で倒木本数及び累積長の計測に適用できることが示唆された。



	エッジ抽出法	写真判読法	曲線除去エッジ抽出法	局所最大値フィルタ法
平均誤差	-795.4	-928.1	-839.8	44.6
	-72.7	-81.6	-77.0	4.2
RMSE	857.8	1,008.2	897.4	205.2
	73.9	82.1	77.9	17.6

上段: 誤差 (m), 下段: 誤差率 (%)

各手法による倒木累積長の比較と誤差

4. まとめ

本調査では、高解像度デジタル航空写真と航空レーザデータに基づく風倒木被害量の自動計測手法を構築し、対象区域の風倒木被災範囲、倒木本数、倒木累積長、材積量を算定した。その結果、災害前後のカラーオルソ画像を合成した画像のオブジェクト指向分類による風倒木被災範囲の抽出と、災害前の航空レーザデータから局所最大値フィルタ法で立木を抽出し、風倒木被害領域内の立木を抜き出す手法の組み合わせによって、現地調査に近い自動計測結果が得られた。

風倒木量の計測には、災害前の航空写真や航空レーザデータの利用が有効であり、平常時からデータ基盤を整備することが重要であると考えられる。

LPデータ活用による砂防施設配置計画調査

調査機関名 北海道開発局帯広開発建設部

1. 調査目的および調査フロー

十勝川直轄砂防区域全体の荒廃状況を把握分析することで、計画施設の必要性及び事業優先度判定や、流域土砂管理の観点での土砂生産形態・量の基礎資料とする。また、既存 LP データの有効活用により、低コスト・高精度の崩壊地判読調査の実現を図るため、航空レーザープロファイラ測量(LP)データを利用(高精度地形情報による崩壊地判読の精度向上、3次元座標データによる GIS 解析)し、流域の荒廃状況を把握する。

平成 19 年度は、戸蔭別川および岩内川を対象に実施し、崩壊地危険度判定指標(素案)の作成と溪流危険度評価(素案)を行う(面積: 158.2km²)。

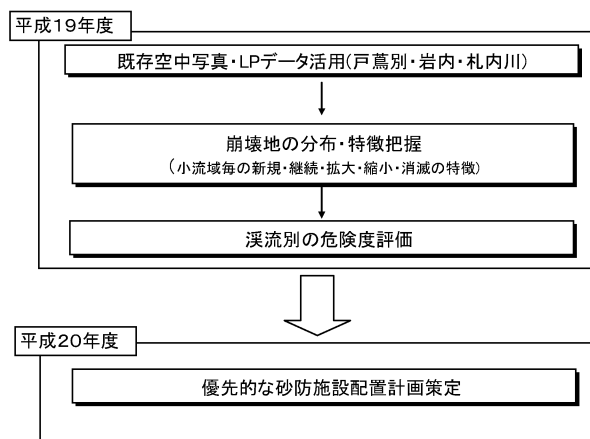


図1 全体フロー

2. 調査項目

①計画準備・資料収集

平成 14 年度及び 16 年度に調査した LP 測量(三次元地形データ、空中写真)と、前回崩壊地調査資料を収集・整理する。

②判読調査及び電子情報化

空中写真と LP 成果の地形図(2m メッシュ)による崩壊地判読を行い、崩壊地範囲等を座標化する。

③現地確認

崩壊地判読結果の確認および崩壊深などのデータ収集のために現地調査(13 箇所)を実施する。

④崩壊地の分布・特性検討

崩壊地の新規・継続・拡大・消滅等の特徴を把握し、前回調査結果や既往業務成果で得られている特徴的な堆積物や地質情報等の分布特性と GIS により比較する。

⑤崩壊地危険度判定指標(素案)の作成

これら検討結果から LP 成果を含む地理情報システム(GIS)データを使用して崩壊地危険度判定指標(素案)の作成を行う。

⑥溪流危険度評価(素案)の検討

崩壊地危険度評価と溪流の土砂移動特性を合わせて流域危険度評価(素案)を行う。

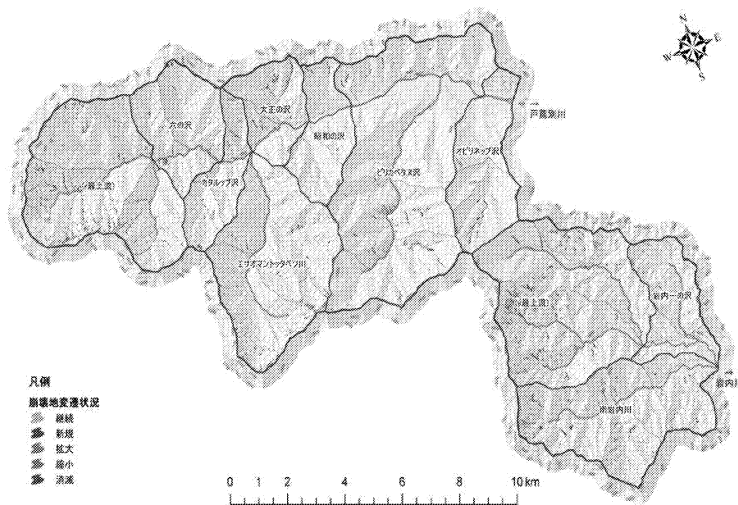


図2 崩壊地判読結果

3. 崩壊地判読結果

LP 成果の空中写真及び地形図から崩壊地を判読し、既往成果(H7)との比較を行った(面積: 158.2km²)。H19 と H7 の 2 時期の崩壊地データを比較し、新規崩壊地、既往崩壊地(継続)、崩壊地の拡大及び縮小、消滅等の変遷情報を付与した。なお、崩壊地情報等の電子化は、ESRI 社の ArcGIS にて整理した。

