

### iii) 各流域の特徴

各流域の特徴を下表にまとめる。

荒砥沢ダムへの土砂流出については、流域①および流域④で危険性があると判断された。ただし、流域④については現在、山腹工、溪間工、地すべり対策工などの緊急性の高い対策が進められている。流域②③については極めて大きな閉塞域であることから土砂流出の危険性はないものと判断される。

従って、流域①を中心に後述の検討を詳細に進めてゆくこととする。

表 2.1.1 各流域の特徴と土砂流出

流域区分	流域面積 (m <sup>2</sup> )		位置	流下方向	荒砥沢ダムへの土砂流出特性
	流域全域	地すべり地内			
流域①	515,845	377,322	頭部滑落崖から右岸側	流域④へ	裸地面積が最も大きく、侵食等による土砂生産が極めて多いため、最も土砂流出の危険性が高い流域となる。窪地が多数分布するため、これらの堆砂効果を検討する必要がある。
流域②	492,204	26,178	左岸側中腹部	流域③へ	裸地部がわずかに分布するのみで、土砂生産が少ない。さらに、流域③へ従属するため、土砂流出の可能性は極めて低い。
流域③	515,335	270,206	左岸側中腹部から擾乱帯	流域④へ	流域全体が大きな窪地状を呈しており、土砂流出の可能性は極めて低い。
流域④	305,117	305,117	地すべり末端部	荒砥沢ダムへ直接流下	流域の半分程度がダムへ直接解放した南向斜面であり、小ブロック化した地すべり、崩壊・侵食等により直接的な土砂流出の恐れが高い。
合計	1,828,501	978,823			

### 【地すべり地内に分布する窪地（湛水池）について】

地すべり地内の各流域には、閉塞した窪地状の凹地形が多数分布し、時間経過と共に窪地は湛水池となり、さらに湛水範囲が拡大してきている。湛水池の拡大は今後、閉塞部の決壊などによる二次災害の危険が高いため、順次仮排水を中心とした対策が進められている。

これら地すべりにより形成された窪地には、湛水と共に流出土砂の流入・堆積が確認され、今後、土砂流出を抑制する働きが見込めるものと考えられる。

ただし、流出土砂の発生源下流側の水系沿いに窪地が位置していることが前提条件となる。この条件下にあって初めて、窪地は流出土砂の堆積貯留域となり、土砂流出の抑制効果を見込むことができる。

ここでは、土砂流出の危険性が高い流域①における窪地（湛水池）の分布状況を再確認する。下図に示すとおり、流域①において確認された窪地（湛水池）は4箇所となっている。このうち、水系上流域に位置する窪地③④は、土砂発生源からの供給が少ないことが現地調査結果からも判明しており、有効性の高い、窪地は①②ということになる。

