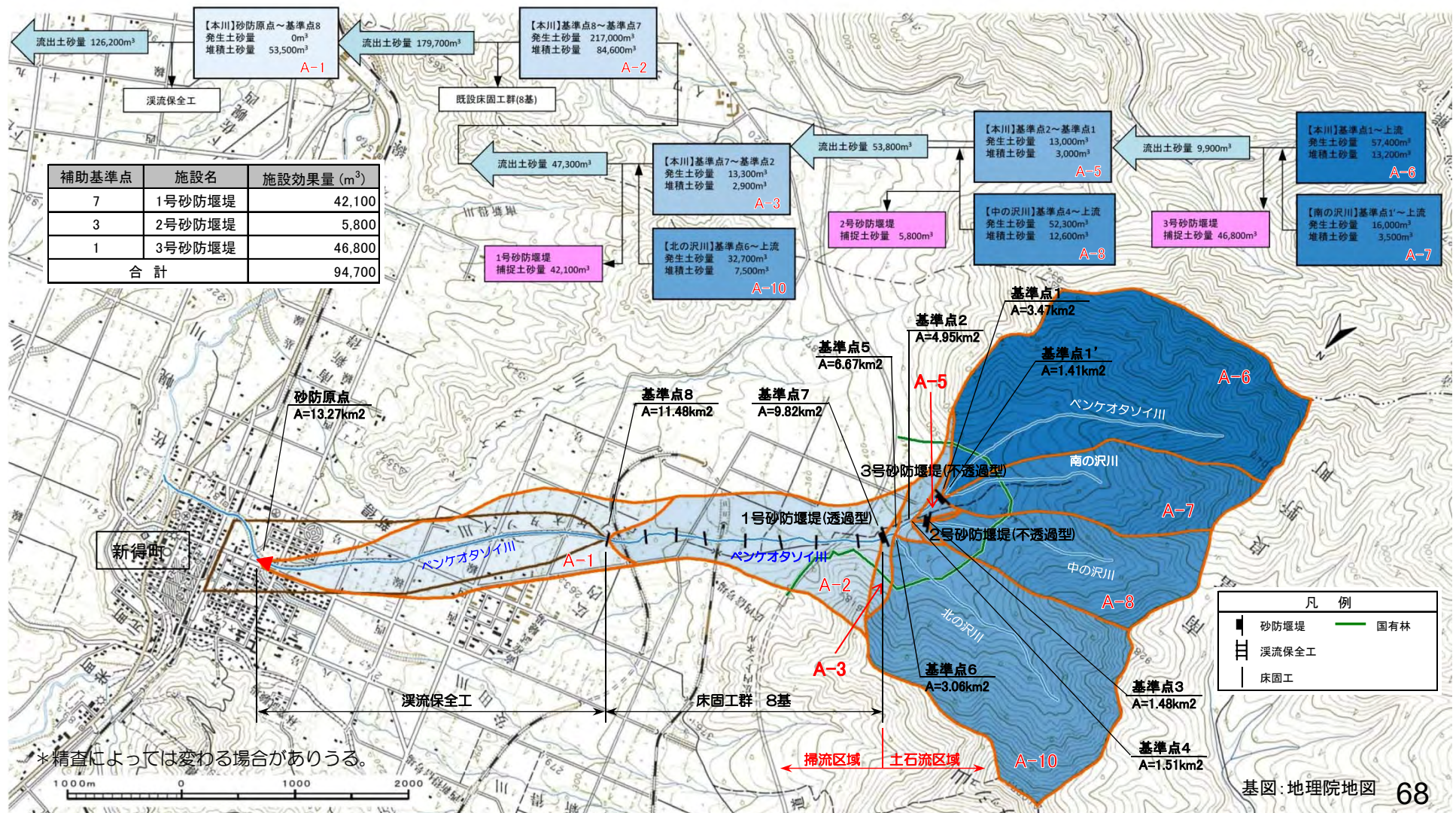


4-4 各河川における土砂収支

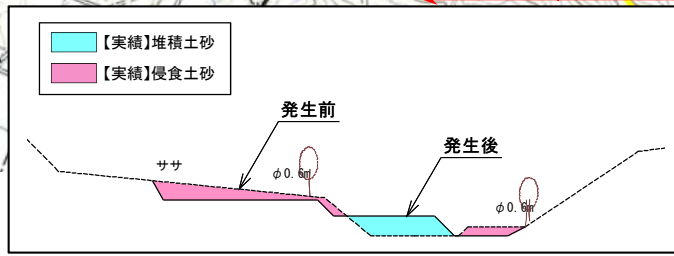
■砂防流域全体では、特に扇状地での側岸侵食が激しく約40万m³の土砂が発生したが、砂防堰堤3基が約9万m³を捕捉し、床固工群の効果やその他の地形条件等によっても約18万m³堆積したため、砂防基準点からの流出量は約13万m³に抑えられた。



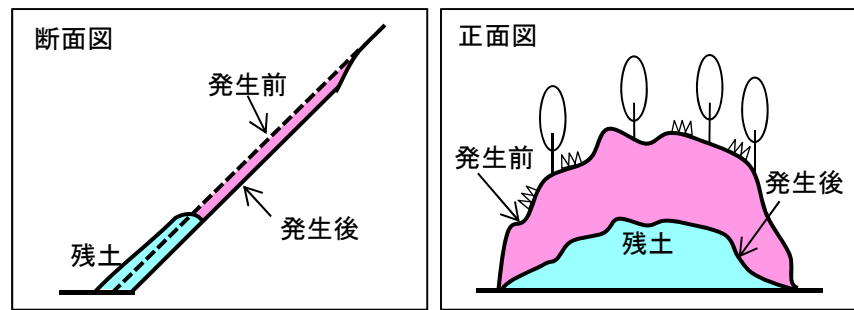
4-4 各河川における土砂収支



■発生土砂量は、以下の方法で算出した。
 【渓床の土砂量】出水前後の測量横断面の比較により算出した。※出水前は平成24年，出水後は平成28年。
 【山腹の土砂量】現地調査及び出水前後の空中写真比較により，崩壊面積等を計測して算出した。※出水前は平成24年，出水後は平成28年。
 ■発生流木量は、以下の方法で算出した。
 【渓床】出水前後の空中写真の比較により立木流出面積を計測し，現地調査結果による立木密度を掛けて算定した。※出水前は平成24年，出水後は平成28年。
 【山腹】現地調査及び空中写真により崩壊面積を算出し，現地調査結果による材積量を掛けて算定した。※出水前は平成24年，出水後は平成28年。
 ■堆積流木量は、以下の方法で算出した。
 出水後の空中写真より堆積流木の面積を計測し，現地調査結果による材積量を掛けて算出した。※出水後は平成28年。