また、崩壊地の面積率は、岩内川流域(0.57%)が戸蔭別川流域(0.36%)よりも大きい結果となった。既往成果(H7)との比較では、崩壊地面積率が大幅に増えている傾向であった(ほぼ倍)。これは、単純に増加傾向にあることも考えられるが、今回の判読で用いた空中写真精度(撮影時期、角度など)が良かったことと LP 成果の高精度な地形図(2m メッシュ)を基図に用いることによる地形的な予測

精度の向上が大きな要因であると考えられる。

4. 崩壊地危険度判定指標（素案）

電子情報化した地形・地質等の情報と崩壊地情報を GIS 処理することにより、崩壊地特性を把握及び崩壊地危険度判定指標(素案)の作成を行った。今回は、斜面方位や植生による明確な差異がなかったため、地形・地質別の崩壊地の増加、回復といった崩壊地変遷状況に着目した。地形区分については、氷河・融氷河堆積物、周氷河性堆積物(斜面、谷埋め)、2 次移動堆積物、表土・基盤岩風化堆積物を既往資料及び現地調査により区分した。対象は戸蔭別川最上流域と岩内川最上流域とした。

崩壊地危険度判定指標(素案)として、崩壊土砂量に増加率、回復率で除した数値を崩壊ポテンシャルと定義した(崩壊ポテンシャル＝崩壊土砂量×増加率／回復率)。これは、増加率が新規・拡大による新たな土砂生産のポテンシャル(能力)の増大を、回復率は土砂生産ポテンシャルの減少を示す。

結果、流域別では、岩内川上流域の方が、崩壊ポテンシャルが大きい結果となった。地形的

特徴では周氷河性斜面堆積物が分布する地形、その内でも特に花崗岩の地質分布範囲が、崩壊ポテンシャルが大きい結果となった。

5. 溪流危険度評価（素案）

溪流危険度評価(素案)につ

いては、降雨規模別の土砂移動現象を想定し、本川および保全対象への影響を判定指標として試みた。対象は崩壊地危険度判定指標(素案)と同じ戸蔭別川最上流域と岩内川最上流域とし、対象現象(流量規模等)は平成 18 年度札内川砂防基本計画策定業務にて検討結果を参考にした。結果、中規模洪水 3 回を想定した場合の岩内川上流域が危険度が高い結果となった。

6. おわりに

H19 年度の調査検討では、LP 成果を用いることにより崩壊地判読精度の向上を図り、GIS 電子化したデータを用いた崩壊地危険度判定指標(素案)と溪流危険度評価(素案)の作成を行った。

次年度は、H19 調査結果と合わせて、LP 3 次元データを用いた崩壊地危険度判定指標(案)を策定し、崩壊地(斜面)の危険度評価と溪流の土砂移動特性(粒径、移動形態等)から溪流危険度評価を行う。また、溪流危険度評価結果を用いて施設配置計画における事業優先度の検討を行う予定である。

表 2 崩壊地特性および崩壊地危険度判定指標(素案)

流域	地形区分		周氷河 谷埋	周氷河 斜面	表土・ 基盤岩	2次 移動	氷河・ 融氷河	総計
	地質区分							
最 戸 上 蔭 別 川	ハンレイ岩	流域面積(10 ³ m ²)	640	4,601	11,134	372	923	17,790
		①崩壊地面積(m ²)	1,500	38,400	52,600	200	4,100	96,800
	カンラン岩	流域面積(10 ³ m ²)		749	1,485	3	997	3,234
		①崩壊地面積(m ²)		9,700	9,100		9,900	28,600
	全体	流域面積(10 ³ m ²)	640	5,350	12,618	375	1,920	21,025
		①崩壊地面積(m ²)	1,500	48,100	61,700	200	14,000	125,000
最 岩 上 内 川	ハンレイ岩	流域面積(10 ³ m ²)		139	14			153
		①崩壊地面積(m ²)						
	ホルンフェス	流域面積(10 ³ m ²)	180	1,566	3,356	45		5,147
		①崩壊地面積(m ²)	5,527	31,931	60,511			97,970
	花崗岩	流域面積(10 ³ m ²)	158	1,393	379	31		1,961
		①崩壊地面積(m ²)	1,604	6,721	56			8,381
	日高累層群	流域面積(10 ³ m ²)	518	5,506	9,282	302		15,608
		①崩壊地面積(m ²)	10,684	26,643	32,793	555		70,674
	全体	流域面積(10 ³ m ²)	856	8,603	13,031	379		22,869
		①崩壊地面積(m ²)	17,815	65,295	93,360	555		177,025
②平均崩壊深(m)			2.5	1.6	0.9	1.3	2.5	-