次ページに流域①の流路縦断面図を示す。

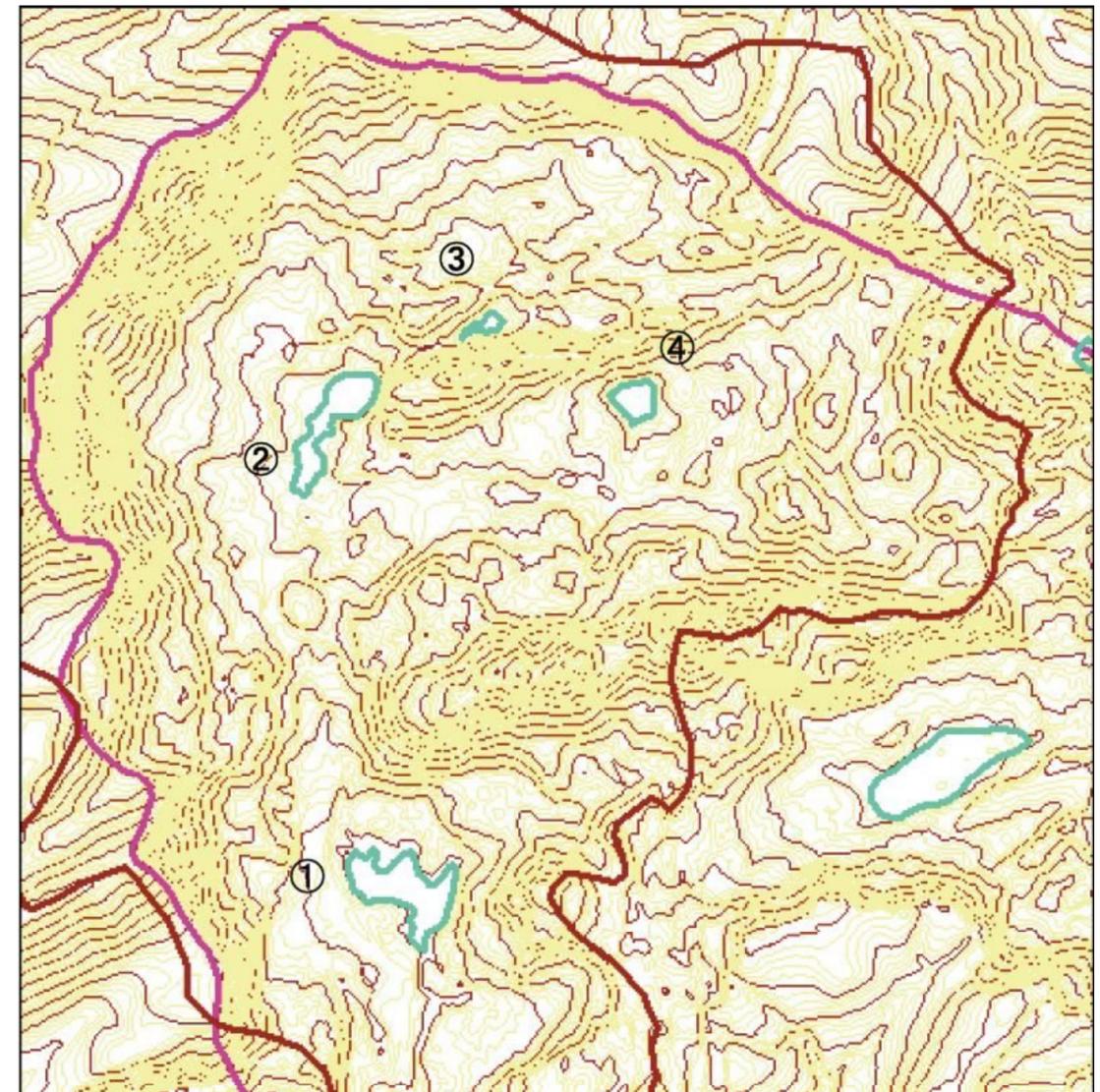


図 2.1.6 流域①における窪地（湛水池）の分布状況

右岸側流路縦断面図（流域①）

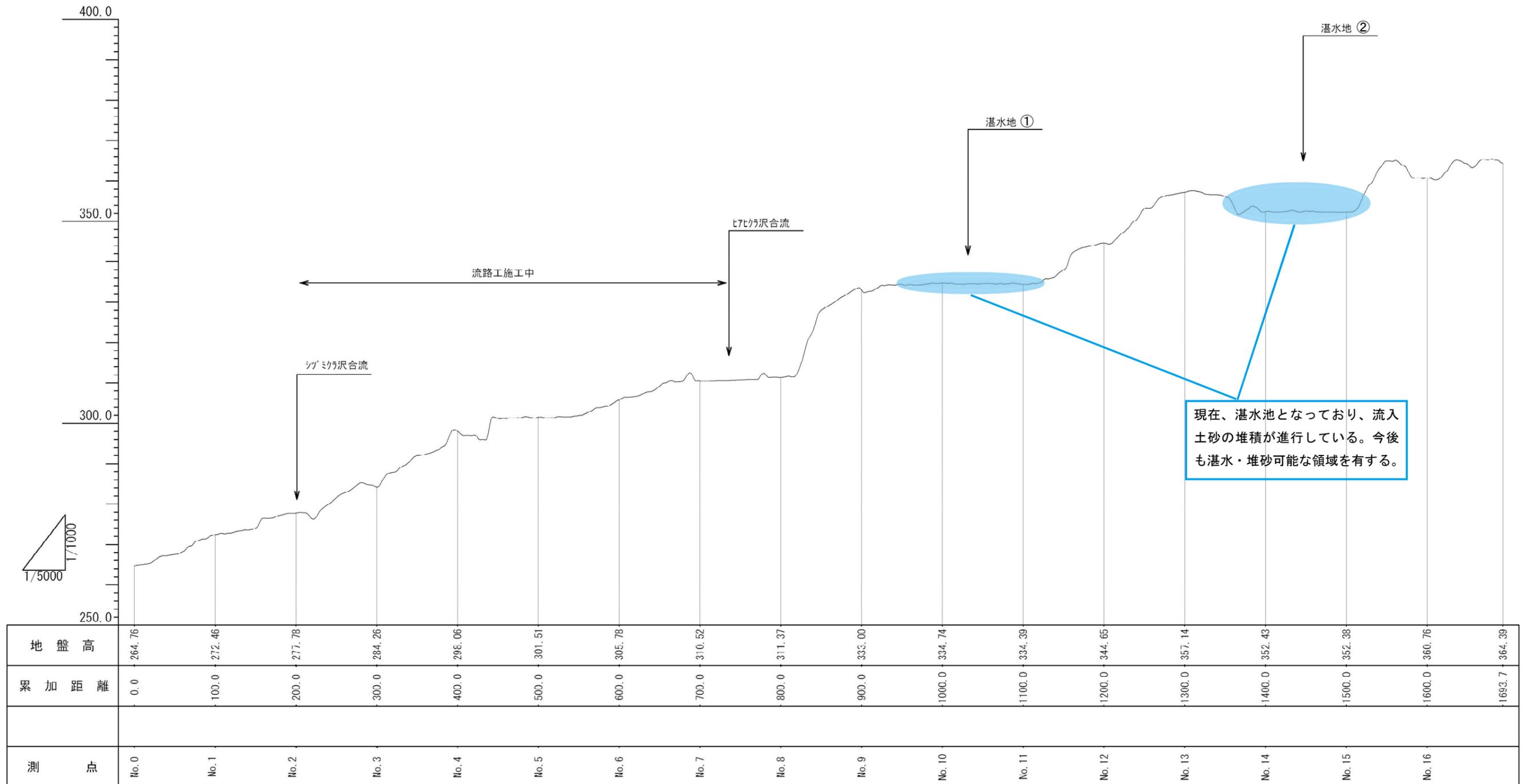


図 2.1.7 右岸側流路縦断面図

### (3) 地形変化と土砂流出の実態

#### i) LPによる地形変化の特徴

時系列LPデータによる高低差の差分から確認されたことを以下にまとめる。

##### a) 2008年6月～7月における地形変化の特徴

- ・差分では約 +5,200m<sup>3</sup> の増加。
- ・特に地すべり冠頭部における変動が大きい。頭部滑落崖における崖面の後退や崩壊・侵食により減少したマイナス分と、堆積した土砂のプラス分がともに著しい。現象は特に頭部右岸側（西側）に集中している。
- ・右岸側流路沿いの下流域において、広範囲にわたる低下が確認される。

##### b) 2008年7月～2009年10月における地形変化の特徴

- ・差分では -75,900m<sup>3</sup> の減少。
- ・特に地すべり末端部での変動が大きく、対策工事の進捗に伴う地形の改変の影響が大きい。
- ・頭部滑落崖直下における土砂の堆積プラス分は引き続き確認されるが、そのボリュームは比較的少なくなっている。
- ・右岸側流路沿いの下流域において、引き続き広範囲にわたる低下が確認される。

