

十勝岳治山事業における流木対策の検証に関する検討会

第3回検討会資料

— 目 次 —

議題 1. 流木対策の基本的な考え方と検討課題	1
議題 2. 流木対策案	6
議題 3. 今後の検討	7
参考資料	8

議題 1. 流木対策の基本的な考え方と検討課題

(1) 基本的な考え方

防災水準を確保しつつ流木対策としての立木伐採の最小化を図ることを基本とする。

(2) 検討課題

第1回、第2回検討会における委員からの御意見等を踏まえて下記①～③の検討課題を設定するとともに、その他の御意見等に対する考え方を整理した。

- ① 白金温泉地区における被災可能性
- ② 既存施設、施設の改良等による流木捕捉ポテンシャル評価
- ③ 砂防事業との連携

〈検討課題として扱うもの〉

御意見	発言者	今後の検討課題
●大正泥流の被害について、白金温泉付近での被害状況の写真はないのか。	横山委員	①白金温泉地区における被災可能性
●保全対象がどのような状態で守られれば守ったということになるのか。		
●白金温泉地区の被害状況や流木の発生源等の情報の収集整理が必要。		
●シミュレーション結果の氾濫区域を見ると保全対象は安全に見える。	山田委員	
⇒流心の中に流れを留めるような形にしており大丈夫と判断している。	中川委員	
	事務局	
●立木が残っていると保全対象としている大雪青年の家などにも氾濫域が増えるのか。	厚井委員	
●シミュレーションの結果を見ると保全対象は安全に見えるが、5～6千m ³ の流木が出てくることが推定されているのであれば、白金温泉地区で何が起きるのか示してほしい。	渋谷委員	
●大正泥流では流動深によりどのような被害の差があったのか分かりやすく示してほしい。		
●流心部や上流部の小径な低木と、泥流緩衝林や遊砂地にある大きなアカエゾマツが流木化することによる被害は異なるという指摘を村上委員から受けている。	事務局	
	厚井委員 村上委員	
●流木が発生した際の、橋梁部のクリアランスが気になる。	山田委員	
●橋梁部に流木が引っかかった場合は道路を伝って、土砂が氾濫する可能性がある。橋梁部を流木が通過しても砂防ダムの堆砂域で堆積しバックウォーターとなり溢れ出る可能性もある。美瑛川へ流下を許すと、どのように流木が流下するのかという検討が必要。		
●お客様や従業員の安全確保という意味で、どのような規模で十勝岳が噴火した場合に、どうなるのか知っておきたい。	西海委員	
●流心部に横断構造物が設置されているが、この機能や目的を教えてください。	厚井委員	②既存施設、施設の改良等による流木捕捉ポテンシャル評価
⇒溪流の浸食防止のみの機能を持った床固工的なもので泥流を待受けて捕捉するような機能は期待していない構造物。	事務局	
●遊水地にもっと入れられるのではないかと、なぜ遊水地に基本的に入れる計画にできなかったのか。	中村委員	
●橋梁部での流木群による閉塞がある場合には上流側での流木対策が必要。緩衝林、遊砂地への誘導が唯一残された方法でシミュレーションで難しい場合は水理模型実験をしないと判断ができない可能性がある。	山田委員	
●流木が出てきたときに逃すという考えになる。そうなると遊砂地の利用について、導流堤の配置計画に疑問があり、見直す必要がある。ただ、シミュレーションは非常に難しく、実験水路を使う形になるのかもしれない。	笠井委員	
●遊砂地の目的が絞り切れていないと感じた。	中川委員	
●氾濫シミュレーションによる水深が低い箇所ではリングネット等の流木対策で流木を捕捉することで、立木伐採量を減らすことができるのではないかと。	厚井委員	
●現場を見たところ、流木対策工を入れることによって流下量を軽減できるように感じる。その配置などを考えなければならないので、ある程度自然と調和することを考えつつ、慎重に色々な方法を検討する必要がある。		