流域	地質区分	地形区分	周氷河 谷埋	周氷河 斜面	表土・ 基盤岩	2次 移動	氷河・ 融氷河	総計
戸 蔭 別 川 最 上 流 域	ハンレイ岩	崩壊地面積率%	0.23	0.83	0.47	0.05	0.44	0.54
		③増加率%	45	170	52	67	74	75
		④回復率%	75	71	83	100	69	80
		⑤崩壊地面積率%		1.29	0.61		0.99	0.88
	カンラン岩	③増加率%		50	21		26	30
		④回復率%		91	90		56	83
		⑤崩壊地面積率%	0.23	0.90	0.49	0.05	0.73	0.59
		③増加率%	45	115	44	67	37	59
		④回復率%	75	80	85	100	59	81
	全体	崩壊地面積率%						
		③増加率%						
		④回復率%						
岩 内 川 最 上 流 域	ハンレイ岩	崩壊地面積率%						
		③増加率%						
		④回復率%						
		⑤崩壊地面積率%	3.07	2.04	1.80			1.90
	ホルンフェス	③増加率%	222	556	134			194
		④回復率%	4	67	55			54
		⑤崩壊地面積率%	1.01	0.48	0.01			0.43
		③増加率%	47	7,013				491
		④回復率%	34	79				37
	花崗岩	崩壊地面積率%	2.06	0.48	0.35	0.18		0.45
		③増加率%	112	216	296	52		217
		④回復率%	40	85	60	70		66
		⑤崩壊地面積率%	2.08	0.76	0.72	0.15		0.77
	日高累層群	③増加率%	122	358	171	52		209
		④回復率%	32	79	56	70		59
	全体	崩壊地面積率%						
		③増加率%						
		④回復率%						
		⑤崩壊地面積率%						

崩壊ポテンシャル(10 ³ m ³)		周氷河 谷埋	周氷河 斜面	表土・ 基盤岩	2次 移動	氷河・ 融氷河	総計	備考
戸 蔭 別 川 最 上 流 域	ハンレイ岩	2.3	147.1	29.7	0.2	11.0	115.5	①×②×③/④
	カンラン岩		8.5	1.9		11.7	17.7	
	全体	2.3	109.9	28.4	0.2	22.0	124.0	
岩 内 川 最 上 流 域	ハンレイ岩							
	ホルンフェス		420.8	133.7			426.7	
	花崗岩	5.6	959.5				198.6	
	日高累層群	75.2	108.5	145.0	0.5		327.2	
	全体	169.4	470.4	256.4	0.5		832.0	

表 3 溪流危険度評価(素案)結果

溪流 特 性	溪流	戸 蔭 別 川 最 上 流 域			岩 内 川 最 上 流 域			備考
	(1)流量規模	大規模	中規模3回	大規模+中規模	大規模	中規模3回	大規模+中規模	大規模:1,800m ³ /s(南帯橋) 中規模:1,200m ³ /s(南帯橋)
	(2)流出土砂量	90×10 ³ m ³	240×10 ³ m ³	170×10 ³ m ³	150×10 ³ m ³	390×10 ³ m ³	280×10 ³ m ³	H17成果より
	(3)粒度(生産)	60mm			20mm			H18成果より(D60)
	(4)土砂移動形態	土石流	土石流	土石流	土石流	土砂流(掃流)	土石流	H18成果より(D60) 流域出口付近
判 定 指 標	(5)本川への影響	直下で2m堆積	直下で4m堆積	直下で2m堆積	直下で5m堆積	直下で5m堆積	直下で5m堆積	
	(6)砂防施設効果	下流にえん堤2基(計の100万m ³ 容量)			下流にえん堤2基(計の36万m ³ 容量)			戸 蔭 別:7号、8号えん堤 岩 内 川:1号えん堤(ウエダ沢のみ)
	(7)保全対象への影響	無	無	無	無	無	無	保全対象からの距離もあることから 影響は無い。
評 価	(5)危険度	6	4	5	3	1	2	

溪流環境評価検討業務

東北地方整備局 新庄河川事務所

1. 検討目的

本業務は、砂防えん堤のスリット化、魚道設置等に伴う環境改善効果を適切に評価することを目的に、溪流魚を評価指標として、砂防溪流の有する溪流環境としての価値（環境ポテンシャル）を定量的に評価するための調査及び評価の方法について検討を行ったものである。

