

2023年度河川技術に関するシンポジウム

細粒土砂捕捉に配慮した河道内沈砂地の設置の効用と地域に果たした役割



1. はじめに

背景

我が国では、各地で、湖沼の水質・底質等の環境悪化が問題となり、国や地方自治体をはじめ、関係各機関や企業などによる改善に向けた対策、技術開発が進められている。湖沼の底質環境に影響する細粒な土砂（主に浮遊砂）に関しては、発生や流出メカニズムに関する様々な研究及び対策が行われているが、細粒な土砂が通過し易い河道内に着目されることは少ない状況である。

報告内容

本報告は、地域の課題を協働で取組を行うため、河川管理者が、これまでの実践的な河川技術を基に河道内での細粒な土砂を捕捉する施設を設置した効用を報告する。

2. 藻琴湖における現状と課題

藻琴川流域について

位置 : 北海道東部に位置
源流 : 屈斜路火山外輪山北側(標高500m)に連なる成層火山藻琴山(標高999.6m)
延長 : 流路延長L=29.8km
面積 : A=184.1km²
人口 : 約3,000人
関係市町 : 網走市, 大空町
法区分 : 二級河川

流域の基幹産業

農業 : 生産性の高い畑作地帯
主な作物はビート, 小麦, 馬鈴薯
漁業 : 藻琴湖でヤマトシジミ貝, ワカサギ, ニシン, カキ貝等
特にヤマトシジミ(寒シジミ)、カキ貝は, 知名度が高い

流域の特長・課題

特徴 : 河口部の藻琴川は豊かな自然が残されており, 網走国定公園に指定
: 地質の大部分が軽しような火山性土壌で起伏が大きい
課題 : 降雨・融雪時には農地等からの細粒な土砂の流出が多い
: 流出した土砂は藻琴湖に堆積し湖水面積が減少して, 自然環境及び漁業への影響が懸念

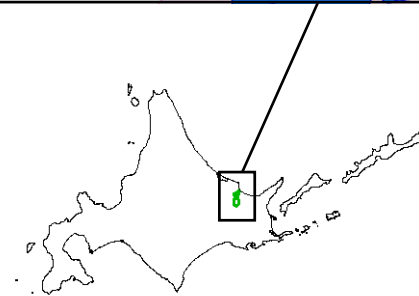
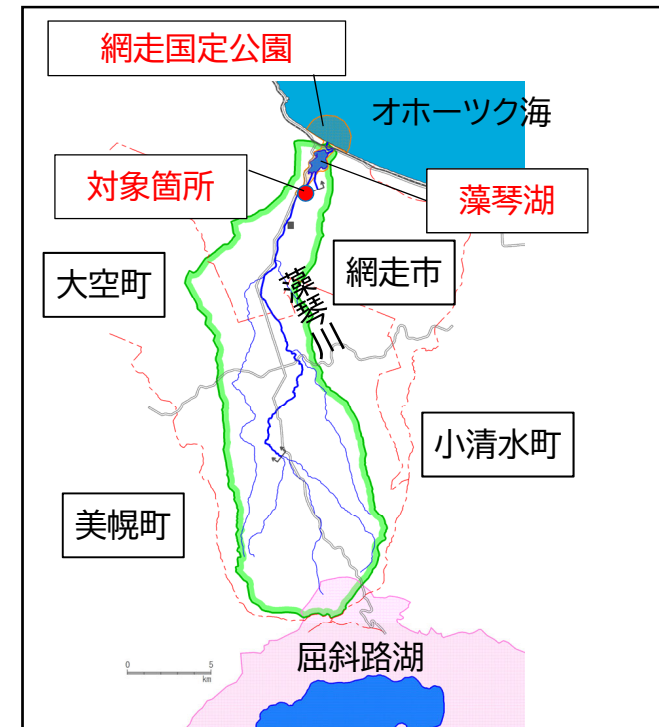
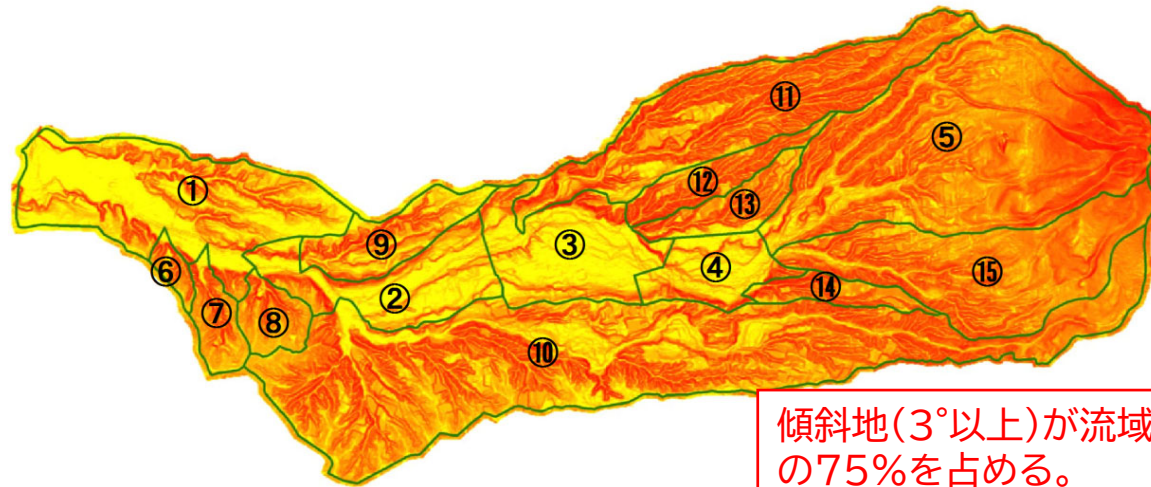