御意見	発言者	今後の検討課題
●治山事業範囲の設定について明確にし、この範囲より上流部からの発生流木量に対する対策を明らかにすべき。	中村委員	③砂防事業との連携
●治山事業範囲内における発生流木量の収支をゼロとする計画でよいのか。		
●治山事業計画において計画基準点（最下流点）での許容流木量があるか。		
●治山事業範囲での流木の収支をゼロにするという考え方ではなく、例えば砂防計画でこの程度の流木量なら許容できるといった資料もあげてほしい。	笠井委員	
●砂防と連携してほしい。	中川委員	（伐採後の管理方針）
●伐採するのであれば、その後の維持管理の計画も併せて提案すべき。	中村委員	
●伐採する必要はないと思う。伐採後の管理が付きまとう。	笠井委員	

（注）：⇒は事務局発言

〈その他の御意見・ご要望に関するもの〉

御質問・御要望	発言者	回答等
●シミュレーションは伐採がない場合のものか、また、発生土砂量やどこが崩壊したなど教えていただきたい。	中川委員	シミュレーションは伐採がない状態で、砂防で出されている投入ハイドログラフに基づき行っている。（山田委員・事務局）
●流木の影響が水の溢れ出しに与える影響は考慮されているのか。	中川委員	計算上は入っておらず、流体力により流心はほぼ全部流出するという評価をしている。（山田委員）
●倒伏限界は胸高直径でやっているのか、遊砂地に流れるものも単木レベルで流木化するという意味か。	中村委員	倒伏限界は胸高直径により、単木単位で検討を行っている。（山田委員・事務局） 第3回目参考資料-1.用語の定義及び解説に明記
●流心の定義を明確にすべき。		
●氾濫シミュレーションは水と土砂による計算であるが、流木を考慮したシミュレーションは未だ技術が確立されていない。その部分で誤解が生じていると思われるため、氾濫シミュレーションについては計算方法や前提条件等を明確に示すのがよい。	厚井委員	第3回目資料議題1.①白金温泉地区における被災可能性に明記
●シミュレーション結果の氾濫区域を見ると保全対象は安全に見えるという委員からの質問は重要なこと。伐採による効果も併せて説明が必要。	村上委員	シミュレーション結果、前提条件、考え方、その結果の評価、被害想定など、次回の検討会で相応の時間で説明する。（山田委員）
●治山事業における全体計画の設定方法や考え方を改めて整理し説明してほしい。また治山の基本的な考え方で、大正泥流規模に対応するのかどうかも明確に示していただきたい。	山田委員 中川委員	
●流木のシミュレーションがない中で議論することに違和感がある。実験なりをして効果や影響を見積もってからやってほしい。	中川委員	流木を考慮したシミュレーションは未だ技術が確立されていないこともあり、実施が困難である。既存の研究内容や実験を組み込むには時間を要することから、次年度以降の詳細設計時に検討することとしたい。
●流木シミュレーションについては現在行われている研究を取り入れていければ良いと思う。	厚井委員	