▲ 渓床の土砂量算出方法



▲ 山腹の土砂量の計測方法



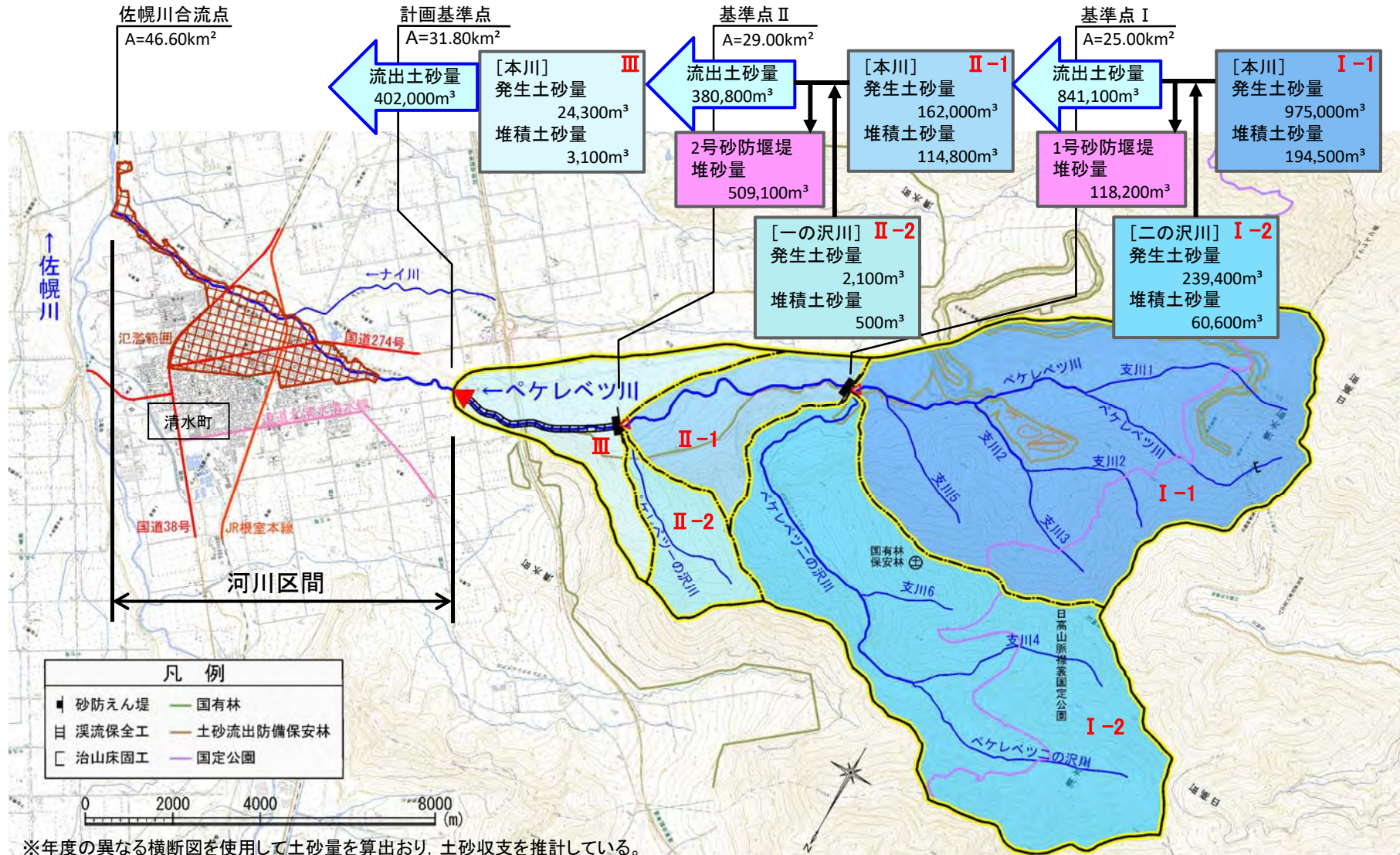
▲ 立木流出面積の計測



▲ 堆積流木の面積計測

4-4 各河川における土砂収支

■砂防流域全体では、約140万m³発生したが、1号砂防堰堤が約12万m³、2号砂防堰堤が約51万m³の土砂を捕捉し、その他の地形条件等によっても約37万m³堆積したため、砂防基準点からの流出量は約40万m³に抑えられた。



4-4 各河川における土砂収支

国土交通省 河川砂防技術基準 調査編に基づいて調査した。



■発生土砂量は、以下の4つの方法で算出した。

【渓床の土砂量】

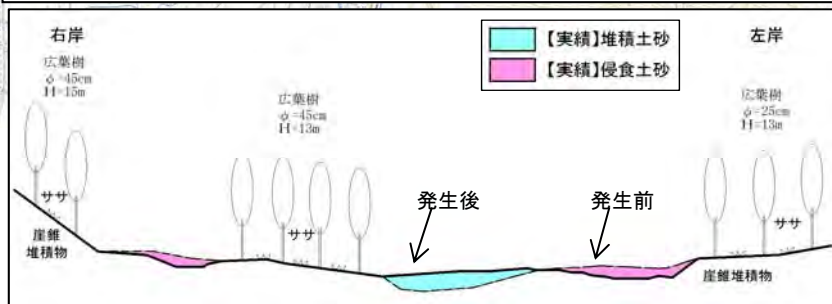
- ①出水前後の測量横断面図の比較により算出した。
- ②出水前の国土地理院10mDEMより作成した横断面図(現地調査により補正)と出水後の空中写真より図化した横断面図の比較により算出した。
- ③出水前の測量横断面図と出水後の空中写真より図化した横断面図の比較により算出した。