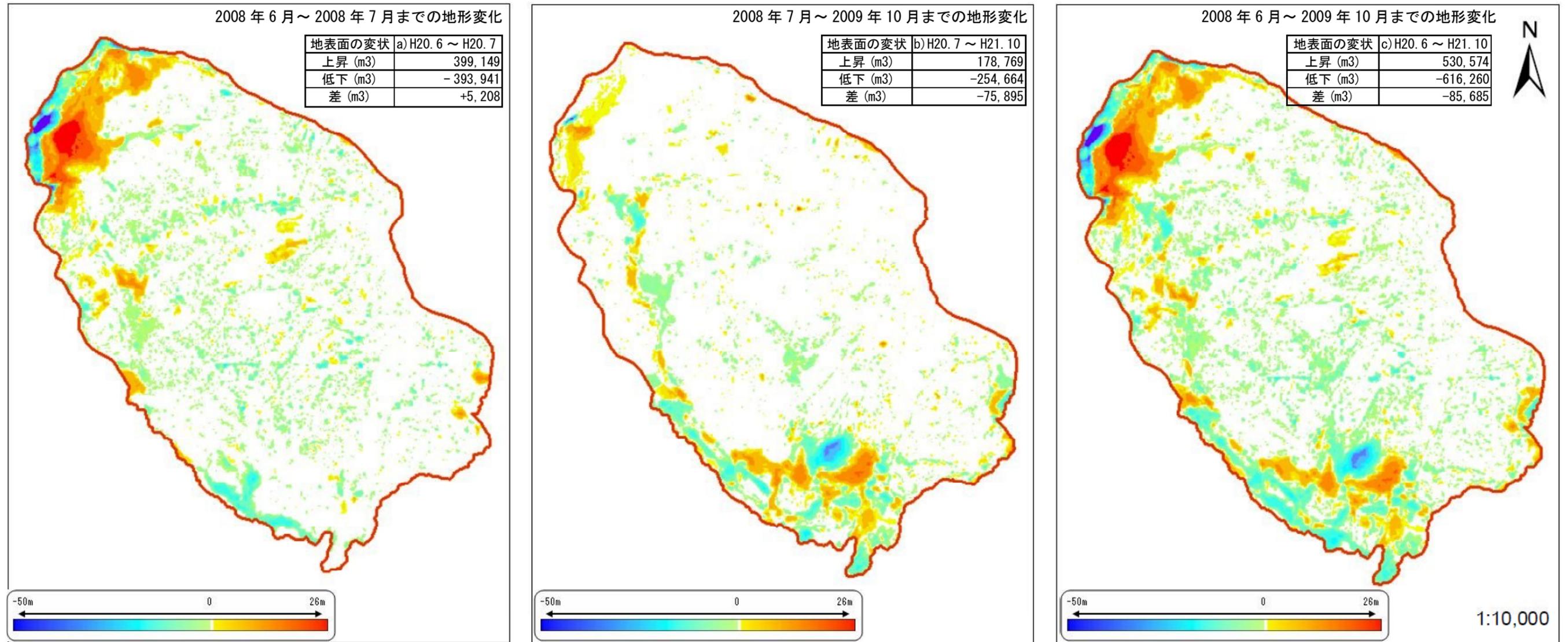


図 2.1.8 LPデータの差分による地形変化

ii) LPによる流域毎の地形変化の特徴

a) 2008年6月～7月における地形変化の特徴

- ・流域①：頭部滑落崖から右岸側では地形の変化が顕著で、地形変化の差分では「+109,300m<sup>3</sup>」増加しており、拡大亀裂にともなう後背斜面の迫り出しと滑落崖の崩壊による土砂供給が大きく影響しているものと考えられる。
- ・流域②③：左岸側のこれらの流域においては大きな地形変化が少ない。差分も比較的少なく、流域の閉塞性が伺える。
- ・流域④：右岸流路沿いで減少が顕著で、堆積土砂が荒砥沢ダムへ流下したためと考えられる。流出したと思われる容量は48,954m<sup>3</sup>に至る。

表 2.1.2 各流域の地形変化

流域	地表面の変状	a)H20.6～	b)H20.7～	c)H20.6～	摘要
		H20.7	H21.10	H21.10	
流域①	上昇	364,252	41,666	391,474	a)の期間の変化が顕著(大部分が滑落崖部)
	低下	-254,952	-40,314	-275,897	
	差	109,300	1,352	115,577	
流域②	上昇	2,644	3,503	4,716	変動少ない 増加分は湛水地の形成と思われる
	低下	-5,211	-232	-3,760	
	差	-2,567	3,272	955	
流域③	上昇	18,093	11,425	21,888	
	低下	-32,101	-20,187	-48,242	
	差	-14,008	-8,762	-26,353	
流域④	上昇	14,160	122,175	112,497	a)の期間で減少大(流路沿い)その後は工事による地表の変化が大きい
	低下	-101,677	-193,932	-288,360	
	差	-87,517	-71,757	-175,864	

b) 2008年7月～2009年10月における地形変化の特徴

- ・流域①：頭部滑落崖から右岸側における地形変化は収束してきている。
- ・流域②③：左岸側のこれらの流域においては大きな地形変化が少ない。差分も比較的少なく、流域の閉塞性が伺える。
- ・流域④：末端部での変化が顕著で、工事の進捗に伴う地形の改変が大きく影響しているものと思われる。右岸側流路沿いの下流域についても同様。