御質問・御要望	発言者	回答等
●アカエゾマツの一斉更新した集団は非常に貴重な植生であり、できるだけ残せる方向で考えて行くのが適切である。もし伐採するとなると保護林解除が適切であると思う。	渋谷委員	流心部分の全面的な伐採と泥流緩衝林の本数調整伐については、極力回避する考えで議論していきたい。
●保護林については保全もしくは自然のプロセスに任せるべき。	中村委員	
●シミュレーションの結果、なぜ堆積傾向にある箇所について、樹木間伐まで議論しなければならないのか。		
●資料で見た胸高直径40cmという閾値は極めて曖昧なサイズ分布をしていて、なぜ40cm に決めることが出来たんだろうというのが、科学的な根拠としてはわからなかった。		
●緩衝林帯については何も手を付ける必要がない。		
●流心については平常時の治山の目的と泥流時を分けるべき。床固工的な構造物は平常時の治山の目的で作られているのに、その周辺を伐採するのは治山の目的と矛盾する。		
●流心の樹木伐採については維持管理を含めて提案してほしい。いつ来るか分からない大正泥流だけの議論はやめてほしい。		
●履歴が明確な植生というのを守るためにできるだけ自然に委ねる場であってほしい。アカエゾマツの一斉林は生物学的にも重要。	横山委員	
●火山の強酸性の水であり、そこに適応した特殊な生態をもつ生物がいるのではないか。それについて調べた資料があった方が良い。	厚井委員	
●防災上の観点からは火山泥流が発生した際に立木が流木化して被害が発生するのを防ぐ必要がある。伐採によって対策するのが正しいかは別の議論として、慎重に検討が必要。		
●魚類や昆虫層などの動物層のデータを示してほしい。	玉田委員（保護林管理委員会）	
●泥流に対する流木、伐採の効果というものと、普段の大雨や土石流に対するそういったものの影響がどの程度あるのかが気になる。	永澤委員	
●2014年に山体浅部の膨張が少し進行したというところで、噴火警戒レベルを2に上げた。現在は、20世紀に入ってから3回のマグマ噴火のような噴火を起こす兆候はない。	永澤委員	
●2006年から火口の膨張が確認されたが現在は収縮傾向である。一方、二酸化硫黄の噴出量の増加や振子沢斜面での膨張が確認されている。短期的には破壊的な現象は起こる兆候はないが、中長期的には活動が高まっており、長期的には活動的な火山として噴火を起こすポテンシャルあると考えている。	村上委員	
●大正泥流における被害は、富良野川と美瑛川は7:3の割合とされているため、富良野川の被害状況だけをみると判断を誤る可能性があるので注意が必要である。	中川委員	
●噴火口がどこにできるかわからない状態で流心の話までしている。本当に泥流が次に流れるときに、大正泥流と同じ流下経路をとるなんてことが科学的に予測できるのか腑に落ちない。可能であれば他の噴火口の場合もやってもらえれば納得できるので、もしやれるのであればお願いします。	中村委員	十勝岳は、火口域をずらしながら活動しているが、大正噴火と同様な位置で噴火する確率が高いと言える。現在の地形状況から、泥流が多少異なった位置で発生しても、ある所からは大正泥流と同様な流路となると考えられる。（中川委員） ハイドログラフを与えるところからスタートするので、できないことは無いが、やるとなれば別途の検討が必要。今後の検討課題とする。（山田委員）
●十勝岳の火山活動を考えると、山体崩壊と大規模な泥流は1000年に一度くらい。そもそも大正泥流を想定することに無理がある。	中川委員	十勝岳火山避難計画や砂防事業と整合性が取れるように検討していきたい。
●L1,L2の考え方で行くと今回の想定規模はレベル2。100年や50年に1回のレベルとは違う形で防災対策を考えるべきだというのが国の全体の柱。それと整合がとれるように。	中村委員	
●行政で対策を講じる際に意見を言うことができる段階があるか伺っておきたい。観光と結びつけるような段階で機会があれば、意見を申し上げたい。	西海委員	本検討会において、観光と結び付けたご意見をいただきたい。
●「治山事業による植生回復」という表現は不適であり、治山事業以外にも自然回復による部分も多いと考える。	中村委員	治山事業区域における植生の回復状況ということで、修正したい。
●検討会資料に記載された課題のほかに、本検討会で指摘された事項を追加すること。		今後の検討課題については、本検討会で指摘された事項を踏まえて整理する。
●専門外の者が見てもわかりやすい説明資料としてほしい。	渋谷委員	第2回検討会にて対応。
●保護林委員の立場からは、保護林をできるだけ残置させたいと考えており、残せる部分、残せる可能性の高いところはどのようなところか見せてほしい。		

① 白金温泉地区における被災可能性

硫黄橋直下に流下する泥流の最大流動深を推定したところ、桁下 8.0mに達する 8.0mとなった。

このため、樹高 16m以上の立木が流木化すると、橋梁が閉塞し、下流域に氾濫が生じるおそれがある。

そこで、立木伐採の回避を図りつつ、流木化のおそれがある区域から流出する流木を最小化する。

(1)既設治山施設の流木捕捉量の再評価

(2)既設治山施設の改良及び新たな流木対策工による流木捕捉量の検討を行った。

(参考)