※出水前は昭和63年～平成19年を使用。出水後は平成28年を使用。

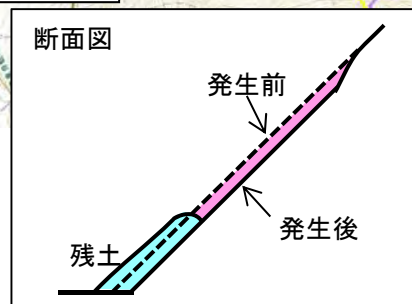
【山腹の土砂量】

- ④出水前後のオルソ写真を比較して崩壊面積を計測し、現地調査による崩壊深を掛けて算出した。

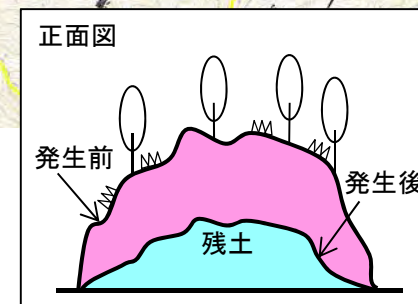
※出水前は平成19年、平成24年を使用。出水後は平成28年を使用。



▲ 渓床の土砂量算出方法

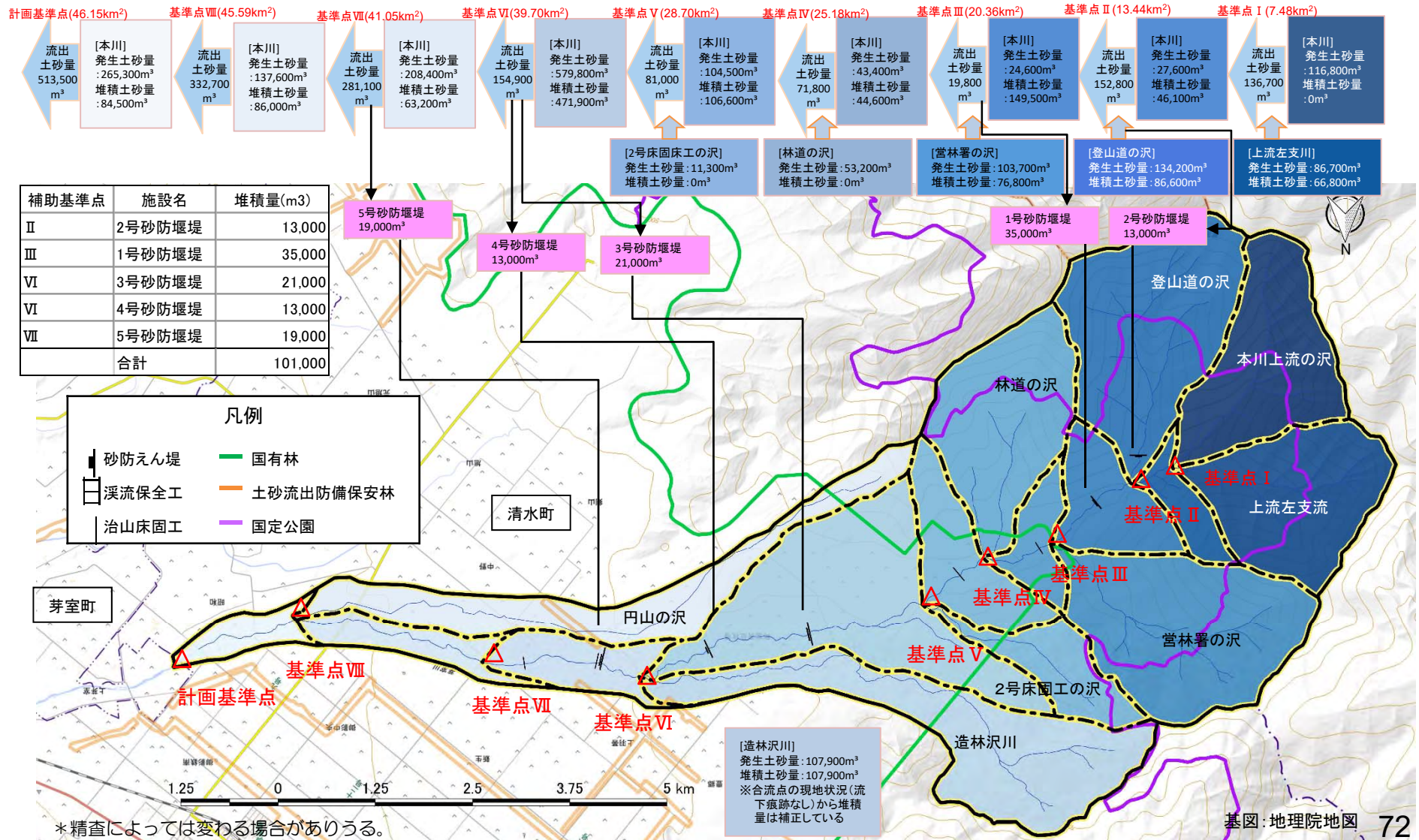


▲ 山腹の土砂量の計測方法



4-4 各河川における土砂収支

■ 砂防流域全体では、特に扇状地区間の側岸侵食が激しく約200万m³が発生したが、床固工や溪流保全工の効果等により約140万m³と堆積土砂量も大きいことや砂防堰堤5基が約10万m³捕捉したため、砂防基準点からの流出土砂量は約50万m³に抑制されている。



4-4 各河川における土砂収支

■発生土砂量は、以下4つの方法で算出。

【渓床の土砂量】

- ①出水前後のLPデータの標高の差分から算出した。
- ②出水後のLPデータから作成した横断面図と、現地調査から推定した出水前横断面図の比較により算出した。
- ③現地調査から推定した出水前後の横断面図の比較により算出した。

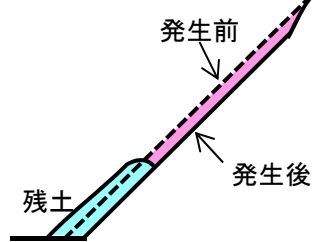
※出水前は平成18年，出水後は平成28年。

【山腹の土砂量】

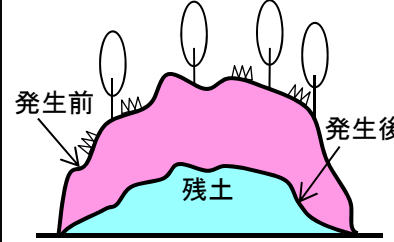
- ④現地調査及び出水前後の衛星写真，空中写真比較により，崩壊面積等を計測して算出した。

※出水前は平成28年7月，出水後は平成28年9,10月。

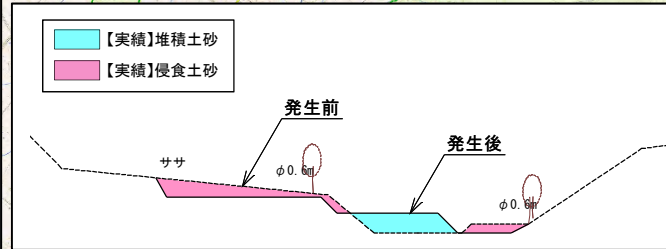
断面図



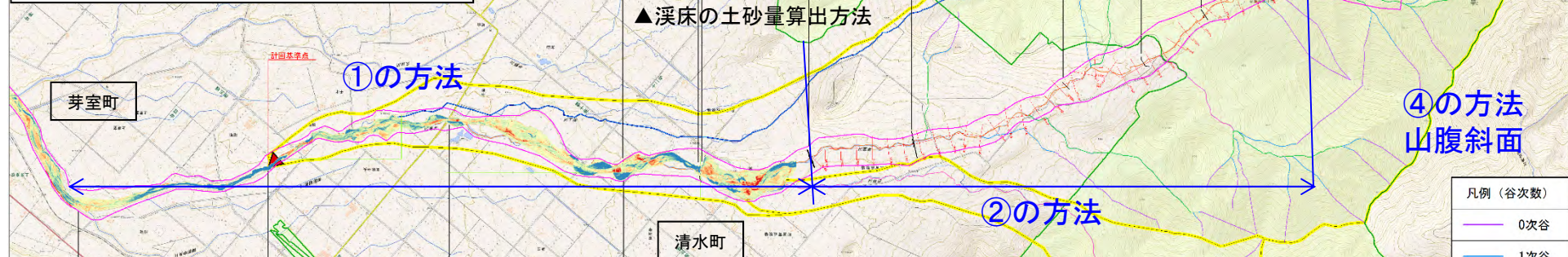
正面図



▲山腹の土砂量の計測方法



▲渓床の土砂量算出方法



■発生流木量は、以下の方法で算出した。

【渓床】出水前後の衛星写真，空中写真の比較により立木流出面積を計測し，現地調査結果による立木密度を掛けて算定した。

※出水前は平成28年7月，出水後は平成28年9,10月。

【山腹】出水前後の衛星写真，空中写真により崩壊面積を算出し，現地調査結果による材積量を掛けて算定した。

※出水前は平成28年7月，出水後は平成28年9,10月。

■堆積流木量は、以下の方法で算出した。出水前後の衛星写真，空中写真により崩壊面積を算出し，現地調査結果による材積量を掛けて算定した。※出水前は平成28年7月，出水後は平成28年9,10月。