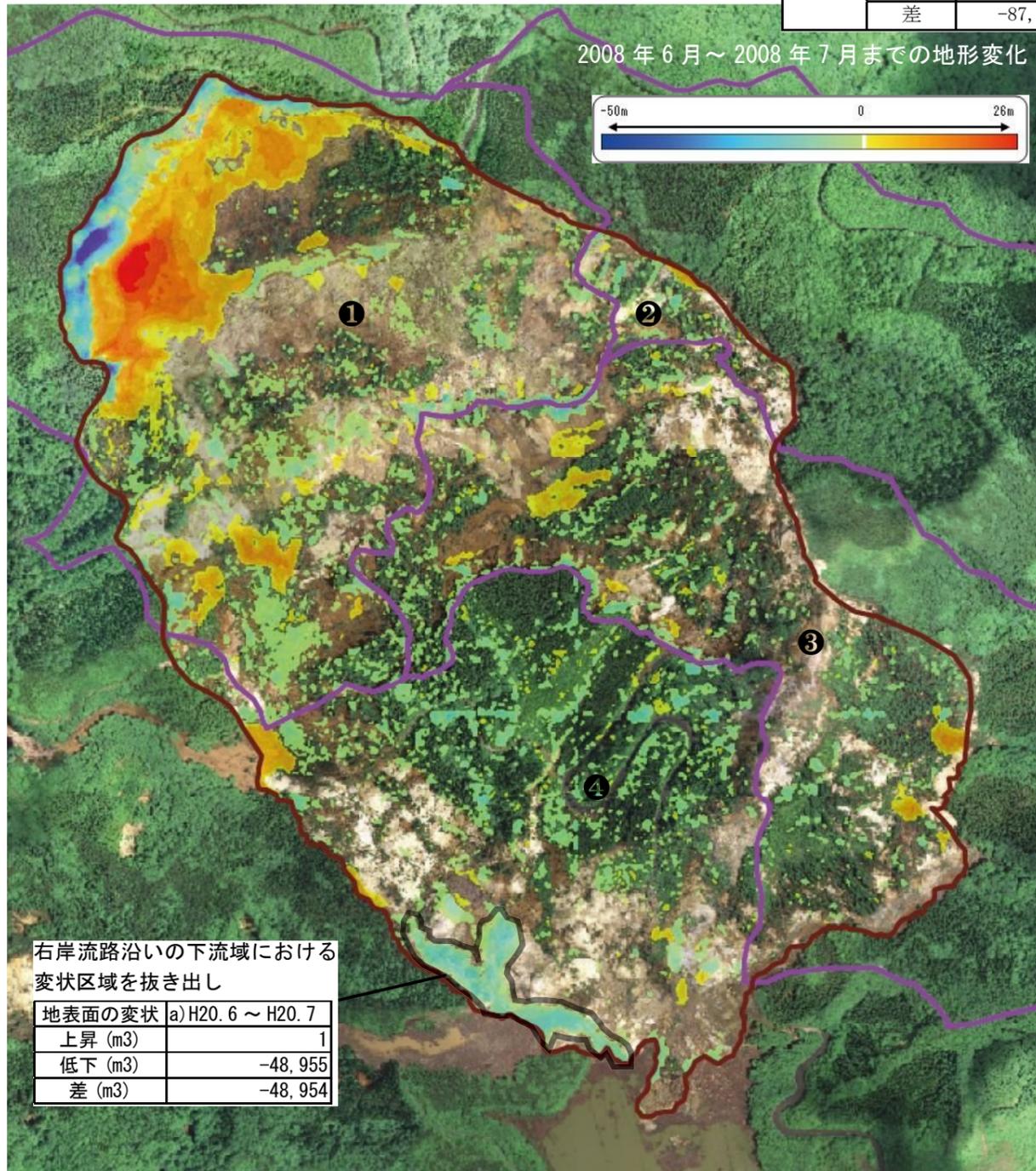


図 2.1.9 LPデータの差分による流域別の地形変化 (2008年6月～7月)