A. 2次元氾濫シミュレーション計算条件

・メッシュサイズ

20m×20m

・投入泥流量

基本計画において示されている硫黄沢
標高 800mの土砂及び水とする(表 1. 1)。

土砂；1,770 千m³、水；3,589 千m³

泥流量；5,359 千m³

・最大侵食深

2.0mまで最大侵食が発生し得るものとする。

その他の解析に用いた細部条件について表 1.2 に示す。

表 1. 1. 計画対象流量

表-3.2 美瑛川泥流計画対象量 (実容積, ×10³ m³)

区 分		土 砂			水	合 計	土砂濃度	
		粗粒分	細粒分	計			全体	粗粒分
発 生	供給土砂 融雪水	182	273	455	2,275	2,275	—	—
	計	182	273	455	2,275	2,730	0.167	0.067
侵 食	標高 800 ～1,450m	525	790	1,315	1,314	2,629	0.500	0.200
	硫黄沢標高800m地点 尻無川標高900m地点	707	1,063	1,770	3,589	5,359	0.330	0.132
発 達	表面侵食	0 (111)	166	166	277	443	0.375	0.000
	河道侵食	0 (68)	102	102	170	272	0.375	0.000
	計	0 (179)	268	268	447	715	0.375	0.000
合 計		707	1,331	2,038	4,036	6,074	0.335	0.118
計画対象量		2,050			4,050	6,100	—	—

(出典)：十勝岳（美瑛川および富良野川）火山泥流対策基本計画(案) 概要（平成元年2月）

十勝岳周辺火山泥流対策検討委員会

表 1. 2. 2次元氾濫シミュレーション細部条件

項目	設定	備考
1. 計算次元	2次元	
2. メッシュ格子間隔(m)	20m(17.97m×24.62m)	国土地理院10mDEMを間引いて20m相当とした。 メッシュサイズは計算領域の北端と南端で異なるため平均値を設定した。
4. ハイドロ型	先頭ピーク三角形	ピーク流量4,465m ³ /sec、投入量5,395千m ³
5. 継続時間(hour)	0.67(40分)	
8. 泥流の密度(ρ)	1.32	基本計画による
9. 砂礫の密度(σ)	2.53	平成12年度施行 富良野川砂防工事 大正泥流調査報告書
10.Mannigの粗度係数(n)	0.06	泥流発生前は森林であったことから森林の粗度係数を採用
11.運動量補正係数(β)	1.00	
12.堆積層の土砂濃度(C*)	0.5	土砂：水=1:1として算定。
13.交換層厚(m)	1.0	
14.側岸傾斜角(°)	30°	一般値として入力。
15.掃流砂量式(係数)	MPM式 α=14.0	
16.内部摩擦角	35°	緩い礫混じり砂の内部摩擦角
17.最大侵食深(m)	2.0m	現地調査より
18.粒度分布	20%:0.015cm 20%:0.07cm 20%:2.5cm 20%:6.0cm 20%:9.5cm	平成12年度施行 富良野川砂防工事 大正泥流調査報告書

(参考)