▲立木流出面積の計測



▲堆積流木の面積計測

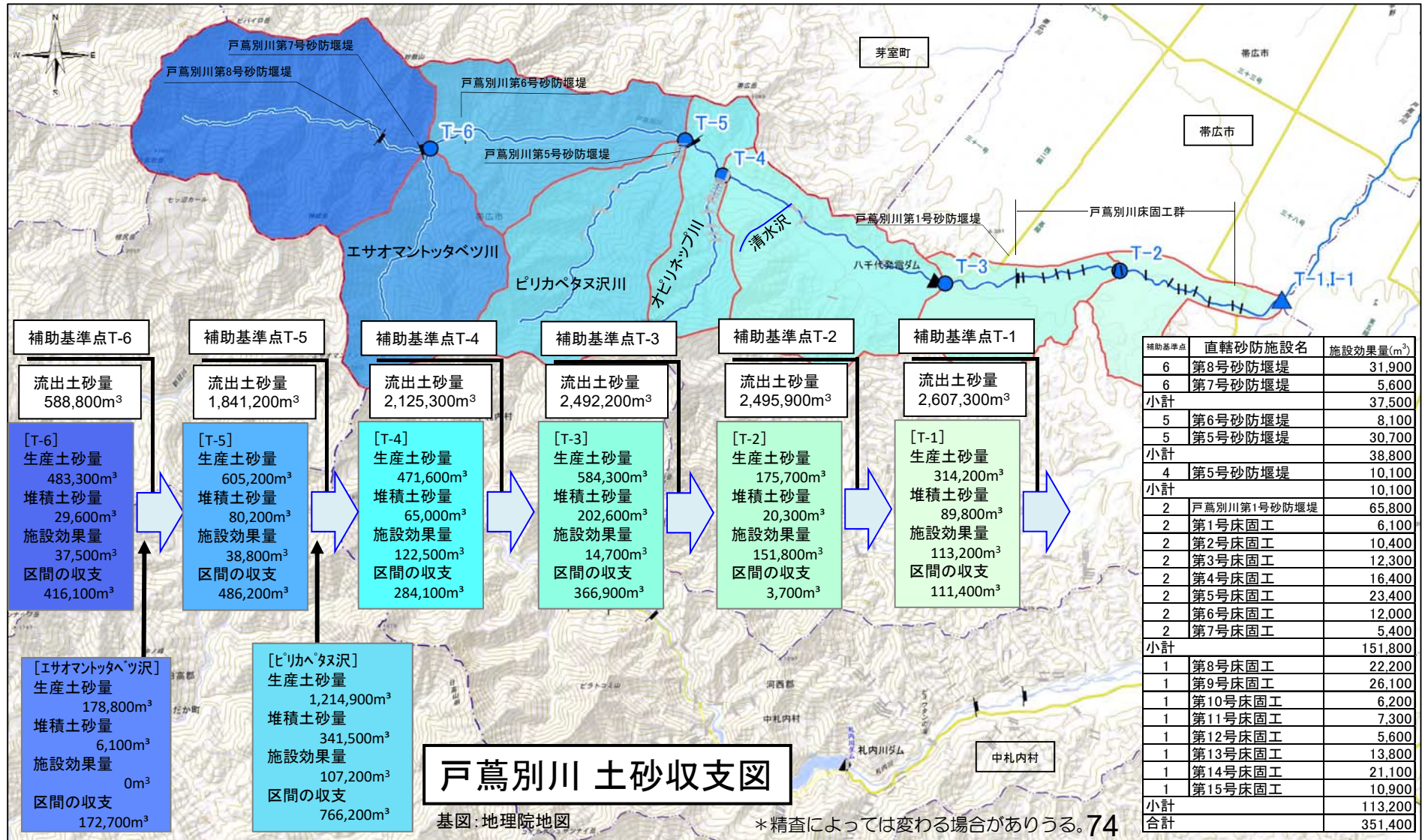
基図：地理院地図

凡例 (谷次数)	
0次谷	— (purple line)
1次谷	— (blue line)
2次谷	— (green line)
3次谷	— (pink line)
4次谷	— (orange line)

凡例	
国有林	■ (green square)
流域界	— (yellow line)
被災後LP計測範囲	■ (pink square)
基準点	▲ (red triangle)
流路	— (blue line)

4-4 各河川における土砂収支

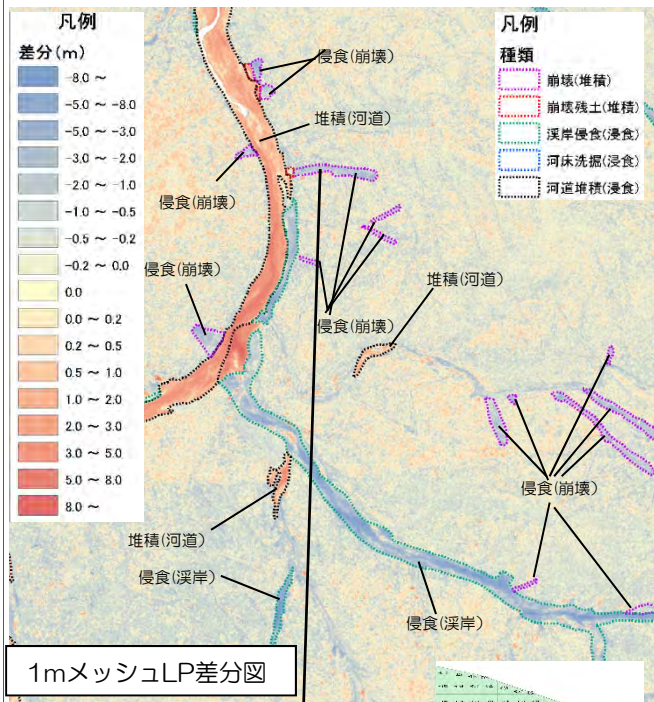
- 上流域の崩壊や侵食が激しく、特にピリカペタヌ沢等の支川からの流出土砂量が多い。
- 扇状地区間では整備済みの砂防設備は効果が大きかったが、側岸侵食によって生産土砂量が堆積土砂量を上回り流出土砂を拡大しており、今後も扇状地対策について検討が必要である。
- 砂防流域全体の生産土砂量は約400万m³となり、砂防設備の効果量約40万m³やその他の地形条件等によっても約100万m³の堆積があるが、砂防補助基準点では約260万m³の土砂が流出しているため、今後も効果的・効率的な施設整備が重要である。



4-4 各河川における土砂収支

土砂量算出方法

- 平成25年と平成28年のLPデータから標高の差分をメッシュ毎に算出(1m×1mメッシュ)
- 写真判読した侵食、堆積範囲についてメッシュ毎の標高差分値を合計して土砂量算出。



判読した崩壊地範囲

判読範囲内の①メッシュ面積×②メッシュLP差分(標高差)の総和を土砂量とした。

メッシュNo	LP差分(m)	メッシュ面積(m ²)	土砂量(m ³)
1	-2.68000	1.00000	-2.680
2	-2.84000	1.00000	-2.840
3	-2.09000	1.00000	-2.090
4	-2.91000	1.00000	-2.910
5	-0.47000	1.00000	-0.470
6	0.13000	1.00000	0.130
7	-0.04000	0.95041	-0.038
8	-2.89000	1.00000	-2.890

流木量算出方法

- 堆積量 オルソ画像で堆積範囲を抽出し面積計測→抽出範囲の堆積高さをLP差分で算出→①堆積面積×②堆積高さ×③空隙率で流木堆積を計算, 集計した。
- 生産量 出水前(H25)と出水後(H28)のオルソ画像の比較により樹木流出範囲を抽出し面積測定→①立木流出面積×②立木密度で流木生産量を計算, 集計した。

① 堆積面積

H28出水後に撮影したオルソ画像から堆積している流木を判読し、面積を算出

② 堆積高さ

H28LPオリジナルデータを使用。各流木堆積地点の堆積高さを算出し、対数正規分布上の90%の値を使用

流木の堆積高さ-地上高さ

地調査値 算出値
A地点堆積高さ 3m 3.1m
B地点堆積高さ 2.8m 2.76m

③ 空隙率

河川防砂技術基準調査編(平成26年4月)により、事例が示されている。流木の純容積率30%を使用

①出水後オルソ写真の判読により流木堆積範囲を抽出し、計測した面積
②流木堆積範囲の地盤高と周辺地盤高の差(H28年10月LP計測データを使用)
③空隙率=0.3*河川防砂技術基準調査編(H26年4月)

① 立木流出面積

H25出水前とH28出水後のオルソ画像から立木が流出したエリアを判読し面積を算出

①出水後と出水前オルソ写真の比較により樹木流出範囲を抽出し、計測した面積

② 立木密度 立木サンプリング値(m³/100m²)

②現地調査(100m²)で測定した立木密度の平均値

河畔林流出範囲においては現地調査の平均値(m³/100m²)を使用。

サンプリング地点	立木サンプリング値
戸霧別川上流8地点平均	3.52
床岡工6地点平均	1.44

山腹流出範囲においては、「平成22年度 十勝川直轄防砂事業の内 流木対策調査計画検討業務」(既往報告書)により調査されている立木サンプリング結果の平均傾斜度が15度以上のサンプリング値の平均値を使用