2. 検討内容

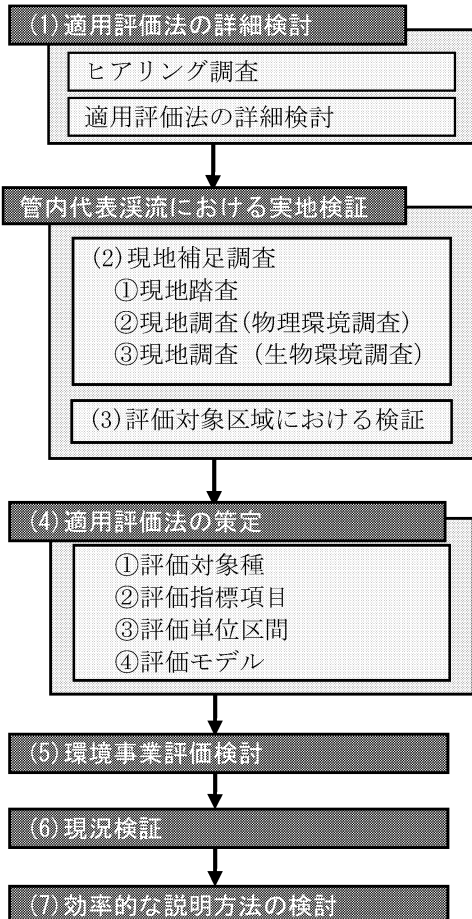


図-1 【検討の流れ】

(1) 仮設定した適用評価法（案）について、漁協、有識者（魚類生態、環境評価法）等へのヒアリング調査等に基づき、詳細検討を行った。

(2) 現地踏査及び現地調査（物理・生物環境調査）により、評価対象溪流における溪流魚の生息状況と物理環境条件の関係を把握し、溪流魚の生息適正条件について整理を行った。

(3) 評価対象溪流における、適用評価法（案）の妥当性の検証を行い、調査効率性、評価精度等の観点から課題の抽出を行った。

(4) 現地補足調査結果、実地検証結果等に基づき、適用評価法（案）の修正、改良を行い、適用評価法（→「溪流環境評価の手引き（案）」）を策定した。

(5) 策定した適用評価法に基づき、管内代表溪流をケーススタディとした環境事業評価を行った。

(6) 適用評価法その他流域（赤川流域を対象）への適用可能性の検証、連続性確保を目的とした保全対策（魚道等）の実施効果、課題について検証を行った。

(7) 溪流環境評価結果を地域住民等へ周知を図る上での効率的な広報、説明方法について検討を行った。

3. 検討結果

表-1 【評価指標項目】

評価対象種 評価指標項目	遊泳魚	回遊魚	底生魚
	ニッコウイワナ	ヤマメ (サクラマス)	カジカ
水 理 条 件：瀬淵区分	○	○	○
水 質 条 件：底質清浄度	○	○	○
水 温 条 件：水温	○	○	○
底 質 条 件：河床材料区分	○	○	○
浮き石割合	—	—	○
カバー条件：河畔林植生区分	○	○	—
連 続 性：下流河川からの連続性	—	○	—
周辺細流との連続性	○	—	—
人為的影響：河川構造物	○	○	○

3. 1 評価対象種

生活型（遊泳魚、回遊魚及び底生魚）の異なる複数の溪流魚を設定した。

3. 2 評価指標項目

評価対象種の生態情報等に基づき設定した。

3. 3 評価単位区間

評価精度及び調査効率の観点から 500m 間隔（1 評価対象溪流につき 10～20 区間程度を想定）を基本とした。

3. 4 評価モデル

溪流環境評価に係る評価点算出の流れは、以下のとおり設定した。

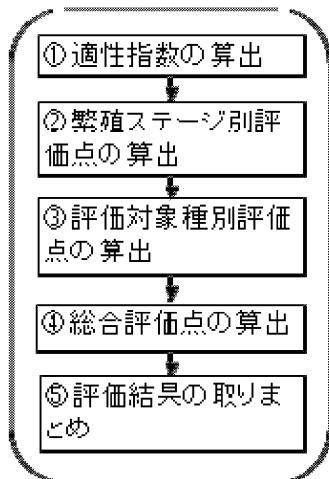


図-2【評価点算出の流れ】

① 評価対象種の生態情報等に基づき設定した SI モデルに基づき、溪流環境調査による調査結果を適用することにより適性指数を算出した。

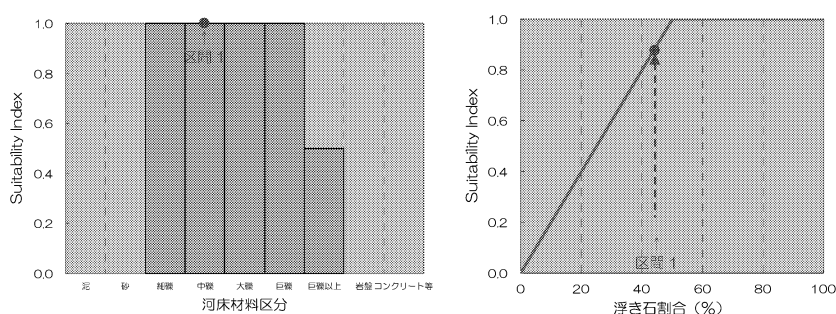


図-3【適性指数（SI）の算出例】

② 前項において算出した適性指数を統合することにより、繁殖ステージ別のハビタット適性指数（HSI）を算出した。また、HSI の最高点（評価指標項目別の SI が全て「1」の状態）を 100 点とした換算を行い、繁殖ステージ別評価点として整理した。