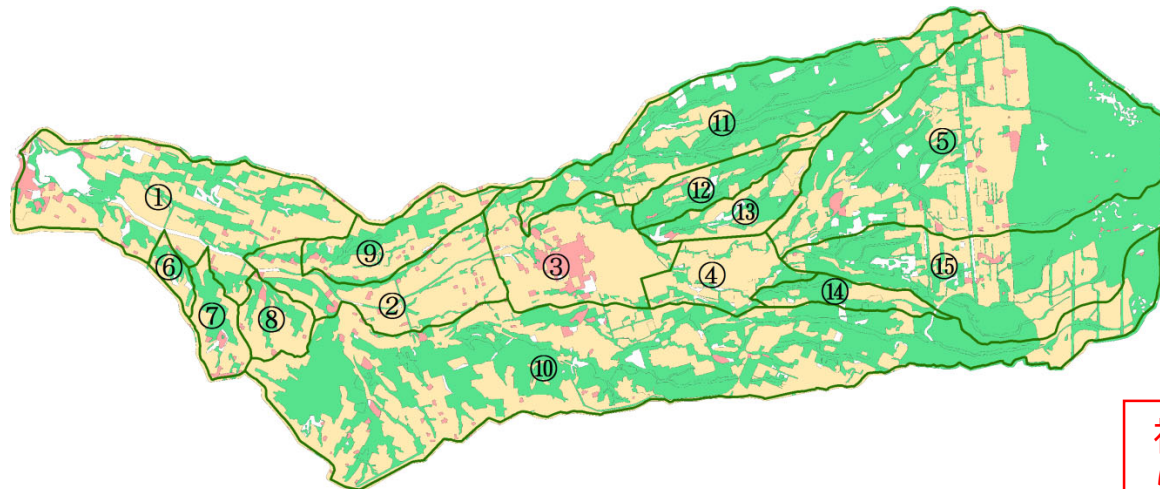
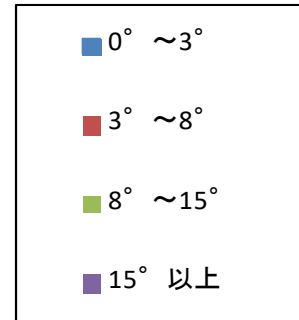
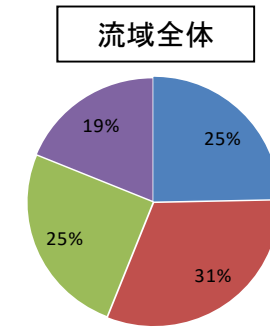
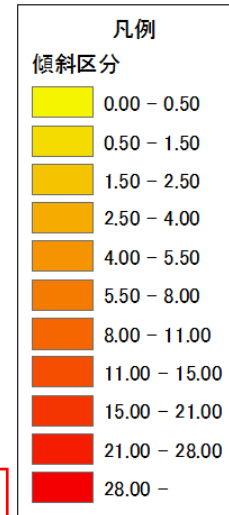
図-1 藻琴川流域と藻琴湖位置図

2. 藻琴湖における現状と課題

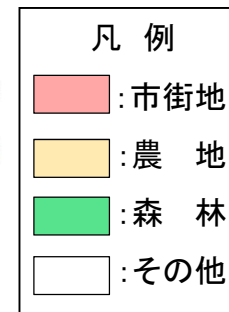
流域の特長



傾斜区分流域図



傾斜区分流域図



2. 藻琴湖における現状と課題

藻琴湖の堆積状況

◎藻琴湖の堆積状況

平成3年から平成23年の深浅測量結果

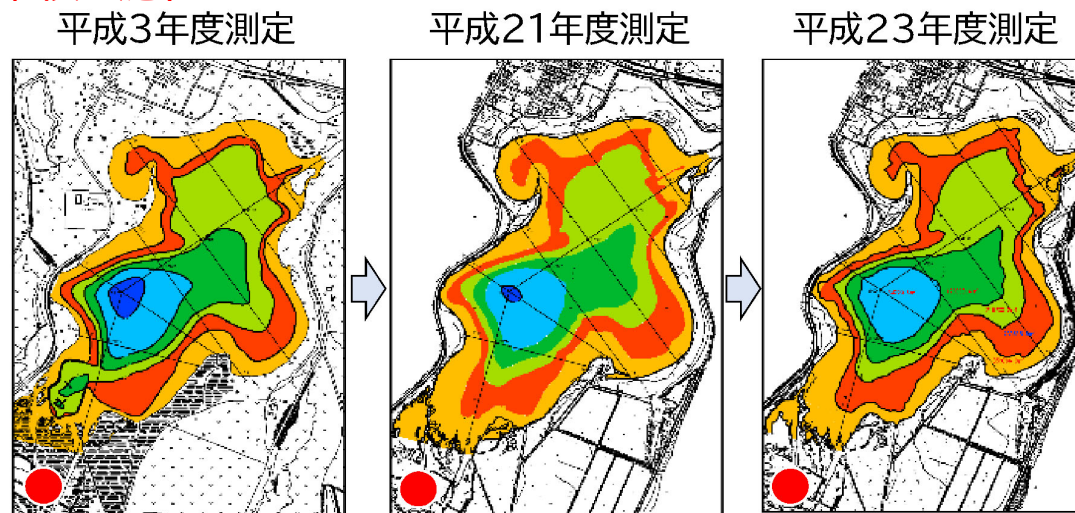
堆積量 : 8.5万m³

年平均堆積量 : 4,200m³/年

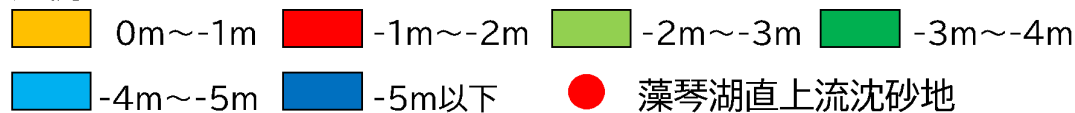
◎傾向

湖心付近の水深は浅化傾向

細粒な土砂が堆積し泥化



凡例



堆積土砂量 1991(H3)~2011(H23)

合計 84.6千m³ 平均 4.2千m³/年

図-2 藻琴湖面積変化

2. 藻琴湖における現状と課題

藻琴湖を含む流域の粒度組成

◎流域の粒度組成

藻琴湖

- ・中央部に細粒な土砂が堆積

藻琴湖直上流沈砂地

- ・大部分が粗粒土砂

藻琴川

- ・主に粗粒土砂で構成
- ・細粒土砂が10%程度

背後地

- ・細粒土砂と粗粒土砂割合は半々
- ・浮遊土砂の約90%が0.075mm以下のシルト成分

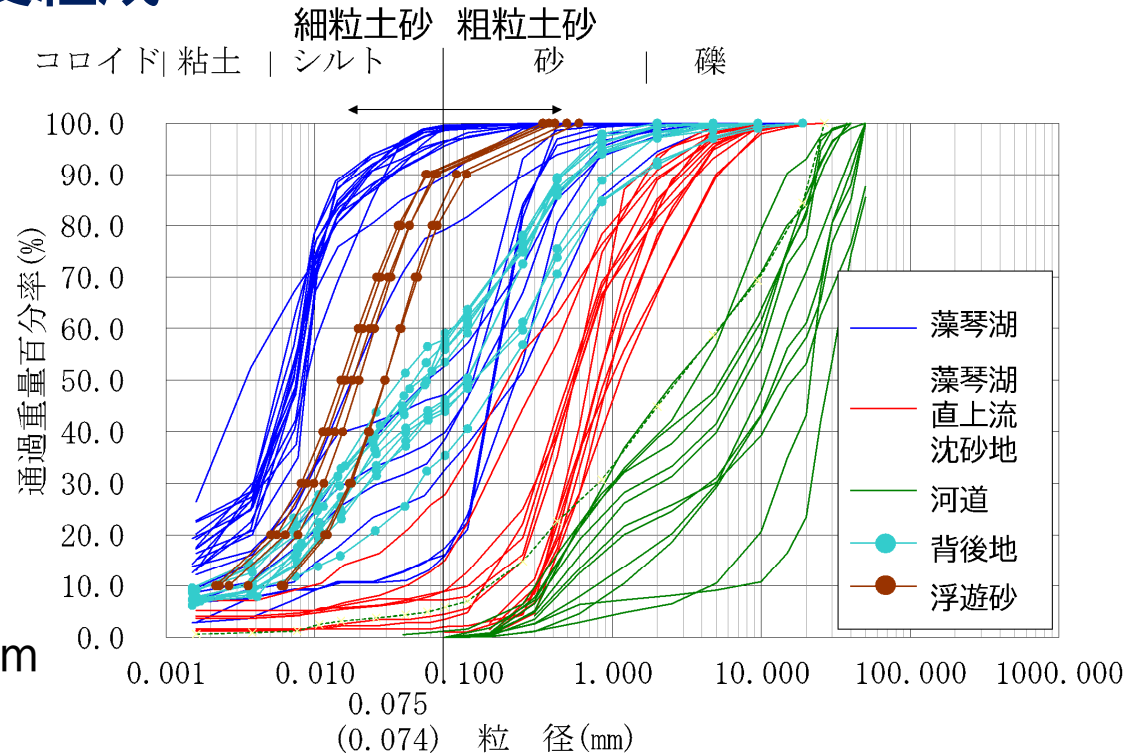


図-3 藻琴川流域土砂粒度分布図

◎粒度組成から、下記のような状況と推察

浮遊土砂(細粒な土砂)