林相区分	立木サンプリング値
広葉樹	2.98
混交林	3.07
針葉樹	3.49

下記誤差の可能性に留意

土砂量算出

- 河川水面は水面高の計測であるため、水中の地盤高の変動が大きい場合は誤差が大きくなる。
- 出水前後のLP取得時期の間に土砂移動がある場合に誤差が大きくなる。

流木量算出

- 出水前の堆積流木が多い場合に誤差が大きくなる。
- 出水前後のLP取得時期の間に流木発生がある場合に誤差が大きくなる。

4-4 各河川における土砂収支

- 土砂量については、特に降雨や土砂流出が激しかった代表の4河川で算出したところ、上流の崩壊にともなう土砂生産、扇状地での側岸侵食にともなう土砂生産が大きかったことが推察される。
- 代表4河川の流出土砂量と崩壊面積率から、日高山脈東麓からの流出土砂量は約500万m³と大きな値が推定されるため、支川からの流出土砂の一部は下流へ流下したものと推察される。
- 本川の札内川合流部より上流では約160万m³の堆積土砂量、本川の札内川合流部より下流では約110万m³の堆積土砂量が推定され、十勝川本川ではやや堆積傾向と推察される。
- 流木については、代表で検討した4河川の単位面積あたりの流出流木量が約160m³と推定され、砂防設備等が多くの流木の流出を抑制しているが、今後も引き続き対策を検討することが重要である。
- 土砂量や流木量の算出については、各河川により調査データが異なるため、算出方法や精度がばらつきがあることに留意すべきである。

日高山脈東麓の流出土砂量の推定

	流域面積 (km ²)	崩壊面積率 (%)	流出土砂量 (万m ³)
戸蔦別川	153	0.54	261
ペケレベツ川	32	0.31	40
芽室川	46	0.29	51
ペンケオタソイ川	13	0.16	13
日高山脈東麓	920	0.18	約500

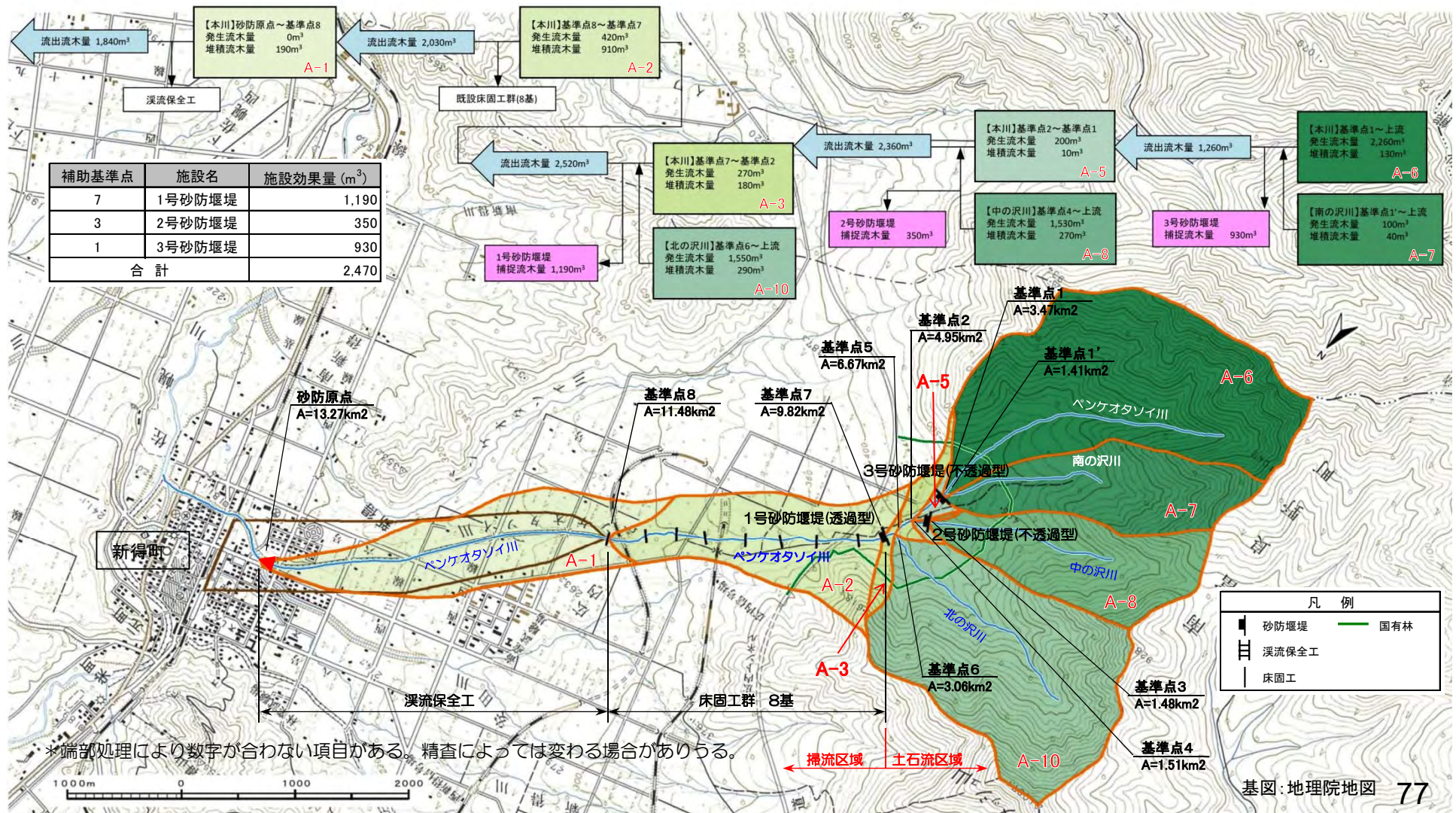
単位面積あたりの流出流木量の推定

	流域面積 (km ²)	流出流木量 (m ³)	単位面積あたりの 流出流木量 (m ³ /km ²)
戸蔦別川	153	28,300	184
ペケレベツ川	32	3,060	96
芽室川	46	6,340	137
ペンケオタソイ川	13	1,840	139
代表4河川の計	244	39,540	162