③ 前項において算出した繁殖ステージ別評価点を統合（幾何平均）することにより、評価対象種別評価点を算出した。

④ 前項において算出した評価対象種別評価点を統合（幾何平均）することにより、総合評価点を算出した。

(成魚期)

$$\begin{aligned}
 \text{HSI} &= \left(\frac{3}{11}\right) \times (\text{瀬淵区分}=0.79) + \left(\frac{1}{11}\right) \times (\text{底質清浄度}=1.00) \\
 &+ \left(\frac{2}{11}\right) \times (\text{水温}=0.76) + \left(\frac{2}{11}\right) \times (\text{河床材料区分}=1.00) \\
 &+ \left(\frac{2}{11}\right) \times (\text{河畔林区分}=0.84) + \left(\frac{1}{11}\right) \times (\text{河川構造物}=0.80) \\
 &= 9.37 \quad \leftarrow \text{繁殖ステージ別に算出したハビタット適性指数 (HSI)}
 \end{aligned}$$

↓ (HSI の最高点（本例では 11 点）を 100 点として換算)

$$= 85.2 \quad \leftarrow \text{繁殖ステージ別評価点}$$

図-4【評価対象候補種であるニッコウイワナを想定した算出例】

⑤ 前項までの検討において算出された総合評価点や評価対象種別評価点等の評価結果について、評価対象溪流別にとりまとめた。

3. 5 適用評価法の活用方法

本業務において検討した溪流環境評価手法により、3 溪流に対する評価点を算出した。連続性がない溪流よりもある溪流（透過型砂防えん堤の設置されている溪流）が高い評価点を得た。また、不透過型えん堤を透過型えん堤に改築することにより評価点が上がるという結果も得られた。