： 大部分は直接藻琴湖に流下している

藻琴湖直上流沈砂地で捕捉した土砂

： 粗粒な土砂割合が多く、細粒土砂の割合が2割程度
藻琴湖の環境変化の課題である細粒土砂の捕捉に対し効果が少ない

以下、細粒な土砂の粒度組成0.075mm以下のシルト成分を「細粒土砂」と示す

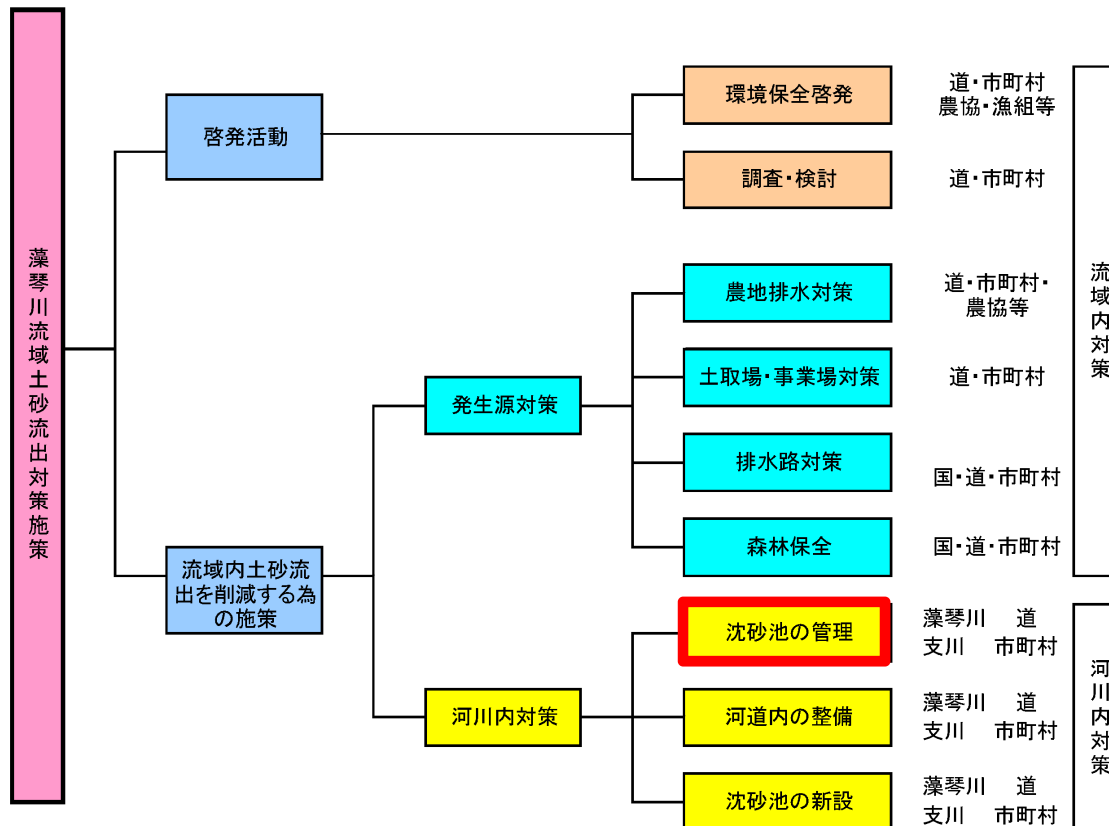
2. 藻琴湖における現状と課題

藻琴川環境保全対策連絡協議会

目的： 総合的な環境保全対策及び藻琴湖の環境保全を図り、北海道・網走市・大空町・農業・漁業関係者が一体となって諸対策を協働で実施する

土砂対策の課題： 流域における土砂流出対策の効果が現れるには長期間かかると想定
藻琴湖直上流の沈砂地は、浚渫費用及び細粒土砂捕捉率に課題

土砂対策の内容：



2. 藻琴湖における現状と課題

藻琴川技術検討会の設置と取り組み

設置目的: 河道内での効果的な細粒土砂の捕捉

- 取り組み方針:
- ・河川や環境の専門家及び地域の関係者が協働で実施
 - ・藻琴川環境保全対策連絡協議会と連携し総合的な環境保全対策及び藻琴湖の環境保全を行う