※各河川で推定した流出土砂量をもとに、流域面積1km²及び崩壊面積率1%あたり約3万m³の流出土砂があると仮定して、日高山脈東麓からの流出土砂量を推定した。

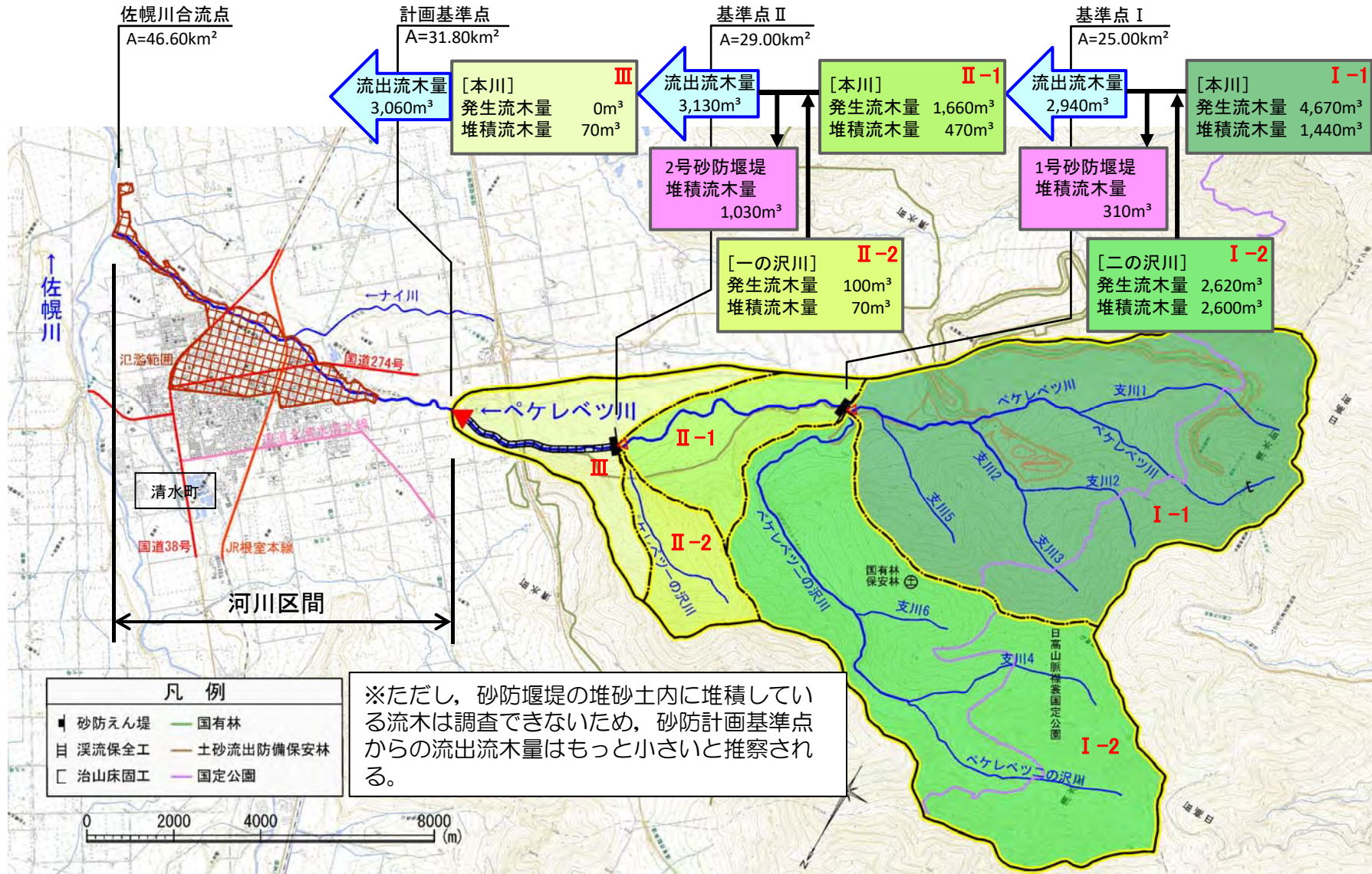
4-5 各河川における流木収支

■ 砂防流域全体では、約6千m³の流木が発生したが、3基の砂防堰堤により3千m³を捕捉を捕捉し、床固工群の効果やその他の地形条件等によっても約1千m³堆積したため、基準点からの流出量は約2千m³に抑えられた。



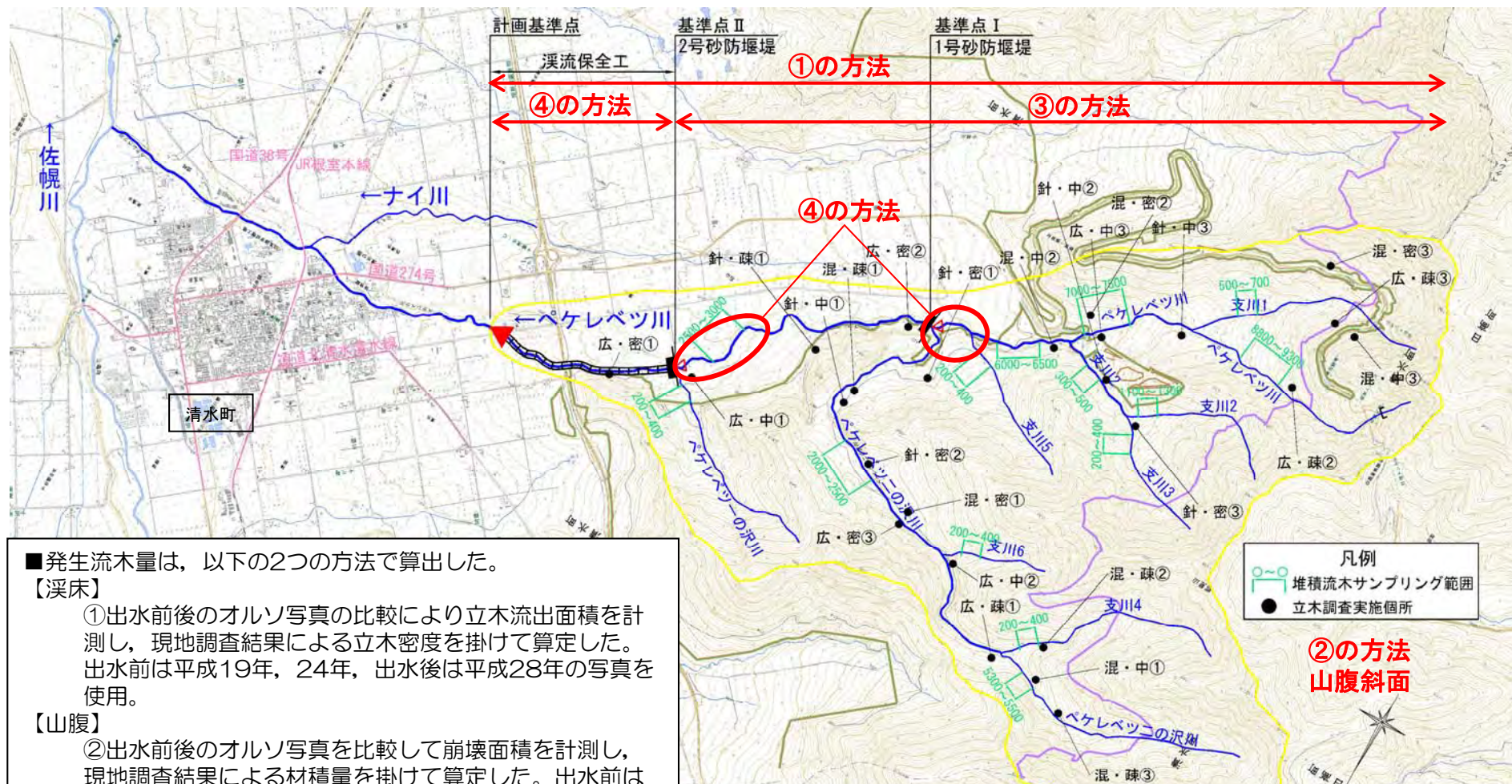
4-5 各河川における流木収支

■砂防流域全体では、約9千m³の流木が発生したが、2基の砂防堰堤により1千m³を捕捉し、その他の地形条件等によっても約5千m³堆積したため、砂防基準点からの流出量は約3千m³に抑えられた。



4-5 各河川における流木収支

国土交通省 河川砂防技術基準 調査編に基づいて調査した。



- 発生流木量は、以下の2つの方法で算出した。
 - 【溪床】
 - ①出水前後のオルソ写真の比較により立木流出面積を計測し、現地調査結果による立木密度を掛けて算定した。出水前は平成19年，24年，出水後は平成28年の写真を使用。
 - 【山腹】
 - ②出水前後のオルソ写真を比較して崩壊面積を計測し、現地調査結果による材積量を掛けて算定した。出水前は平成19年，24年，出水後は平成28年の写真を使用。
- 堆積流木量は、以下の2つの方法で算出した。
 - ③代表箇所では現地計測した単位距離当たりの材積量に流路延長を掛けて算出した。
 - ④出水後のオルソ写真より堆積流木の面積を計測し、現地調査結果による平均堆積高と実積率を掛けて算出した。出水後は平成28年の写真を使用。