今後は、基礎データ蓄積のための調査を継続して実施し、当該評価法の精度向上を図る。

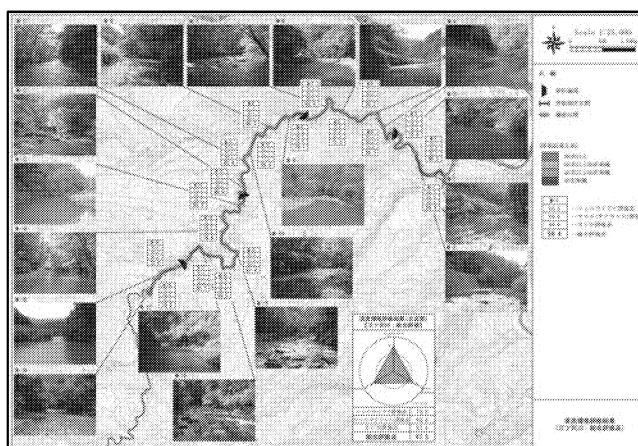


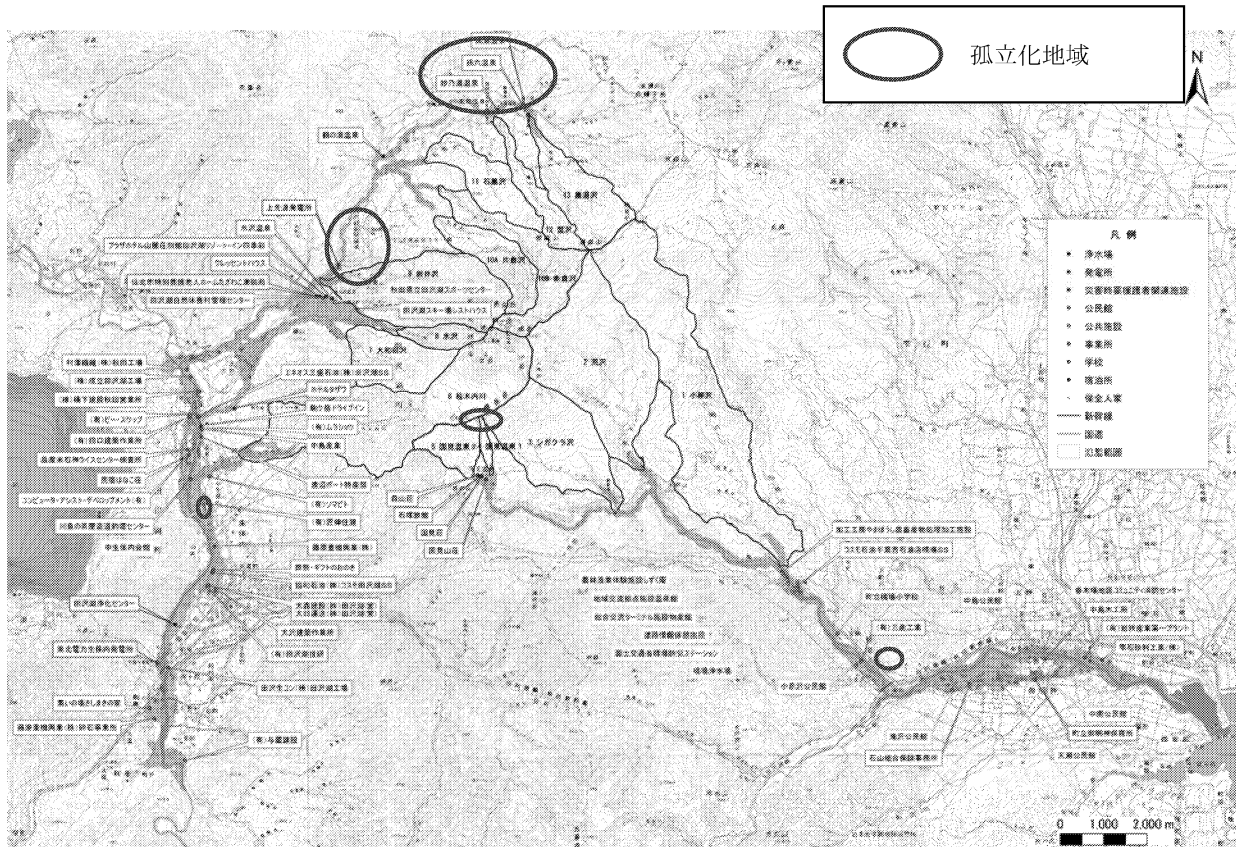
図-5【評価結果とりまとめ例】

八幡平山系火山対策計画調査業務

1. 業務の目的

本業務は、平成 18 年度に検討した秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画(案)を基本として、リスク(被害の内容)評価を実施および火山砂防施設計画優先順位の検討を行ったものである

また、秋田駒ヶ岳における火山基本対策の既往の検討成果と本検討成果をとりまとめ、秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画(案)を策定した。



図－1 1/100 年確率による土石流の氾濫範囲と保全対象の分布状況



写真－1 左) 桧木内川下流の保全家 中央) 蟹沢下流の国民宿舎 右) 先達川右岸の孫六温泉

2. 検討項目

- 1)土石流に対するリスクに関する検討
- 2)火山砂防施設計画優先順位の検討
- 3)秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画書（案）

3. 調査結果概要

- 1)土石流に対するリスクに関する検討

秋田駒ヶ岳の噴火降灰の影響により発生すると想定されている 1/100 年規模に相当する土石流に対するリスクの項目及び内容について、土石流氾濫シミュレーションの結果に基づき検討した。被害の一覧は表－1 に示すとおりである。

また、1/10 年規模（早期整備目標）に相当する土石流に対しても、別途同様に被害の状況を取りまとめた。

- 2)火山砂防施設計画優先順位の検討

秋田駒ヶ岳 14 溪流における火山砂防施設計画の整備優先順位を、土砂量、人家戸数、重要施設、重要交通網、孤立化被害、土石流危険溪流、被害額をもとに検討した。表－2 に検討結果を示す。各溪流での被害影響状況からは、保全対象の戸数や被害額（固定資産）等から小柳沢や荒沢等の岩手県側の優先度が高くなるが、観光交流人口等を考慮すると秋田県側の優先度も高くなると考えられる。ただし、優先整備については生活圏や事業実施体制等も考慮して、岩手県側、秋田県側それぞれについて検討し整備を進める必要がある。

なお、常に秋田駒ヶ岳全体の整備状況について把握しながら進めることが望ましい。

- 3)秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画書（案）

既往資料と平成 18、19 年度の検討結果をとりまとめ「秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画」を作成した。
既往の検討項目：土砂移動実績図の作成、計画対象現象と計画対象量の設定、火山災害予想区域図、保全対象の設定、対象計画の策定、対策計画の策定のうち土石流のハード対策に関する項目（降灰後の土砂量設定、施設配置計画）

平成 19 年度の検討項目：土石流氾濫範囲内の保全対象の詳細について

4. 今後の課題

秋田駒ヶ岳の噴火に対する備えとして、複数の噴火シナリオを想定した緊急減災対策砂防計画の検討を進めるための検討が必要である。

表－1 被害一覧

溪流番号	溪流名	人家 戸数	公共的建物施設数							重要交通網				孤立化の 有無	観光被害の 有無	
			災害時 要援護者 関連施設	公共 施設	学校	公民 館	発電 所	浄水 場	宿泊 所	事業 所	新幹 線	国道	県道			その他
1	小柳沢	160	1	7	1	5	0	0	0	7	313	1,369	342	20,610	有	有
2	荒沢	145	1	7	1	5	0	0	0	7	331	4,327	694	19,824	有	有
3	シガクラ沢	98	0	7	1	4	0	0	0	6	313	4,471	482	16,410	有	有
4	国見温泉1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	58	566	155	無	無
5	国見温泉2	1	0	3	0	0	0	0	1	1	0	1,998	279	152	無	無
6	桧木内川	54	0	1	0	0	1	1	0	12	205	3,985	0	14,282	有	無
7	大和田沢	87	0	1	0	0	0	1	1	18	154	3,990	889	12,805	有	無
8	水沢	69	1	2	0	0	0	1	4	14	154	3,875	1,138	13,358	有	有
9	岩井沢	97	0	1	0	0	0	1	1	22	154	5,037	313	15,387	有	有
10A	片倉沢	78	0	1	0	0	1	1	0	15	154	4,819	447	9,955	有	有
10B	赤倉沢	94	0	1	0	0	1	1	0	18	154	4,847	420	12,709	有	有
11	石黒沢	62	0	1	0	0	1	1	0	15	0	4,464	458	8,795	有	有
12	蟹沢	62	0	1	0	0	1	1	2	15	0	4,247	388	7,993	有	有
13	黒湯沢	72	0	1	0	0	1	1	4	18	0	4,627	343	9,775	有	有