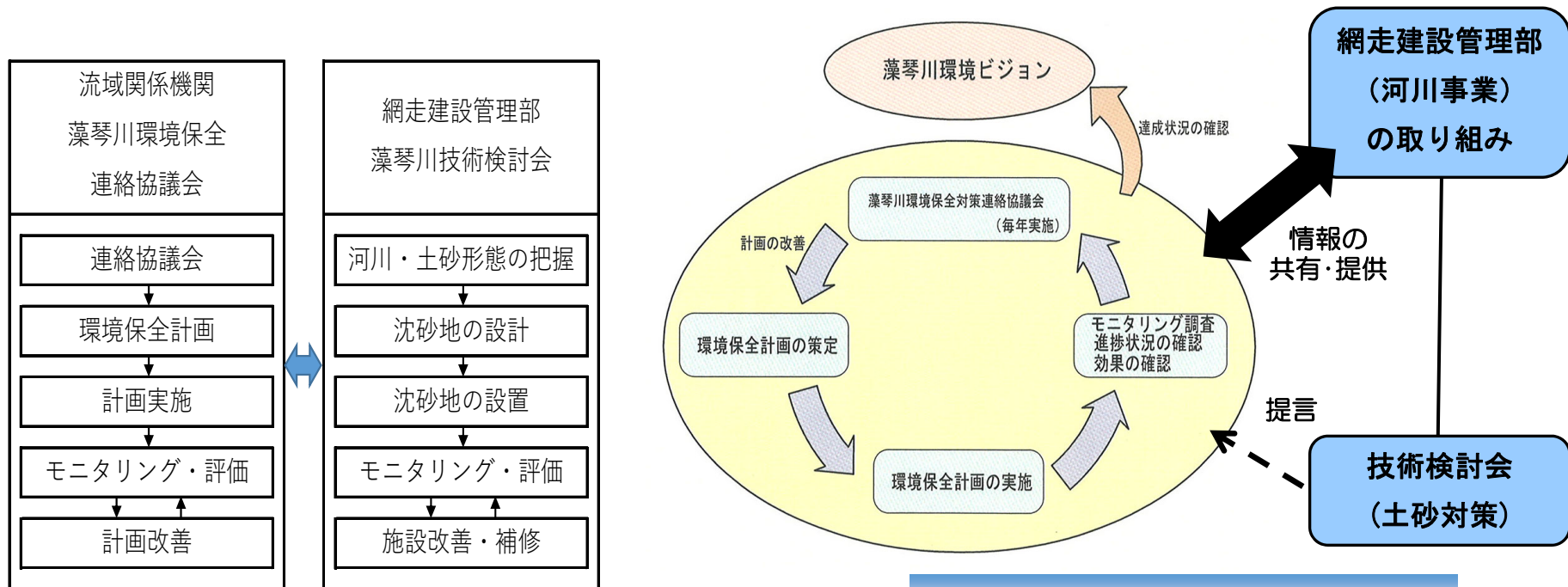


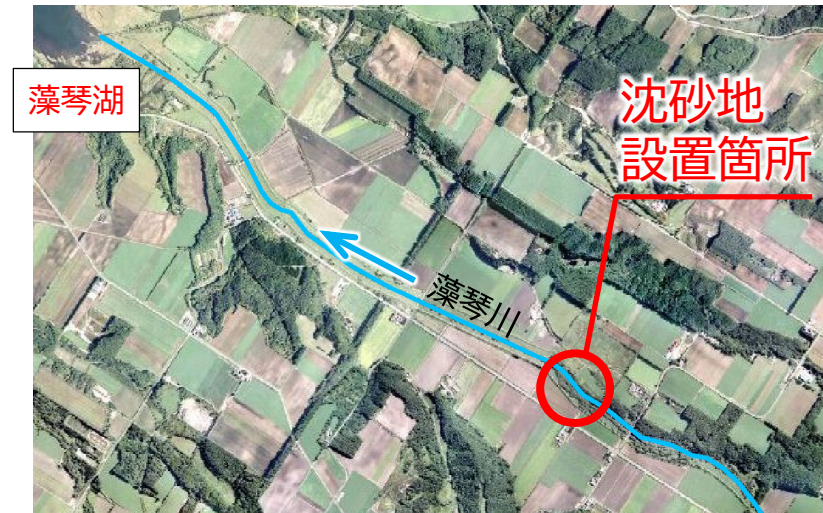
図-4 藻琴川環境変化対策図

「平成17年8月 藻琴川環境ビジョン (藻琴川環境保全対策連絡協議会)」より

3. 沈砂地の設計

(1) 設置目的

- ◎ 河道内を流下する**細粒土砂**を捕捉し湖に流入する土砂を**軽減**
- ◎ **多自然川づくり**等土木技術を十分に活用し, 地域に貢献



(2) 設計上の留意点

- a) 設置箇所の現状
 - ・一次改修により**低水路が直線化**
 - ・川幅70mで高水敷幅が狭い
 - ・**細粒土砂が通過し易い箇所**
- b) 技術的な留意点
 - ・沈砂地内に流水を引き込み, **流速を低減・滞留**
 - ・**多自然川づくり**に配慮
 - ・**低コスト**で**維持可能な施設**

c) 河川の流況等諸元

表-1 河道諸元一覧表

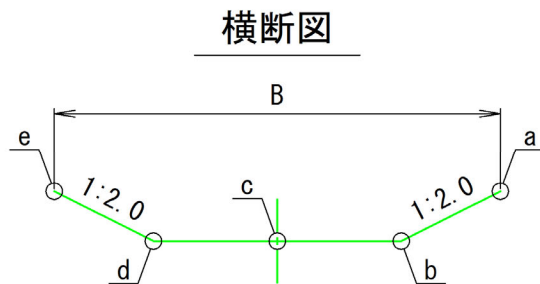
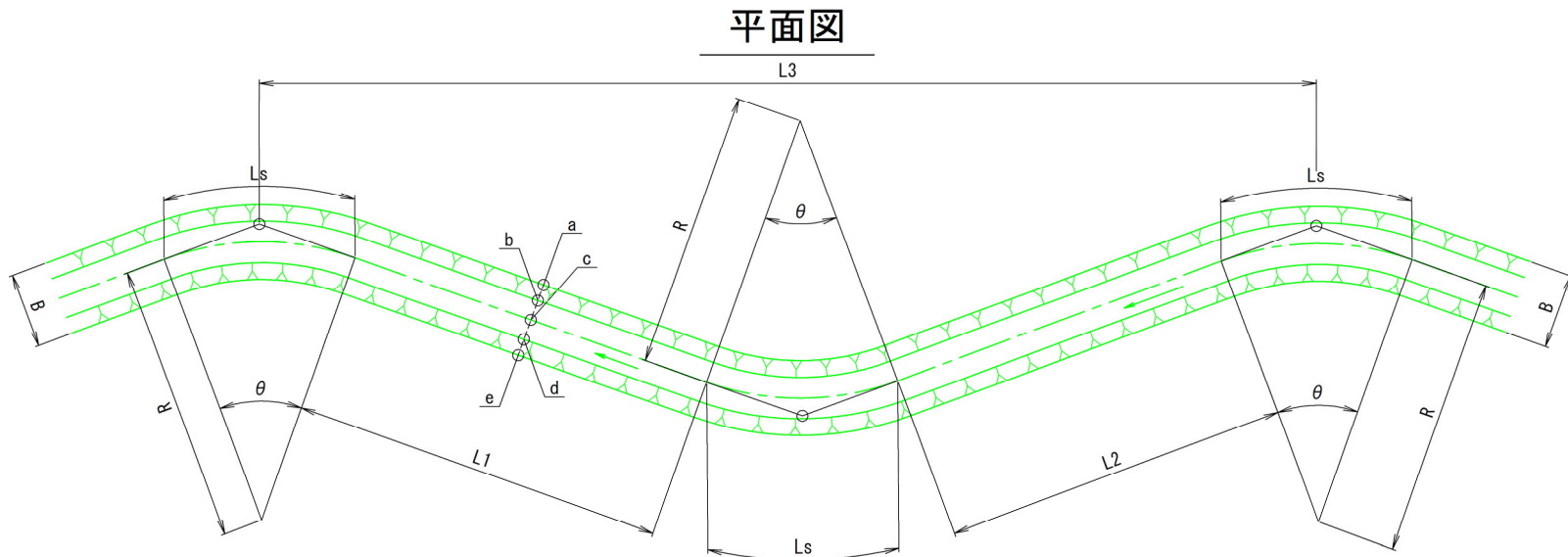
計画流量	150 m ³ /s
平均年最大流量	47m ³ /s
融雪期最大流量	16m ³ /s
融雪期平均流量	9m ³ /s
豊水流量	6m ³ /s
平水流量	5m ³ /s
セグメント区分	セグメント2-2
中規模河床形態	単列砂州発生領域
河床勾配	1/1200
代表粒径 d _R	7mm
粗度係数 n(低水路)	0.03
粗度係数 n(高水敷)	0.035
計法定規断面	図-6 参照