計算条件の元、硫黄橋における計画泥流量発生時のピーク流量及び流下断面について検討する。

B. 硫黄橋におけるピーク流量及び流下断面

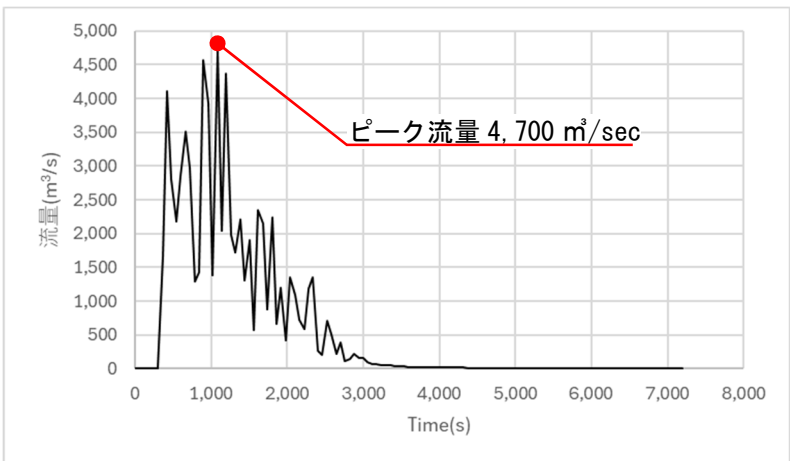


図 1. 1. 計画泥流量発生時における硫黄橋上流側のハイドログラフ

流下断面の計算については、マニング式による。

マニング式：Qk=F・V=F・1/n・R^{2/3}・I^{1/2}

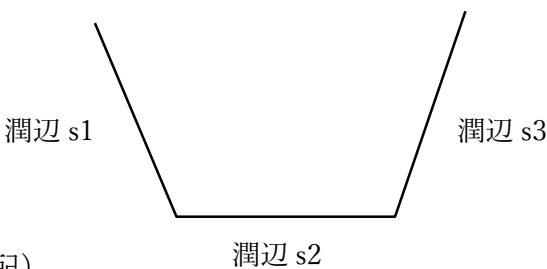
F：流積

V：平均速度

n：粗度係数

R：径深（流積/潤辺）

I：溪床勾配（硫黄橋から上流 200m の平均勾配）



計算条件及び計算結果について以下に示す。

表 1. 3. 硫黄橋流下断面計算条件及び計算結果

	桁下 8. 0m
流積 F	269. 985m ²
粗度係数 n	0. 040
径深(流積 F/潤辺 s)	4. 626
水面勾配 I	6. 3%
ピーク流量 Qmax	4700m ³ /sec
流量 Q	4702. 862m ³ /sec
判定	Q≧Qmax

② 既存施設、施設の改良等による流木捕捉ポテンシャル評価

まず、既設治山施設のうち、ポケット機能を有する施設について、流木捕捉量を再評価したところ、6,694 m³と見込むことができる。

(参考)
流木の捕捉効果は、次の式を参考に算出する。
(1) 透過型治山ダムの場合
 $V_r = V_d \times \beta$
 $V_d = h \times W \times \alpha \times 1.0 / I \times H$
V_r：流木実材積 (m³)
β：流木容積率 (%)
V_d：見かけの捕捉容量 (m³)
h：流木止の高さ (m)
W：流木止上流の湛水幅、あるいは堆砂地の平均幅 (m)
α：堆砂勾配が現溪床勾配の 1/2 の時
α = 2 (計画勾配が現溪床勾配の 1/2)
堆砂勾配が現溪床勾配の 2/3 の時
α = 3 (計画勾配が現溪床勾配の 2/3)
I：流木止上流の現溪床勾配
H：流木止の中央部の現溪床からの高さ (m)
流木容積率 (β) の考え方については、平均的な値として β = 0.2 とする。
(出典)：砂防学会誌 Vol. 50 No. 6 1998. 3
(2) 遮水型治山ダムの場合
遮水型治山ダムの流木容積率 (β) は、既往の捕捉事例によるほか、β = 0.01 ~ 0.02 (土石流区間で 0.02、掃流区間で 0.01) とする。

表 1. 4. 既設治山施設による流木捕捉量

箇所	貯留量(m ³) a	流木容積率β b	理論上の流木捕捉量(m ³) c=a×b	発生流木量(m ³) d	実流木捕捉量(m ³) e=c-d
1号遊砂地	265,000	0.01	2,650	200	2,450
2号遊砂地	179,600	0.01	1,796	100	1,696
3号遊砂地	160,200	0.01	1,602	0	1,602
小計 (遊砂地)			6,048	300	③ 5,748
泥流緩衝林	80,400	0.01	804	400	② 404
21号治山ダム工	32,600	0.01	326	0	326
52号治山ダム工	21,600	0.01	216	0	216
小計 (治山ダム工)			542	0	① 542
合計			7,394	700	6,694