表－2 優先順位

溪流番号	溪流名	県名	社会条件 配点	自然条件 配点	合計	グループ 区分
6	松木内川	秋田県	8	9	17	A
9	岩井沢	秋田県	13	4	17	
2	荒沢	岩手県	10	6	16	
10A	片倉沢	秋田県	10	6	16	
1	小柳沢	岩手県	8	6	14	B
7	大和田沢	秋田県	12	2	14	
11	石黒沢	秋田県	11	2	13	
3	シガクラ沢	岩手県	8	4	12	C
8	水沢	秋田県	12	0	12	
10B	赤倉沢	秋田県	10	2	12	
13	黒湯沢	秋田県	10	2	12	
12	蟹沢	秋田県	10	0	10	
5	国見温泉2	岩手県	1	0	1	D
4	国見温泉1	岩手県	0	0	0	

阿武隈川流砂系調査手法検討業務

東北地方整備局 福島河川国道事務所

1. はじめに

阿武隈川は、福島・栃木両県にまたがる那須連峰の旭岳(1,835m)に源を発し、仙台湾に注ぐ流域面積5,390km²、幹川流路延長239 kmの我が国第6位の大河川である。

阿武隈川水系では、福島市街地を流下する支川の松川、荒川・須川の直轄砂防流域において土砂災害を防止・軽減するために土砂流出を抑制する必要がある一方で、下流部での河床低下や河口部(仙台湾南部海岸)での海岸侵食などの課題が生じている。このような阿武隈川水系における総合土砂管理を実施していくためには、山地～河道～河口・沿岸海域における一連の土砂供給と土砂移動のメカニズムを明らかにし、流砂系の「監視」→「評価」→「改善」のサイクルの確立と実行が必要といえる。これまで、河床変動測量や河床材料調査などが行われているものの、観測時期や区間が統一されておらず、流域一貫とした計画的な流砂系調査が行われてきたとは言い難い面もある。

従来の流砂系調査の課題を踏まえると、とくに阿武隈川のように広大な流域面積をもつ流砂系の調査を実施していくためには、流砂系の課題を踏まえた調査の観点を明確しておく必要があるといえる。

そこでまず、既往調査等をもと阿武隈川水系における河川・砂防・海岸事業の実施状況を踏まえた土砂移動実態を整理し、流砂系のコントロールポイントを明らかにして、土砂移動の課題と要因に関する仮説を設定する。そして、その仮説を実証していくために必要な調査計画を立案することによって、効率的で効果的な調査の実施が可能であると考え。本報告では、以上の考えにもとづいた土砂生産域から河口・沿岸海域までの流砂系調査手法と調査計画の概要について報告する。

2. 流砂系調査手法

2. 1 流砂系のコントロールポイントと仮説の設定

既往の河床変動量・ダム堆砂量調査や海岸の汀線変化に関する資料等を、砂防、河川、ダムおよび海岸施設の整備推移との関連で時系列的に整理し、阿武隈川の河道堆積・侵食や仙台湾南部海岸における海岸侵食傾向等について、インパクトとレスポンスとして整理を行った。

その結果、海岸域では河口南側の相馬港の建設開始と相まって昭和39年から平成11年にかけて阿武隈川河口北側の浦崎海岸等で最大100m程度の後退している傾向がみられた。阿武隈大堰が完成した昭和57年以降には、下流の砂州の固定化が進んでいる傾向がみられ、一方、上流域の信夫ダムと蓬萊ダムでは、昭和40～50年をピークに堆砂量が減少してきており、平成10年以降の堆砂量の変化は極僅かであることがわかった。また、支川流域についてみると、直轄砂防流域である荒川と松川では出水後に合流点の河床が上昇する傾向がみられた。河床材料の調査資料からは、宮城県・福島県県境の河道狭窄部(以下、県境狭窄部)の上下流で、河床材料の平均粒径が20mm強から10mm～2mm程度に急減しているものの、下流域での砂州の発達状況には経年的な変化が小さいことが確認された。

これらの土砂移動実態をもとに、阿武隈川流砂系のコントロールポイントを①河口部、②阿武隈大堰、③県境狭窄部、④信夫ダム及び⑤支川の荒川・松川であると考え、図－1に示す流砂系に関する