3. 沈砂地の設計

(3) 設置位置

条件① 低水路法線設定の考え方

低水路法線は、既存知見(千田による簡易作図法) から、河道内の「水と土砂の動き」を想定し低水路の蛇行化を図るよう設定



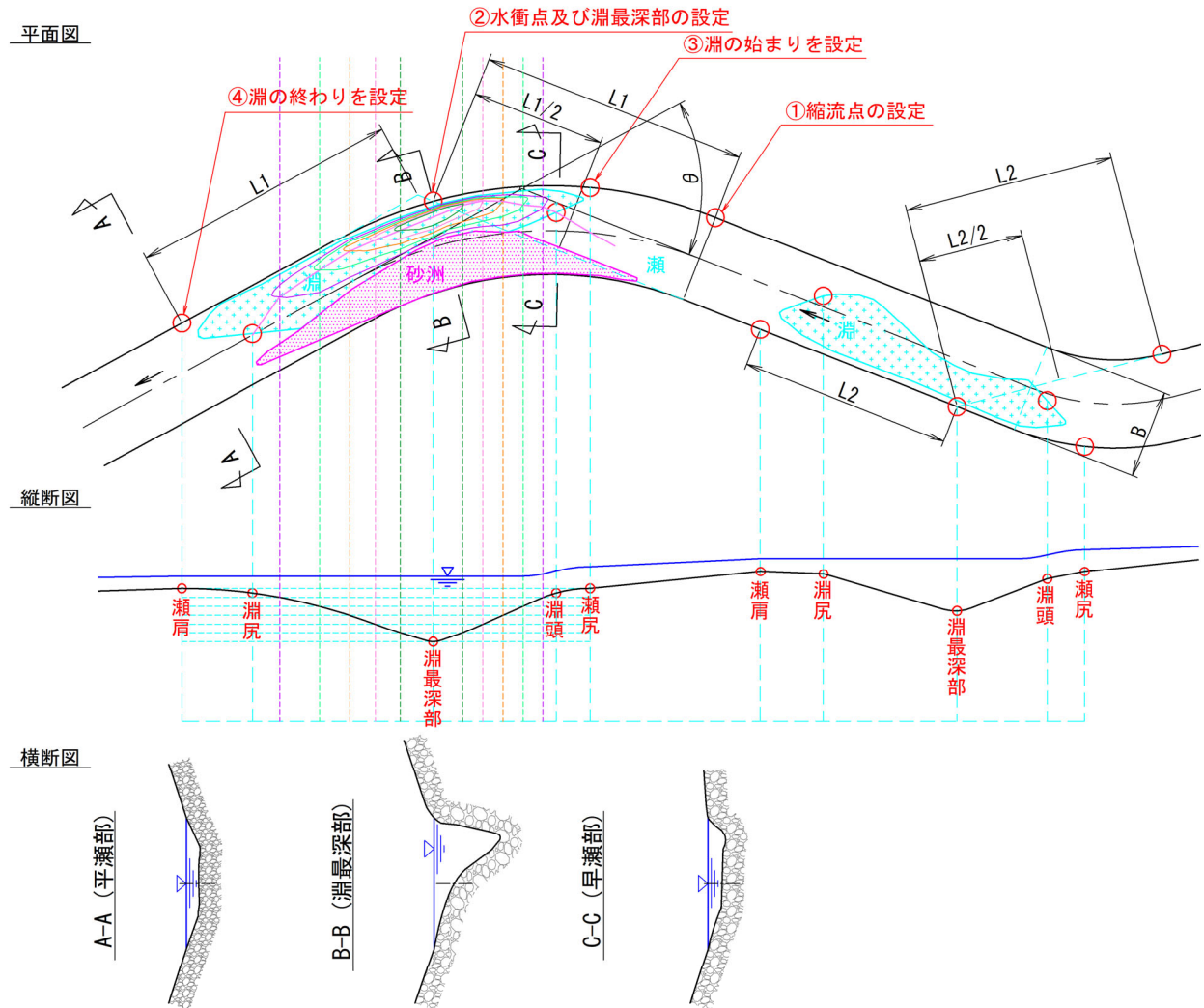
- (1) 蛇行半径 : $R = 2B \sim 6B$
- (2) 曲がり角度 : $\theta \geq 20$
- (3) 曲線水路長 : $L_s \leq 7B$
- (4) 直線水路長 : $L_c \geq 3B$ ($L_c = (L_1 + L_2) / 2$)
- (5) 蛇行波長 : $L_3 = 5B \sim 15B$