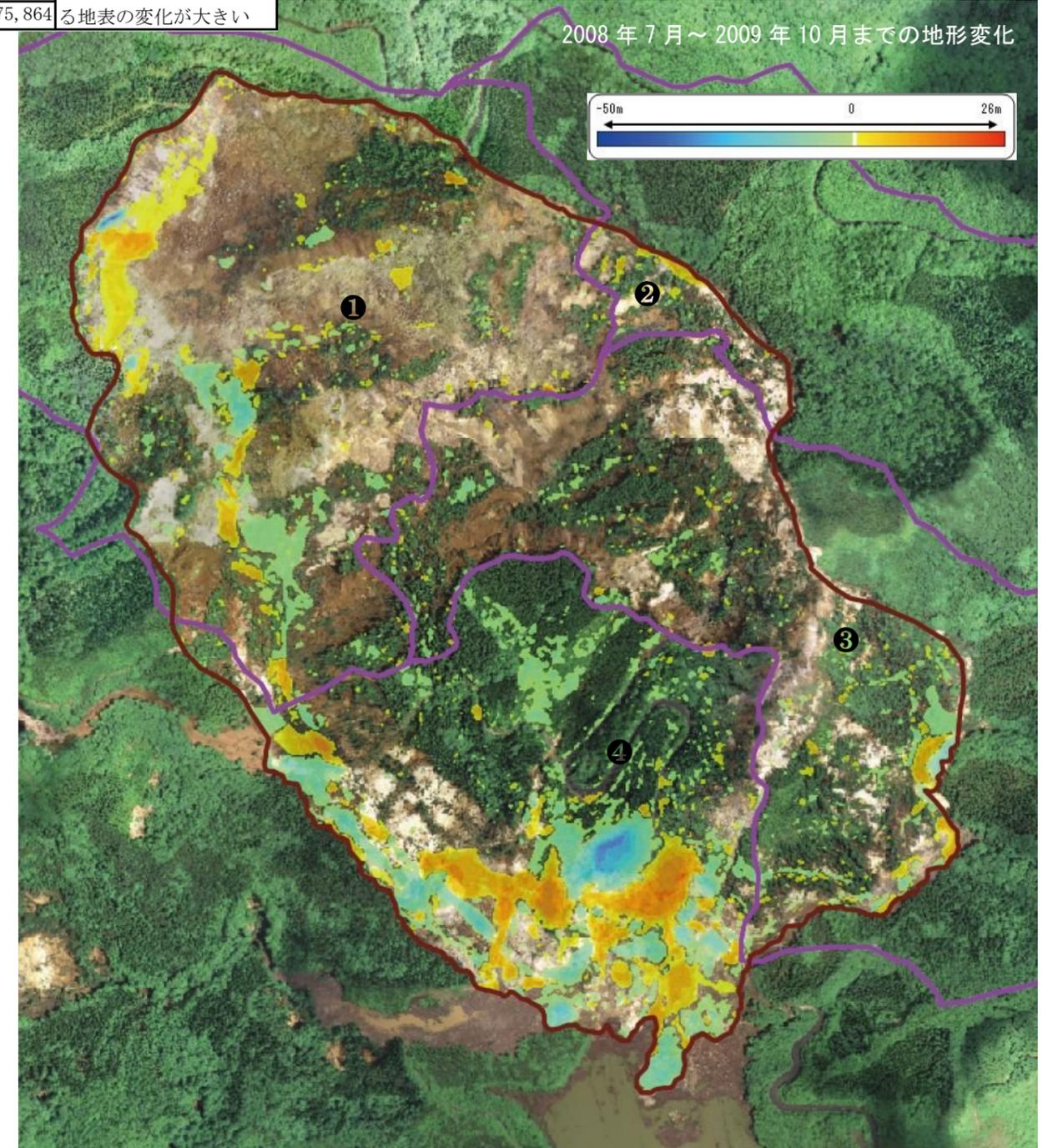


図 2.1.10 LPデータの差分による流域別の地形変化 (2008年7月～2009年10月)

(4) 今後の土砂流出の予想と対策の考え方

i) 侵食土砂量現地調査結果

現地調査結果から得られた、侵食の顕著な急崖部 (≧ 40°) における侵食土砂量の算定結果を以下に示す。  
 これによると流域①における急崖部からの土砂生産が最も顕著で、最大の土砂供給源となっていることがわかる。  
 急崖部の調査対象面積 (平面) 95,897m<sup>2</sup> から面積当たりの土砂生産量を算定すると 292.3m<sup>3</sup> / ha となる。

表 2.1.3 流域①における急崖部 (≧ 40°) における侵食土砂生産量

調査対象崖面の位置 (≧ 40°)	侵食土砂生産量 (m <sup>3</sup> )				
	全域	流域①	流域②	流域③	流域④
頭部滑落崖	589.7	589.7			
第1リッジ北面	172.7	172.7			
第1リッジ南面	336.2	336.2			
第2リッジ北面	1255.6	1255.6			
第2リッジ南面	68.3			68.3	
右側壁部	449.1	449.1			
左側壁部	1.9			1.9	
中間部移動体	144.6			144.6	
末端部	15.4				15.4
合計	3033.5	2803.3	0.0	214.8	15.4

ii) 既存資料による流出土砂量算定

林地開発許可申請等で用いられている一般値を適用した場合について以下に試算する。

<文献値：年間の土砂流出量>

- ・裸地：200-400m<sup>3</sup> / ha (現地調査より顕著な部分で 292.3m<sup>3</sup> / ha となっているため、最小値を採用)
- ・草地：15m<sup>3</sup> / ha
- ・森林：1m<sup>3</sup> / ha

ここでは、DMC 画像データおよび LP データにより算出した植被率を以下のように区分し、対応する地表状態と仮定して試算する。

- ・裸地相当：植被率 0- 10%
- ・草地相当：植被率 10- 70%
- ・森林相当：植被率 70-100%

表 2.1.4 全域における流出土砂量の試算

植被率	地表状態	推定流出土砂量※1					合計
		流出土砂量 m <sup>3</sup> /ha/年	流域① m <sup>3</sup> /年	流域② m <sup>3</sup> /年	流域③ m <sup>3</sup> /年	流域④ m <sup>3</sup> /年	
10%未満	裸地相当	200	4,902.5	152.0	1,792.5	2,308.5	9,155.5
10% - 70%	草地相当	15	128.3	16.8	132.0	93.9	371.1
70% - 100%	森林相当	1	8.5	0.9	9.6	13.2	32.2
計			5,039.4	169.7	1,934.1	2,415.6	9,643.8

試算によると、裸地で最小値の 200m<sup>3</sup> / ha を適用した場合、流域①からは年間 5,039.4m<sup>3</sup> の土砂流出が見込まれることになる。

iii) 土砂流出量の実態と予想

【土砂生産と流出の実態】

- ・流域①の急崖部発生源からは、少なくとも約 2,800m<sup>3</sup> の土砂供給の実態がある。
- ・流域①末端から流域④へかけての右岸流路沿いでは H20.6 ~ 7月で約 49,000m<sup>3</sup> の土砂流出の実態がある。

【今後の土砂流出量の予想】

- ・土砂生産量=土砂流出量とはならないため、現時点では既存資料から得られた土砂流出量を予想値として取り扱うこととする。これによると流域①からは約 5,000m<sup>3</sup> / 年の土砂流出を見込むことになる。