仮説を設定した。

2. 2 調査項目と調査ブロック

図－1 に示した仮説を立てることで、その実証に必要な調査項目を容易に設定することができる。以下に、仮説実証に必要な調査項目を示す。

仮説①：河口から海岸への流出土砂

仮説②：阿武隈大堰の流入土砂と大堰の通過土砂

仮説③：県境狭窄部上流と下流の通過土砂

仮説④：荒川・松川から本川へ流出土砂

仮説⑤：信夫ダム・蓬萊ダムの流入土砂

3. 調査計画の概要

調査計画は、図－2 に示すように主にコントロールポイントに挟まれた区間本川の7つの調査ブロックと海岸ブロック及び支川に区分して策定し、ブロック毎に調査を実施することで調査項目に対応する仮説の実証を行い、各ブロックを結合することで流砂系全体の土砂収支を明らかにする計画とした。

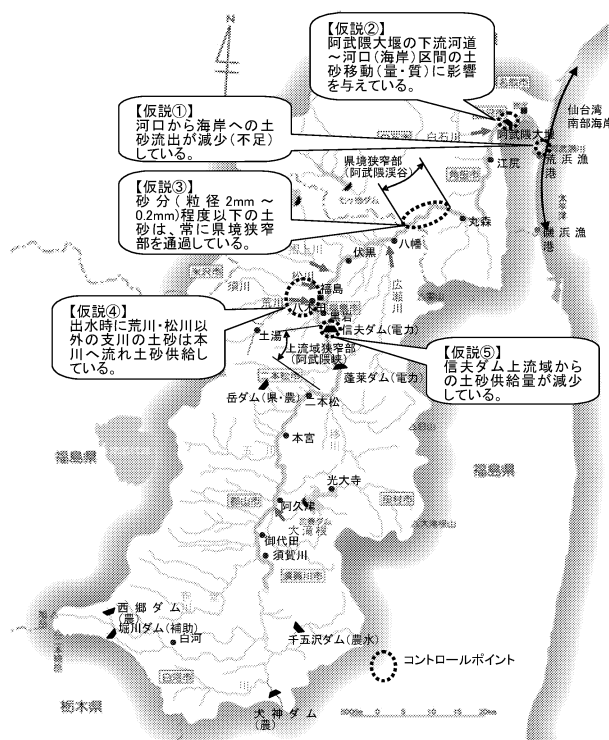
調査の基本は、従来から実施している河床変動測量、砂防堰堤の堆砂測量及びダム堆砂測量については、定期調査(1年間隔を目標)と洪水後調査を計画し、河床材料調査についても定期調査(3年に1回)と洪水後調査を計画した。また、通過土砂量は、調査ブロック境界の丸森橋、広瀬川合流点、摺上川合流点及び信夫ダム下流地点において、現地での流砂観測を計画した。観測方法は、現在、県境狭窄部下流の丸森橋地点で実施している流砂捕捉ポンプ方式を基本に、複数の方法で相互に検証する計画である。

また、主要な支川流域についても河床変動測量区間の上流への延長と河床材料調査を実施し、さらに荒川・松川、広瀬川では流出土砂量の観測も実施する計画とした。

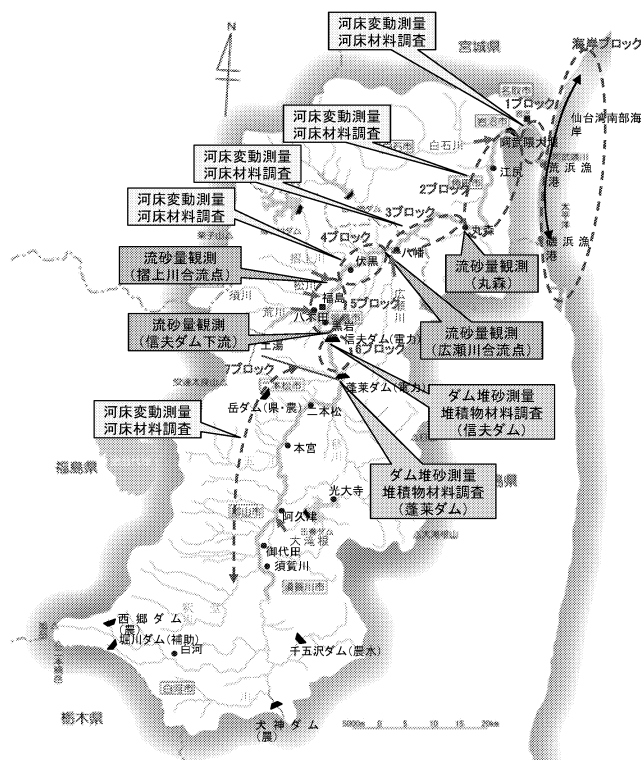
4. おわりに

今後は、本報告で策定した流砂系調査計画にもとづいて、流砂系調査を実施していく予定である。

しかし、観測項目が多いため、当面は阿武隈川本川を中心に流砂観測を実施しながら、この観測結果等を踏まえて(1)継続的な観測実施に向けた今後の観測スケジュール等の具体化、(2)仮説①～⑤についての検証及び評価を行い、阿武隈川流砂系の全体像の把握をしていきたいと考えている。



図－1 阿武隈川流砂系の仮説



図－2 流砂系調査計画(本川)