3. 沈砂地の設計

(3) 設置位置

条件② 瀬・淵・砂州が維持可能な線形設定の考え方

低水路法線は、既存知見(砂レキ堆の位置が安定化する流路形状)から、瀬・淵・砂州が維持可能となるよう設定



3. 沈砂地の設計

(3) 設置位置

a) 低水路法線

$$R/B = 60\text{m}/12\text{m} = 5$$

$$\text{湾曲角度 } \theta = 50^\circ$$

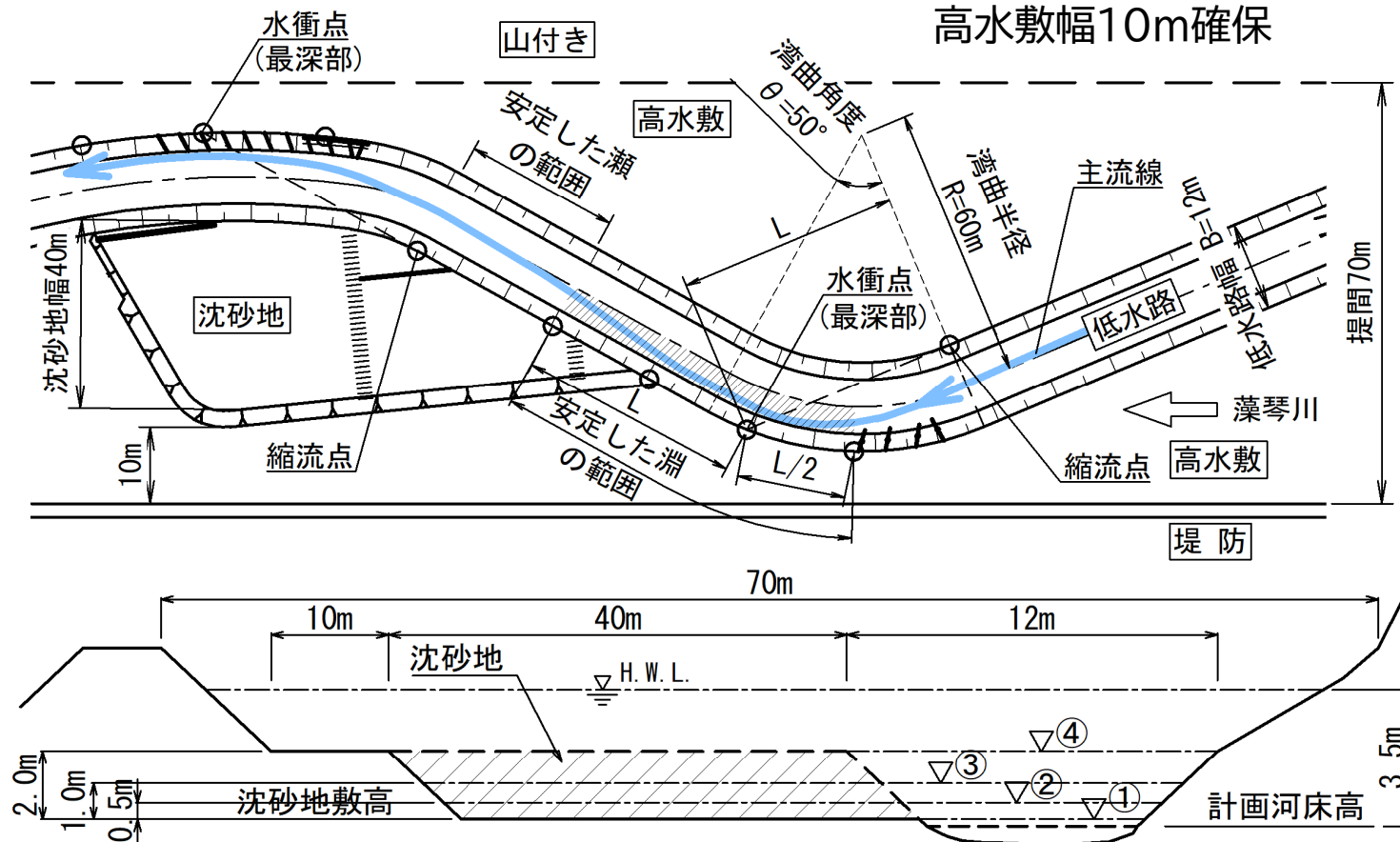
b) 設置位置及び沈砂地形状

設置位置：湾曲部左岸の高水敷

沈砂地上流端は淵終点から瀬の区間

沈砂地の形状：流水の流入角度を考慮

高水敷幅10m確保



- ① 豊水流量 (沈砂地敷高)
- ② 融雪期平均流量 (沈砂地敷高+0.5m)
- ③ 融雪期最大流量 (沈砂地敷高+1.0m)
- ④ 平均年最大流量 (沈砂地敷高+2.0m)

3. 沈砂地の設計

(4) 対象流量及び沈砂施設設置高

◎ 沈砂施設の対象流量

細粒土砂が多く流下する流量：

豊水流量から低水路満杯の平均年最大流量

◎ 沈砂施設設置高

細粒土砂を効果的に捕捉する施工高

沈砂地底面高 豊水流量時水位

融雪期平均流量時 水深 0.5m

融雪期最大流量時 水深 1.0m(水制工天端高)

平均年最大流量 水深 2.0m(高水敷高)

藻琴川流量－濁度関係図

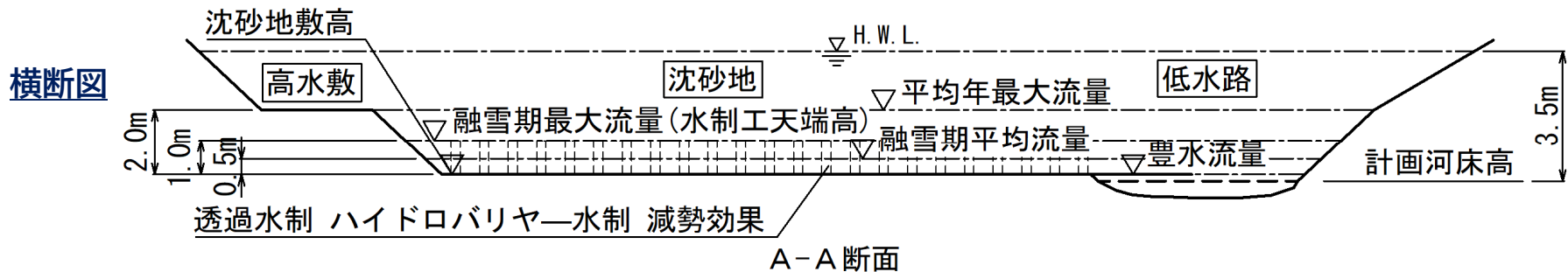
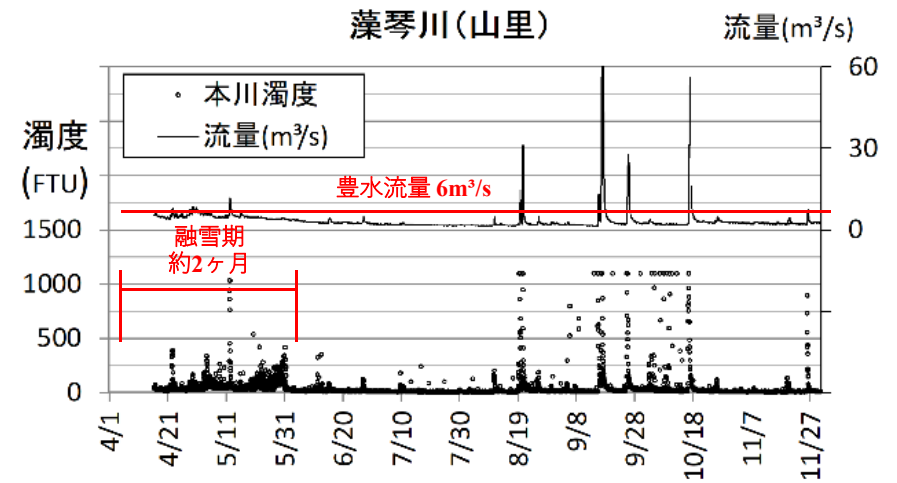