iv) 被災後の自然地形による堆砂・湛水可能なポケット容量の算出

LP データより検出した凹地形の満水時越流標高を基に、堆砂・湛水可能容量を算出した。

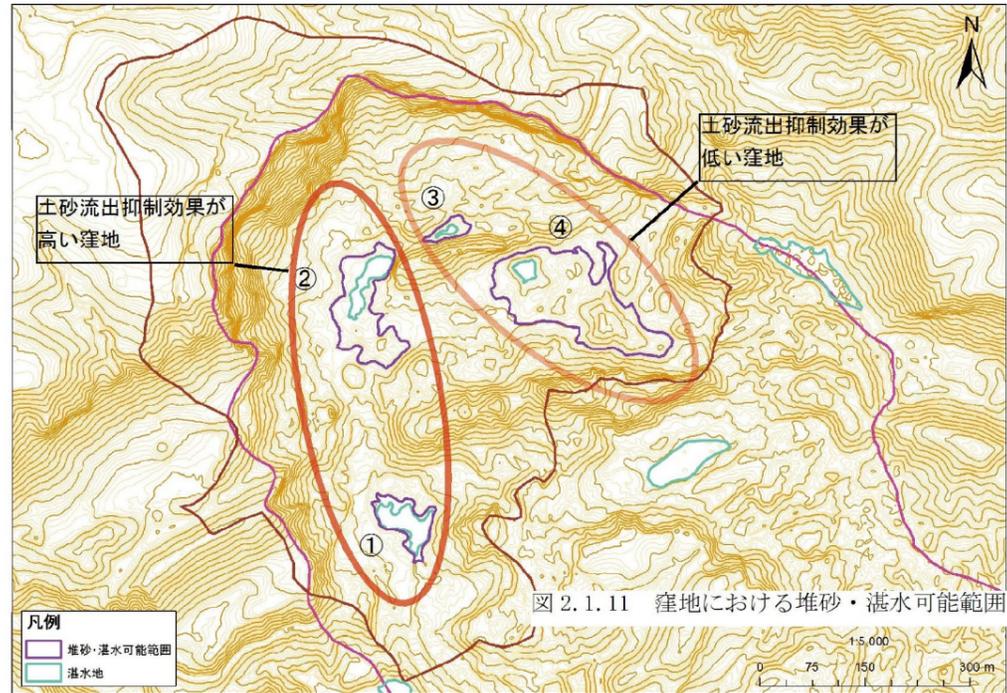


図 2.1.11 窪地における堆砂・湛水可能範囲

a) 2008 年 6 月、湛水池形成前の地形からの堆砂・湛水可能容量

これは空の状態でのポケット容量を示しており、4箇所合計で 132,865m<sup>3</sup> の容量が見込まれる。最大のポケットは最上流の湛水池④ 82,539m<sup>3</sup> となっているが、発生源との位置関係より効果は極めて低い。効果が期待される湛水池①②における当初のポケット容量は合計で 46,126.8m<sup>3</sup> となる。

湛水地	ポケット容量 (m <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	最低標高 (m)	越流標高 (m)	比高 (m)
1	10,966.86	4,504.86	326.60	335.00	8.40
2	35,160.04	11,585.78	347.27	355.00	7.73
3	4,199.43	1,323.85	357.16	365.00	7.84
4	82,538.88	20,118.88	342.90	359.70	16.80
合計	132,865.21	37,533.37			

b) 2009 年 10 月、湛水池形成後の地形からの堆砂・湛水可能容量

これは湛水池形成後のため、湛水面上位のポケット容量を示しており、全域の 4 箇所合計では最低でも 117,682m<sup>3</sup> のポケット容量が見込まれる。

このうち、大きな土砂流出抑制効果が見込まれる湛水池①②の合計は 24,979m<sup>3</sup> となる。

湛水地	ポケット容量 (m <sup>3</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	最低標高 (m)	越流標高 (m)	比高 (m)
1	2,168.52	4,394.12	334.15	335.00	0.85
2	22,810.31	13,906.26	348.39	355.00	6.61
3	3,401.73	1,304.29	360.11	365.00	4.89
4	89,301.00	22,507.52	342.73	359.70	16.97
合計	117,681.56	42,112.19			

【効果の高いポケット容量】

以上の試算結果から、現地形にはかなりの土砂を貯留するポケット容量が潜在していることが判明したが、以下の 2 点から、堆砂・湛水可能なポケット容量として、「湛水池①②を有効なポケット領域」として検討する。

- ・ 土砂生産の発生源が頭部右岸側に集中する。
- ・ 流下経路は右岸側となる。

試算結果より、湛水池①②の合計ポケット容量は、最低でも約 25,000 m<sup>3</sup> と推定され、今後、中長期的に土砂流出を抑制する効果が見込まれる。

v) 荒砥沢地すべりにおける土砂流出の特徴と対策の考え方

- 1) 地形解析による水系図から流域を区分すると 4 流域に区分される。このうちダムへの土砂流出が懸念される流域は、流域①（冠頭部滑落崖から右岸側）および流域④（末端部）である。
- 2) 流域②③は窪地状に閉塞しており、土砂流出の危険性は低い。流域④については、現在、山腹工・流路工等の対策が進められている。
- 3) 流域①については、切土により新たに形成される冠頭部切土法面及び平坦面については別途検討する必要があるが、他の区域については、推定される土砂流出容量と流域内で確認される窪地のポケット容量から、当面の土砂流出対策は見送ることとする。
- 4) ただし、流域④については、
  - ・ 荒砥沢ダムに面していること
  - ・ 流路沿いで浸食が確認されていること
 などから、
  - ・ 土砂流出経路となる流路沿いや人工斜面の早期緑化
  - ・ 急崖を除く裸地面における自然植生の侵入を促進するような緑化工等の導入により、土砂生産および流出量の低減を図る必要がある。
- 5) また、経年的なモニタリングにより、今後の対応について検討を重ねていくことが望ましい。