*引用：平成 30 年度十勝岳治山事業全体計画調査（貯留量）
令和 4 年度十勝岳治山事業全体計画（発生流木量）
(注 1)：一部施工中のものを含む。

また、既設治山施設の改良及び新たな流木対策工の検討として、既設導流堤に透過型流木捕捉工を設置した場合の流木捕捉量は、最大で 7,406 m³と見込むことができる。

(参考)

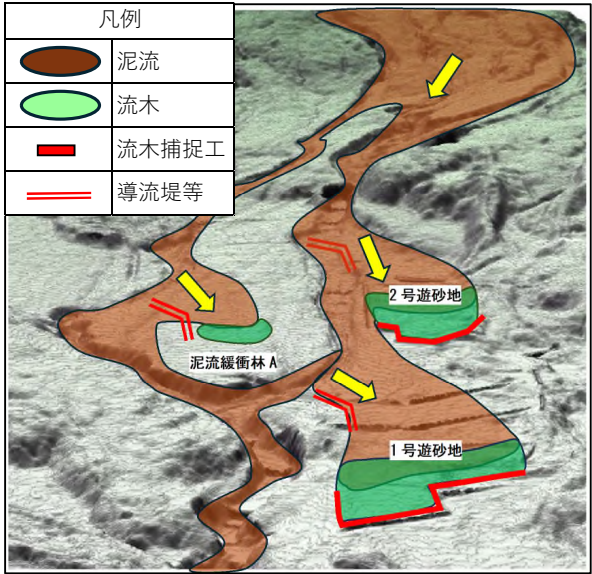


図 1. 2. 既設導流堤に透過型流木捕捉工を設置した場合の流木捕捉イメージ

表 1. 5. 既設導流堤に透過型流木捕捉工を設置した場合に増加する流木捕捉量

箇所	施設	湛水面積(m ²) a	水深(m) b	貯留量(m ³) c=a×b	流木容積率β d	流木捕捉量(m ³) e
1号遊砂地	第1号導流堤	9,378	1.00	9377.59	0.2	1,876
	第2号導流堤	3,443	1.00	3442.91	0.2	689
	第4号導流堤	1,656	1.00	1656.04	0.2	331
	第6,7号導流堤	8,191	1.00	8190.93	0.2	1,638
	第8,9号導流堤	5,748	1.00	5747.75	0.2	1,150
	小計					5,683
2号遊砂地	第1号導流堤	1,167	1.00	1166.62	0.2	233
	第3号導流堤	2,401	1.00	2401.47	0.2	480
	第4号導流堤	3,642	1.00	3641.65	0.2	728
	第5号導流堤	1,403	1.00	1403.31	0.2	281
	小計					1,723
合計						④ 7,406

(注 2)：①～④は、P6 の【流木収支】に対応する。

議題 2. 流木対策案

以上の対策を講じることにより、治山事業範囲において最大 14,100 m³の流木の捕捉が可能となり、治山事業範囲からの流木流出量は 2,439 m³にまで抑制されることが見込まれる。このため、流木化想定区域における立木の伐採を回避しつつ、防災水準を確保することとし、今後詳細設計を詰めていきたい。