図-7 沈砂地部水制工配置概要図及び藻琴川流量－濁度関係図

3. 沈砂地の設計

(5) 水制工の設置

◎ 工法選定の考え方

多自然川づくり等土木技術を十分に活用

環境の多様性創出, 河岸や堤防の保護, 土砂収支に関する問題への対応かつ低コスト

◎ 選定工法

沈砂地流入部の流速を低減させ、効果的に細粒土砂を捕捉する2つの水制の組み合わせ

流入部 : 流速を低減させる「透過水制」

流出部 : 流水を滞留させる「不透過水制」

a) 不透過水制

◎ 目的 : 沈砂地に流入した流水を滞留させ、土砂を沈下

◎ 工法 : 現地発生材を使用した連柴柵工

◎ 設置範囲 : 滞留効果が期待できる流水の急縮(26°)範囲となる長さ

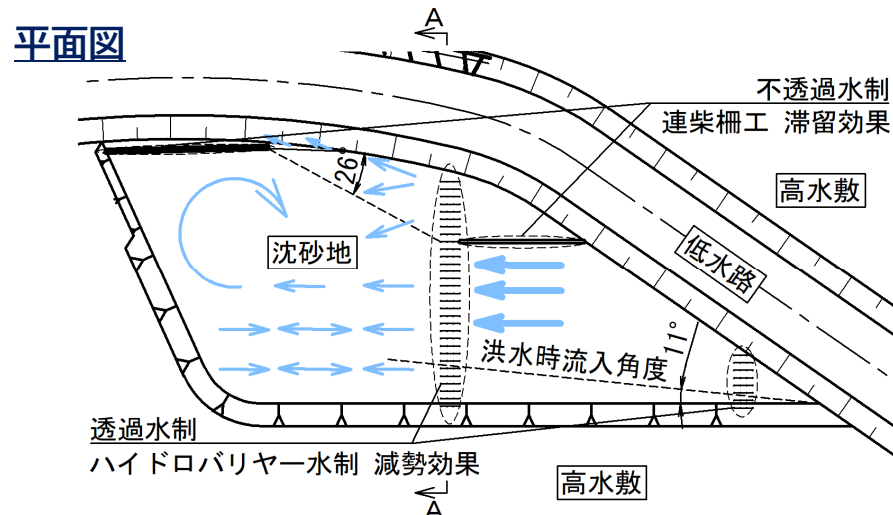


図-7 沈砂地部水制工配置概要図

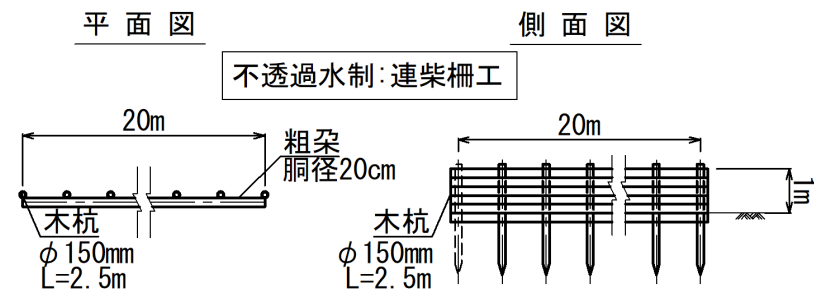


図-8 水制工標準図

3. 沈砂地の設計

(5) 水制工の設置

b) 透過水制

- ◎ 目的：沈砂地内の流速を低減させ、細粒土砂を捕捉
- ◎ 工法：ハイドロバリアー水制(イヴァン・ニキティン:水制の理論と計算)
- ◎ 設置間隔及び配置：減勢効果を考慮
木杭を1.2m間隔(スリット幅1.0m)で配置
水制長3.0m(水制間隔の3倍)

平面図

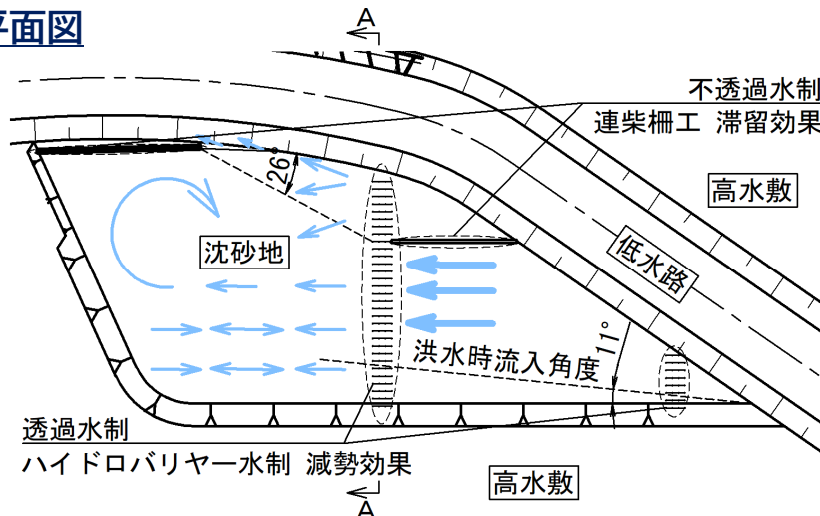


図-7 沈砂地部水制工配置概要図

平面図

側面図

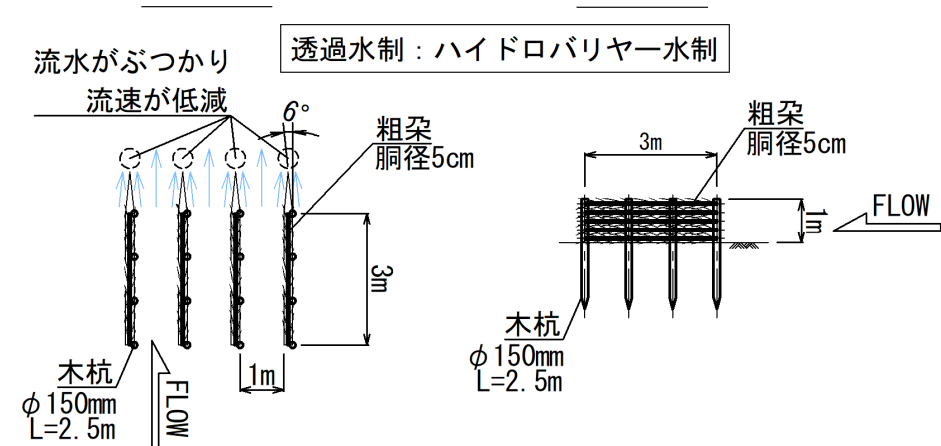


図-8 水制工標準図

4. 沈砂地の効果及び管理

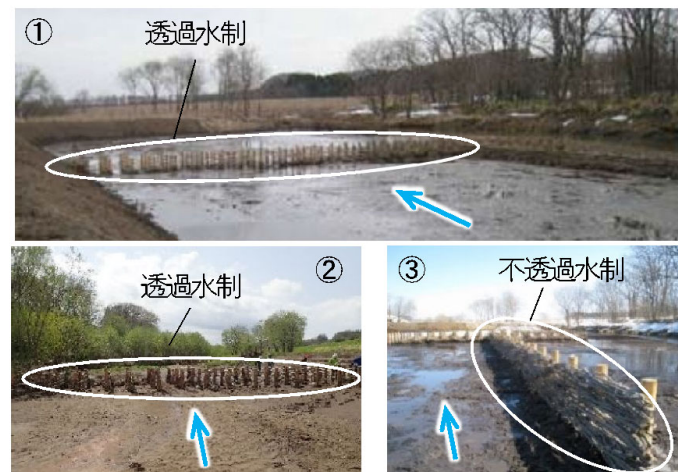
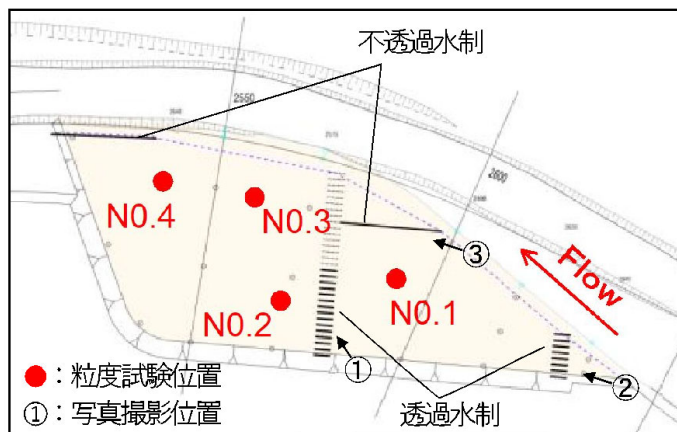
(1) 平成23年から令和1年の効果及び管理