## 2.2 緑化手法の検討

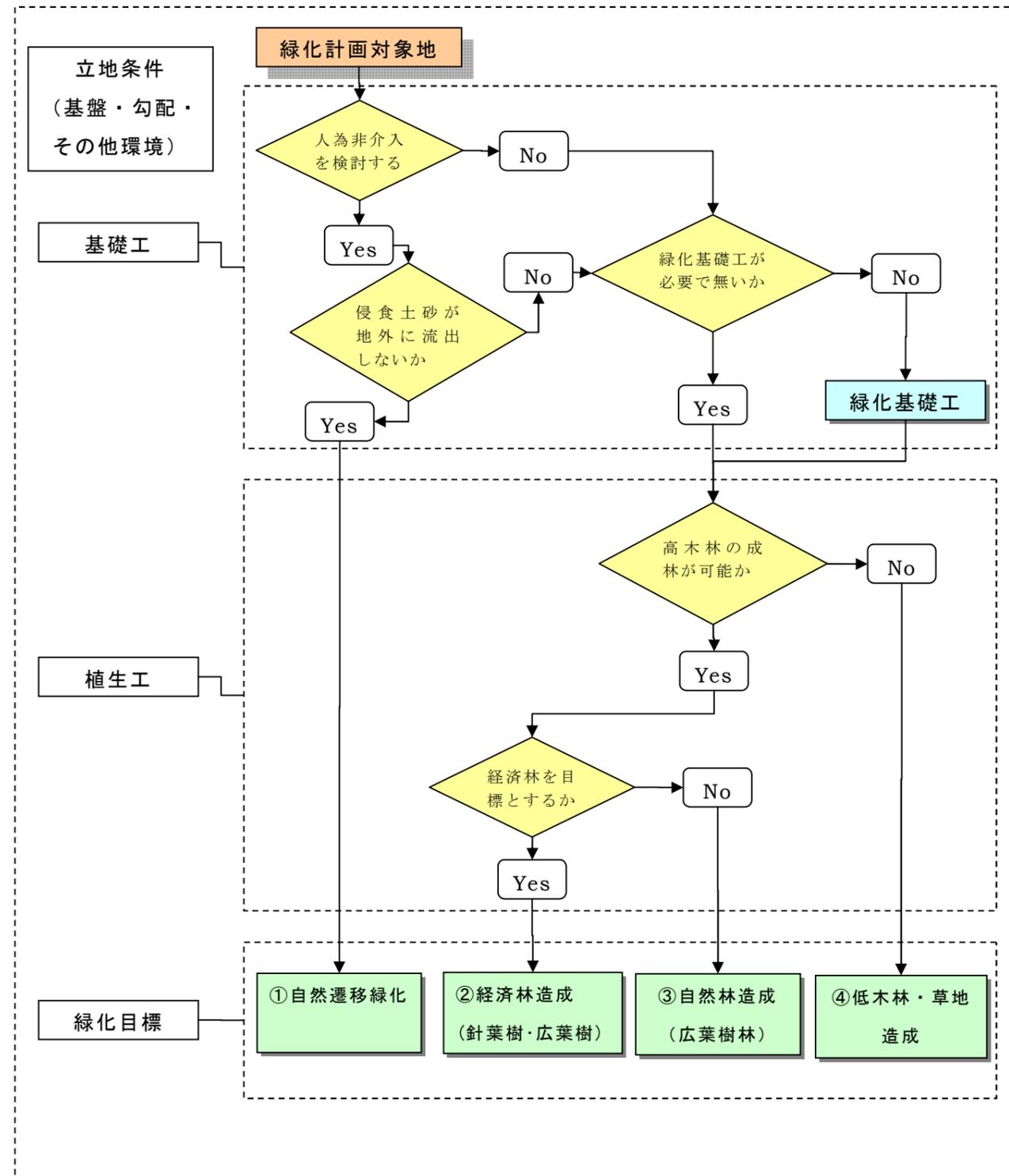


図 2.2.1 荒砥沢地すべり対策における緑化目標選定フロー（案）

表 2.2.1 緑化目標別概要表

緑化目標	適用箇所	緑化工法	導入植物種
①自然遷移緑化	土地利用計画上の要請として、下記のような項目が挙げられる場所。 ・災害記録として現在の地形を残したい。 ・植生遷移などを学習できる場としたい。 ・自然遷移緑化のモニタリング箇所としたい。	自然に放置	なし
②経済林造成	森林経営計画で、収益を目的とした森林に位置づけられる場所。 ・比較的安定した斜面である。 ・土壌養分のある表土が存在するか、土壌改良の可能性はある。	苗木植栽 種子実播	針葉樹(スギ、アカマツ、カラマツなど) 広葉樹(ケヤキ、センノキなど)
③自然林造成	急勾配斜面以外のほとんどの場所で適用可能な目標。	・苗木植栽 ・種子採取 ・種子実播 ・自然侵入種子待受 ・埋土種子活用 ・現地発生材チップ リサイクル利用	針葉樹(アカマツ) 広葉樹(ナラ類、カバノキ科類、 ヤナギ類、その他) 草本類(在来草本種)
④低木林・草地造成	急勾配斜面	・種子採取 ・種子実播 ・自然侵入種子待受 ・埋土種子活用 ・現地発生材チップ リサイクル利用	①緩速緑化が可能な条件の場合 周辺に自生する在来植物種 ②急速緑化が期待される場合 外来牧草類の活用。 または 表土安定工法併用による 在来植物種の活用。

# 緑化工ゾーン区分図

＜応急対策後の切土法面＞  
侵食防止の面から緑化が望ましい。

＜滑落崖～残丘（リッジ）～陥没部裸地＞  
当面は自然の復元に委ね、地形変化・植生遷移、今後の土砂流出状況等のモニタリングを行う

＜流路工沿い法面＞  
・土砂流出に備えて早期緑化を図る。  
・左岸側の崩壊地も対策必要。

緑化工ゾーン凡例		
記号	名称	凡例
1	冠頭部法面（切土）	
2	切土平坦面	
3	冠頭部法面（自然）	
4	残丘急勾配裸地法面 陥没帯巨礫分布緩斜面 樹木傾倒区域	
5	流路工法面	
6	末端盛土法面	
7	樹林地（緑化検討外）	
その他凡例		
	湛水池	
	湧水	
	地震後に作られた道路・作業道	

＜末端ブロック工事区域＞  
ダムに面しており早期緑化が必要

1

2

3

4

5

7

6

表2.2.2 荒砥沢地すべりの緑化工検討表(案)