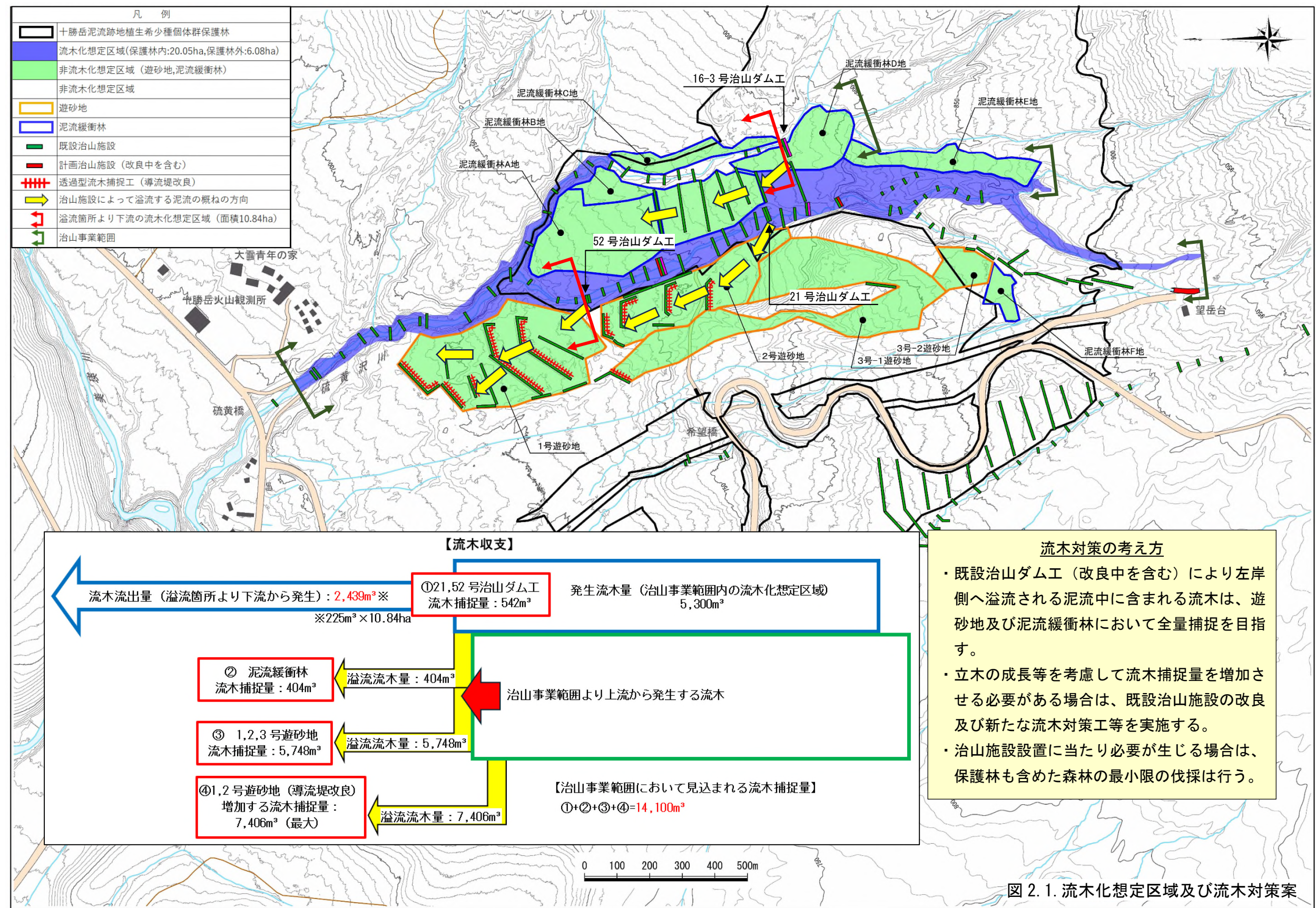


図 2.1. 流木化想定区域及び流木対策案

議題 3. 今後の検討

- ・今後のスケジュール等

参考資料-1. 用語の定義及び解説

本委員会で使用する用語について以下のように定義する。

(1) 流木化

泥流の流体力により倒伏した樹木は、流木となって流出するものと定義する。倒伏は樹木の倒伏限界モーメントが流体力による外力モーメントを下回った場合に発生するものとする。倒伏限界モーメント及び作用外力モーメントは次式で示される。

$$\text{倒伏限界モーメント} = \alpha \cdot D^2 \quad \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

ここで、D：樹木の胸高直径(cm)、α：定数（一般値として2.5とする）

$$\text{作用外力モーメント} = F \cdot Cd \cdot \left(\frac{1}{2}h + x \right) \quad \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