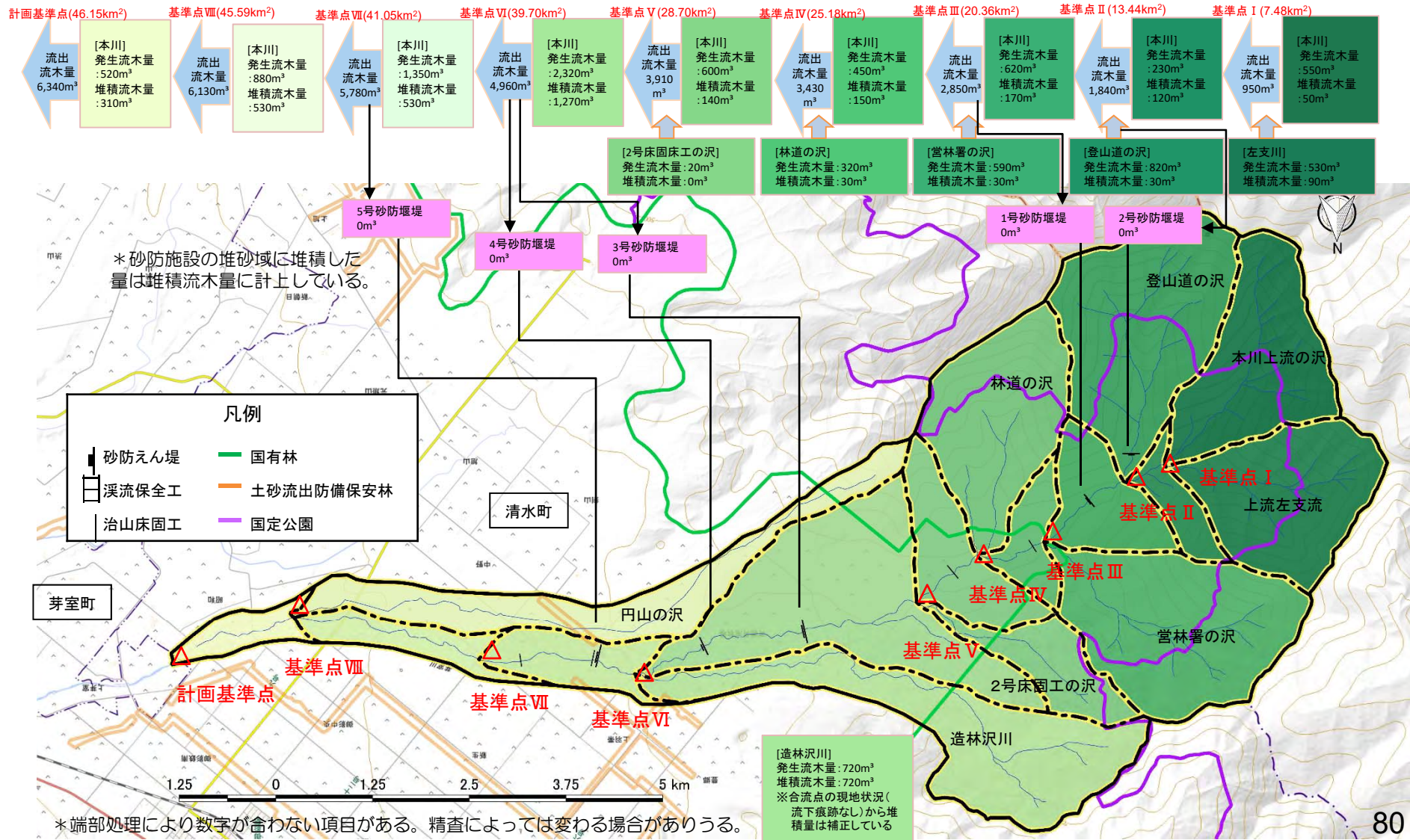
▲立木流出面積の計測



▲堆積流木の面積計測

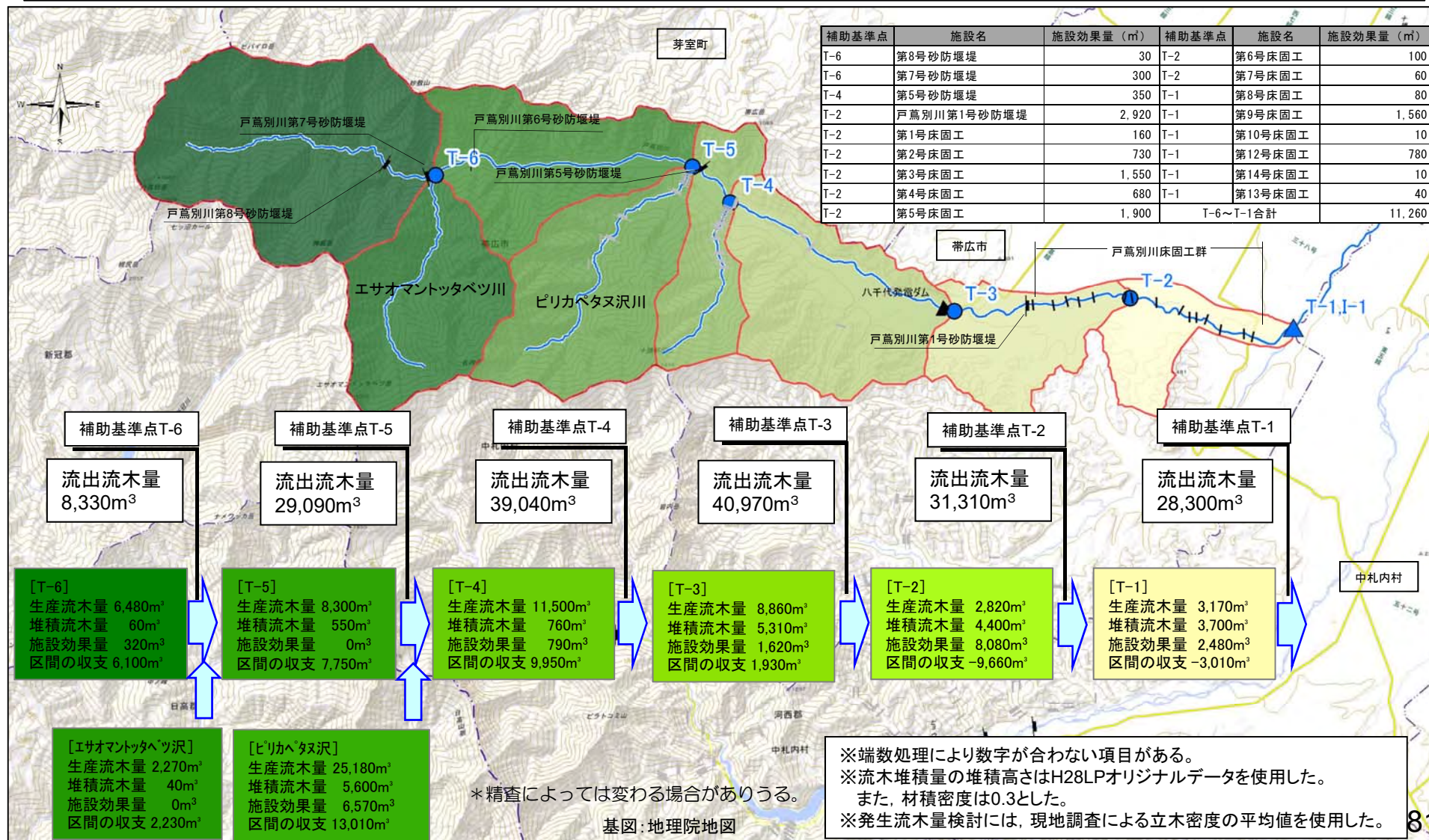
4-5 各河川における流木収支

■砂防流域全体では、上流域の崩壊や扇状地区間の側岸侵食により約1万m³の流木が発生し、扇状地区間での堆積もみられ約4千m³の流木が堆積しているが、砂防基準点からは約6千m³流出した。