	緑化工検討が必要となる箇所							
	冠頭部滑落崖	冠頭部切土法面	冠頭部切土平坦面	残丘急勾配裸地法面	陥没部巨礫分布緩斜面	流路工法面	末端盛土法面	樹木傾倒区域
ゾーン区分	③	①	②	④	④	⑤	⑥	④
写真イメージ			—					
侵食の危険性	勾配が1.0.5~1.0.8の急勾配であり、非常に不安定。上部熔結凝灰岩層は不安定岩塊等の崩落が顕著である。また、下部軽石凝灰岩層は多くのリルが発生しており侵食を受けている。また、滑落崖背後からの押し出し(拡大すべり)の影響から、規模の大きな剥離型崩落なども発生している。	勾配が1:1.0で計画されており、非常に不安定な表層。そのため自然遷移植生の活着困難。侵食営力は大きいものとみられる。	裸地ではあるが平坦な仕上げとなるため侵食は発生しにくい。	勾配が1:1.0以上であり非常に不安定な表層。そのため自然遷移植生の活着困難であり、侵食営力が大きい。	緩傾斜であり、常水がある部分以外は侵食の危険性は少ない。しかし、全体に占める面積が割合が大きいと、無視は出来ない。	法面であり勾配が急なため侵食の危険性が高い。特に切土部において顕著である。また、侵食が生じた場合には直接流路工に流入するため保全対象(ダム)へ直接的に流入する。	人為盛土であり、侵食に対しては弱い。	現状では植生があるため侵食の危険性低い。ただし、改植する場合は一時的に裸地化するため侵食の危険性が生じる。面積規模が大きいため要注意。
自然遷移緑化の難易度	困難	困難	中 平坦であるため飛来種子などの活着は容易であるが、土壌硬度が硬い上に土壌養分が貧弱であるため健全な成長を阻害する。	困難	時間が必要 ∵土壌が痩せている 裸地の規模が大きい	中	困難 放置では生育基盤が安定しないため、自然緑化は難しい。	比較的容易
選択可能な緑化目標	④低木林・草地造成 ①自然遷移緑化	④低木林・草地造成 ①自然遷移緑化	①自然遷移緑化 ②経済林造成 ③自然林造成 ④低木林・草地造成	④低木林・草地造成 ③自然林造成 ①自然遷移緑化	①自然遷移緑化 ②経済林造成 ③自然林造成	④低木林・草地造成	④低木林・草地造成	①自然遷移緑化 ②経済林造成 ③自然林造成
緑化目標の選択案	<b>【拡大すべりが鎮静まで】</b> ①自然遷移緑化(植生侵入はあまり期待できない) <b>【拡大すべりの沈静後】</b> ④低木林・草地造成	④低木林・草地造成	③自然林造成	①自然遷移緑化	①自然遷移緑化	<b>【盛土緩傾斜部】</b> ④低木林・草地造成 →自然遷移で高木性自然林へ移行 <b>【切土急傾斜部】</b> ④低木林・草地造成 ●現在施工中	④低木林・草地造成 →自然遷移で高木性自然林へ移行 ●現在施工中	③自然林造成
緑化工法	<b>【拡大すべりの沈静後】</b> 急勾配岩盤に対応した工法 例1. 簡易法枠 +植生基材吹付 例2. 植生基材吹付 +侵食防止資材併用 例3. 植生基材注入マット	急勾配岩盤に対応した工法 例1. 簡易法枠 +植生基材吹付 例2. 植生基材吹付 +侵食防止資材併用 例3. 植生基材注入マット 面積規模があまり大きくないため、対策工事で発生する旧表土に含まれている埋土種子を活用した工法を併用することも考えられる。また、切土工で発生する伐採木をチップにしてリサイクル活用することも可能である。	植栽工(客土、土壌改良併用)			<b>【盛土緩傾斜部】</b> 筋工、伏工を併用 筋工部→ヤナギ類枝条を活用して早期緑化と土砂流出抑制 伏工部→購入在来種を低密度で導入。侵食防止機能の高い伏工を採用し、飛び込み種子で自然林へ移行。 <b>【切土急傾斜部】</b> 比較的切土高さは小さい。 例1. 植生基材吹付 例2. 植生基材吹付 +侵食防止資材併用	盛土斜面緑化工法 例1. 牧草類種子吹付による急速緑化 例2. 植生基材と侵食防止資材を併用し、埋土種子や飛び込み種子に期待した自然林造成。	伐採 + 植栽

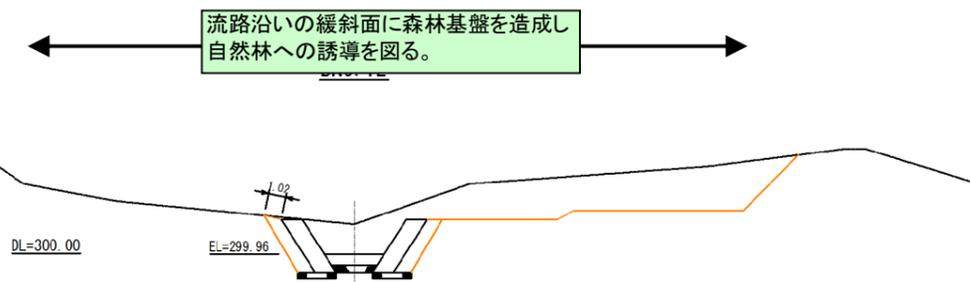


濁沢復旧工事(昭和60年)  
低ダム群を配置し流路を安定化するとともに、木柵等で森林基盤を造成

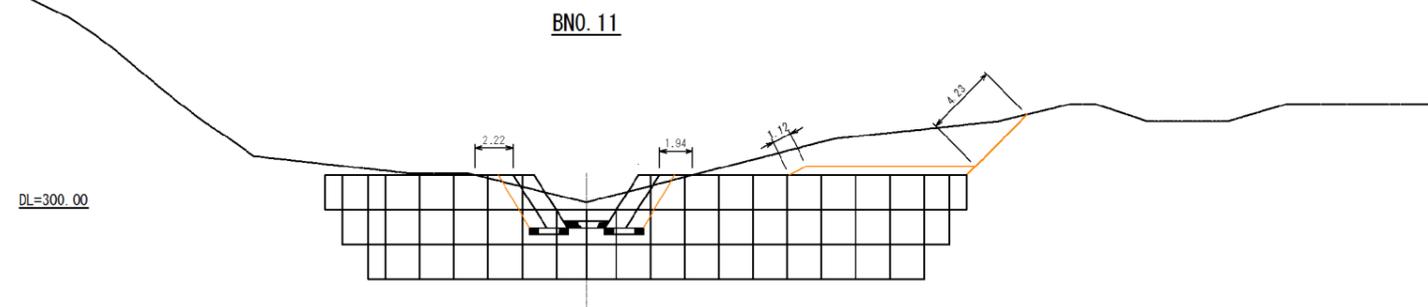


濁沢復旧工事(左が昭和59年, 右が平成20年)  
24年経過し, 安定した混交林に推移

### 流路工断面図



濁沢復旧工事  
流路工沿いに木柵等を設置し, 森林基盤を造成し植栽



### 流路工沿いの緑化イメージ図

(写真は中部森林管理局木曾森林管理署HPより抜粋)