◎ 設置沈砂地

平成22年に左岸高水敷を掘削し透過水制, 不透過水制を配置

◎ 捕捉土砂量調査方法

- ・毎年3月に捕捉土砂の浚渫を行い, 浚渫した土量を堆積土量として換算
- ・4地点の捕捉土砂を採取し, 粒度試験により, 細粒土砂割合を算出



4. 沈砂地の効果及び管理

(1)平成23年から令和1年の効果及び管理

- ◎ 設置時の平成23年の捕捉土砂量
 - ・土砂捕捉は700 m³で、その内**細粒土砂**は630 m³
 - ・**細粒土砂**捕捉割合が**約9割**と高い値
- ◎ 平成24年から令和元年の捕捉土砂量
 - ・土砂捕捉は570 m³から1,100 m³
 - ・**細粒土砂の捕捉割合が減少傾向**
- ◎ 対策
 - ・モニタリングにより**要因分析**し、**改善**を実施

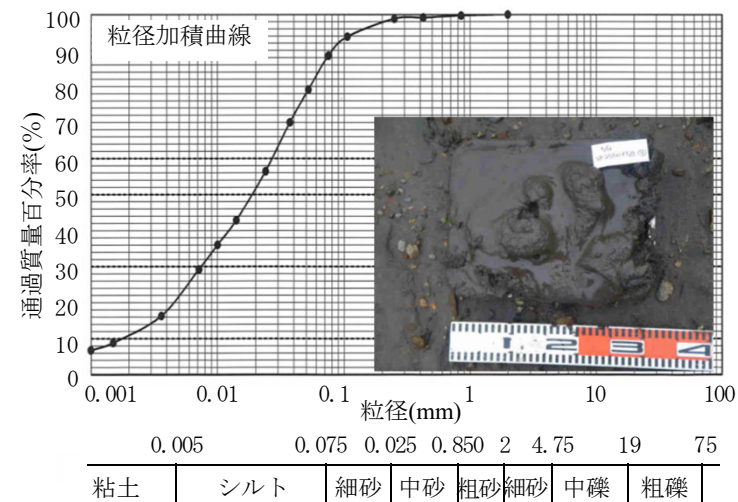


図-11 沈砂地堆積土砂の粒度分布

表-2 捕捉土砂量

期間	全量 (m ³)	粗粒土砂 (m ³)	細粒土砂 (m ³)	細粒土砂割合
平成23年 (2011)	700	70	630	90%
平成24年 (2012)	570	57	513	90%
平成25年 (2013)	720	360	360	50%
平成26年 (2014)	750	225	525	70%
平成27年 (2015)	940	470	470	50%
平成28年 (2016)	900	540	360	40%
平成29年 (2017)	600	240	360	60%
令和1年 (2019)	1,100	440	660	60%

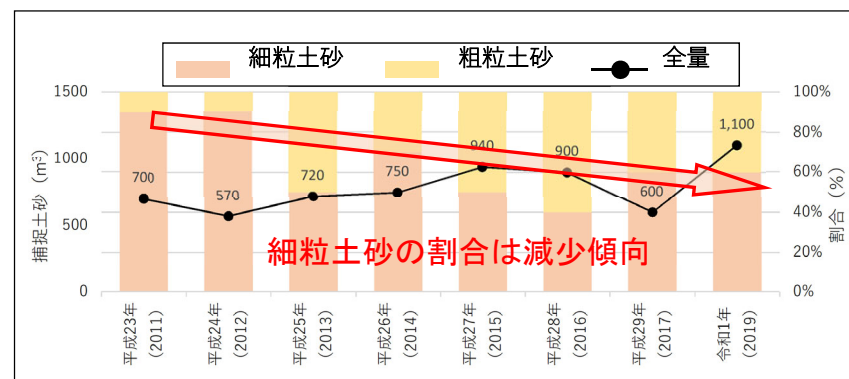


図-12 細粒土砂捕捉割合

4. 沈砂地の効果及び管理

(1) 平成23年から令和1年の効果及び管理

- ◎細粒土砂捕捉率の低下の要因
 - ・水制部に土砂堆積・樹林化により流速低減効果が低下
 - ・透過水制部が壁となり、沈砂地が分断

- ◎改善対策の実施
 - ・水制部に堆積した土砂の撤去
 - ・水制の再設置を実施現在計画した水制工間隔は妥当と判断し、沈砂地内の土砂浚渫時に水制工間の土砂も浚渫することとした。



図-13 水制工部土砂堆積状況



4. 沈砂地の効果及び管理

(2) 令和2年以降の効果及び管理

◎捕捉土砂量

- ・令和2年及び令和3年は、全体の**捕捉土砂量**及び**細粒土砂捕捉率**とも**良好な結果**
- ・令和4年で、**捕捉土砂量**が300m³と過年度と比較し**少ない状況**

◎捕捉土砂量が少ない要因

- ・令和4年の**融雪出水時に流木**が多発に発生
- ・**流木**により水制工が**閉塞**

◎今後の対応

- ・**流域関係機関と情報を共有**し、必要に応じて**流木除去等の対策**を講じる

表-3 捕捉土砂量

期間	全量 (m ³)	粗粒土砂 (m ³)	細粒土砂 (m ³)	細粒土砂割合
令和2年 (2020)	1,200	300	900	75%
令和3年 (2021)	1,000	300	700	70%
令和4年 (2022)	300	60	240	80%



図-14 沈砂地改善後の状況



図-15 透過水制部流木による閉塞状況

5. 地域に果たした役割

◎ ポイント

- ・細粒土砂捕捉は、地域の基幹産業に大きな影響を与えるものであり、地域の大きな課題
- ・対策実施可能な機関が、地域関係者と協働で実施
- ・関係機関及び地域に、施設の効果及び取組み方について高い評価を得た

◎ 地域に果たした役割

- ・農業関係者に対しては、効果的な沈砂地の事例
- ・漁業関係者からは、重要な漁場の保全に繋がったとの評価を得た
- ・関係団体での取組にも影響を与え、持続可能な地域社会の構築にも貢献
- ・「藻琴川環境保全対策連絡協議会」の取組は、「網走市大空町定住自立圏共生ビジョン」にて、その活動と成果が認められている

6. まとめ

◎ 細粒土砂捕捉効果

年間1,000m³程度の土砂捕足能力を有し、**細粒土砂はその7割程度**

◎ 施設の有効性

低水路法線の設定を含めた沈砂地の配置と水制の組み合わせにより、効果的な細粒土砂の捕捉が可能

◎ 「藻琴川技術検討会」及び「藻琴川環境保全連絡協議会」による評価

- ・当該施設の効果が認められ、**上流の河道内に沈砂施設が増設**
- ・**現地発生材のヤナギを利用した水制工は、河川景観、水辺環境、コスト縮減の観点から高い評価を得た**

◎ 技術的な考察

- ・同様の条件をもつ**他河川や湖沼やダム湖でも、沈砂地と水制の組み合わせた施設は応用可能**
- ・今後も**地域と協働しつつ、改善を実施することにより、施設の機能向上のみならず、多自然川づくり等河川技術向上に繋がる**

◎ 地域に果たした役割

- ・**農業関係者と漁業関係者が主体となった取組も行われ、流域全体への取組を推進**