4-5 各河川における流木収支

- 上流域の崩壊や扇状地区間の側岸侵食が激しく、土砂流出の多い流域で同様に多くの流木が生産されている。
- 砂防堰堤や床固工等により約1万m³の流木を捕捉・堆積しており、特に第1号砂防堰堤や床固工群等の緩勾配区間で施設効果が見受けられる。また、その他の地形条件等によっても約3万m³堆積している。
- 流域全体で約7万m³の流木が生産されているが、基準点での流出流木量は約3万m³に抑制していると推定される。





参考資料

5. 今後の土砂災害の防止 に向けた課題と方向性

5. 今後の土砂災害の防止に向けた課題とその方向性

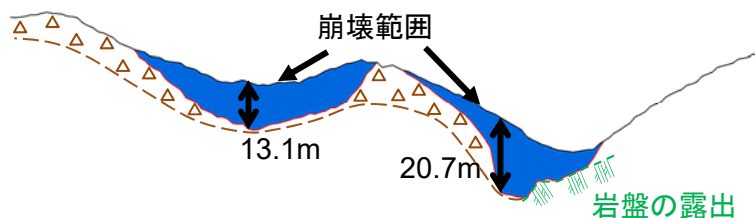
■ 山地における土砂流出対策の検討

○ 山腹斜面の崩壊に加え，溪岸の周氷河堆積物が侵食により多量に流出したのが特徴的であった。今後も土石流等による多量の土砂流出のリスクを有する状況であることから，計画の生産土砂量を精査すべきである。

○ 砂防事業が現在行われていない流域では，今回の出水による土砂流出状況を踏まえて砂防堰堤の必要性を検討すべきである。



ピリカペタヌ沢(戸蔦別川)の土砂流出



ピリカペタヌ沢からは周氷河堆積物が多量に流出し，今後も大規模な流出の恐れがあるため，砂防堰堤整備の検討が必要。

砂防事業が現在行われていない流域
土石流が発生し，下流で氾濫した流域

- ・小林川
- 崩壊面積率が高い流域
- ・美生川
- ・久山川



小林川の土石流

小林川は土石流の発生を踏まえた砂防堰堤整備の検討が必要。



美生川の崩壊地



久山川の崩壊地

美生川や久山川などは崩壊面積率が高いため，土砂流出状況を踏まえて今後の土石流発生についての検討が必要。

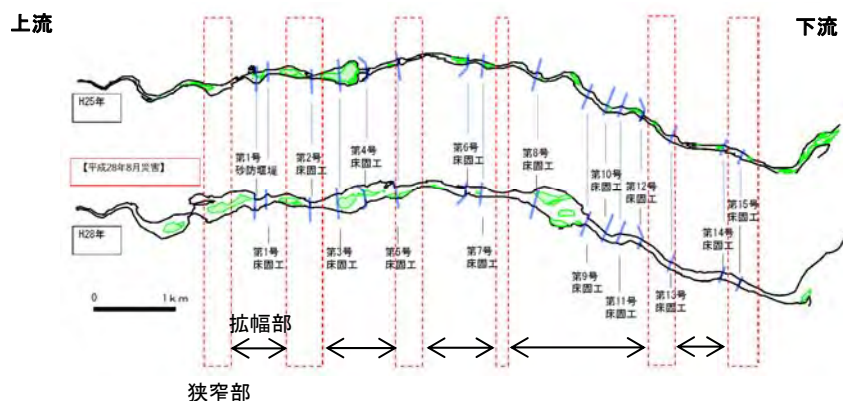
5. 今後の土砂災害の防止に向けた課題とその方向性

■扇状地における土砂管理対策の検討

○扇状地では河道が変化して側岸を侵食したのが特徴的であり、今後の砂防事業の検討にあたっては中流域での土砂生産に対して留意することが重要である。

○引き続き、これまで実施してきた扇状地での砂防事業による河道安定化、土砂調節、河道周辺部での遊砂効果などを詳細に評価することが必要である。

○砂防事業区域にとらわれず土砂生産が想定される範囲を改めて検討する必要がある。



ペケレベツ川扇状地の土砂流下状況



戸蔭別川床固工群の土砂流下状況



芽室川、造林沢川扇状地の土砂流下状況

戸蔭別川床固工群は、土砂流出により床固工の範囲内で河道を拡幅して、高水敷に堆砂させる効果を十分に発揮したと考えられるが、被災した施設もみられることから、計画に対する検証を行い、配置や構造の見直しの必要性を検討すべき。

ペケレベツ川等の扇状地では、溪流保全工が整備されていた区間の側岸侵食が抑制されているが、局所的に侵食されている箇所もみられることから、今回の出水に対する施設効果の検証を行い、配置や構造の見直しの必要性を検討すべき。

5. 今後の土砂災害の防止に向けた課題とその方向性

■ 流木対策の検討

○ 近年、土砂とともに大量の流木が下流へ被害を及ぼす甚大な土砂災害が発生しており、十勝川流域においても流木対策の検討が重要である。

○ 流木対策としては透過型砂防堰堤や既設砂防堰堤の改良などを検討し、実施にあたっては関係機関と情報共有して、連携しながら進めることが重要である。



橋脚付近に大量に堆積した流木
(ペケレベツ川清美橋)



透過型砂防堰堤が流木を捕捉
(ペンケオタソイ川1号堰堤)



中洲に堆積した流木
(戸蔭別川 岩内川合流点付近)



透過型砂防堰堤が流木を捕捉
(戸蔭別川第7号砂防堰堤)



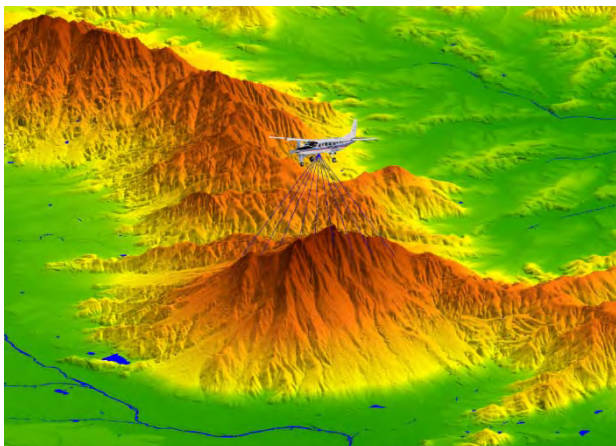
既設砂防堰堤の改良

5. 今後の土砂災害の防止に向けた課題とその方向性

■継続的なモニタリング調査の実施

○出水による土砂流出状況を定量的に把握するには、出水前の現地状況と比較する必要があるため、直近のデータを活用することで経年的な変化による誤差を少なくすることが可能となるため、継続的なモニタリング調査を実施することが重要である。モニタリング調査は、他機関とも連携し、砂防事業に対する優先度も考慮して効果的・効率的に実施すべきである。

土砂動態把握に関する新技術



出典：国土地理院HP
http://www.gsi.go.jp/kankyo/chiri/Laser_index.html

航空レーザー測量



ドローンによる測量

継続的な実施が必要な調査項目(案)

調査目的	調査手法(例)	頻度の目安
土砂移動量の把握	航空レーザー測量 河川横断測量	・5年程度 ・出水後
崩壊地分布の把握	衛星画像による崩壊地判読	・出水後
堆積土砂の粒径把握	河床材料調査	・出水後
流木量の把握	オルソ画像による判読 現地測量	・出水後