ここで、F：流体力、Cd：杭力係数（円柱：1.17）、h：水深(m)、x：根深(ここでは1m)

＊引用

「財団法人リバーフロント整備センター：河道内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン(案)、1994」

「立木の土石流制御効果と倒伏限界：矢澤ほか、土木技術資料 29-12、1987」

(2) 倒伏限界胸高直径

式(1)、(2)を用いて、泥流の流体力に対する倒伏限界となる胸高直径は次のように算出される。

$$\text{倒伏限界胸高直径} = \left(\frac{1}{\alpha} Mc \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{\alpha} F \cdot Cd \cdot \left(\frac{1}{2}h + x \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

浸食深が根の深さ以上となった場合については、流体力等に関係なく倒伏するものとする。

(3) 流木化想定区域

区域内の樹木の倒伏限界モーメント<作用外力モーメントとなることが想定される区域。

(4) 非流木化想定区域

樹木が存在する(3)以外の区域。流木化した樹木の総材積がその区域の流木捕捉量を下回る場合についても非流木化想定区域とみなす（遊砂地及び泥流緩衝林）。

(5) 遊砂地

硫黄沢左支流を流下する泥流を治山ダムにより強制的に左岸へ溢流させると共に、導流堤によって泥流を誘導し、泥流を捕捉する機能を期待する区域。

(6) 泥流緩衝林

大正泥流発生時の氾濫範囲且つ堆積域において、倒伏しなかった樹木を含む区域を泥流緩衝林として設定し、泥流に含まれる土砂を捕捉する機能を期待している。泥流緩衝林については「緑の砂防ゾーン計画策定指針：昭和 63 年建設省河川局砂防部砂防課」における緑の砂防ゾーンの考え方を参考としている。

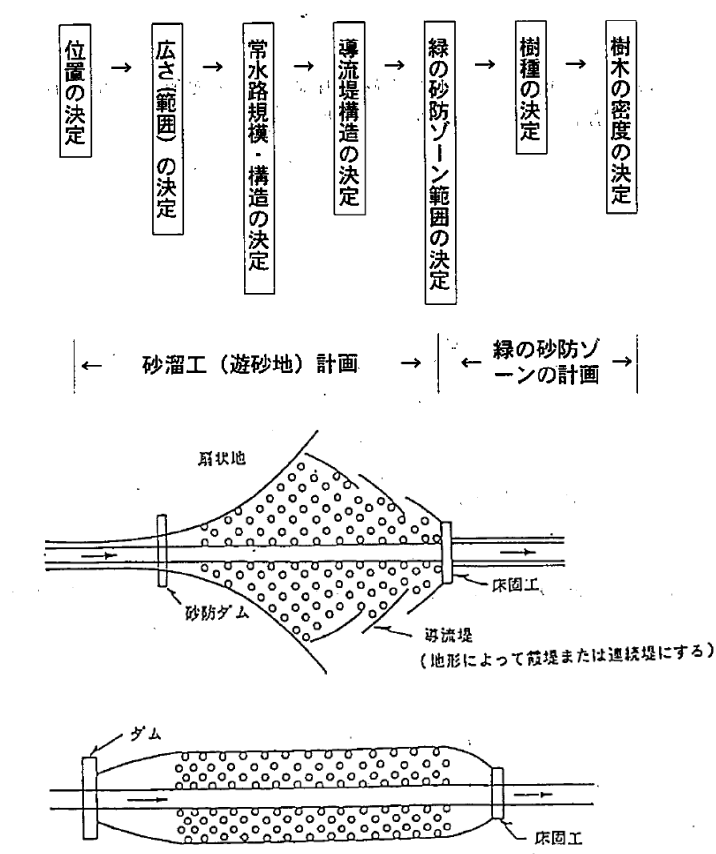


図. 1. 緑の砂防ゾーン計画策定指針：概念図

引用：「緑の砂防ゾーン計画策定指針：昭和 63 年建設省河川局砂防部砂防課」付録-4