

# Task-17

Measures to enhance the Climate Resilience of Hydropower  
(水力発電の気候変動レジリエンスを高めるための対策)

**2023年度活動報告**

**国内報告会**

**2024年2月26日**

**一般財団法人 電力中央研究所  
研究参事 博士（工学）**

**西内 達雄**

**(Task-17 タスク・マネージャー)**

# 本日の発表内容

1. Task17の概要
2. これまでの経緯（調査・委員会開催等）
3. これまでの議論（分析・評価の方法）
4. 2023年度（令和5年度）の活動内容
5. 分析評価の進捗状況報告

（質疑応答）

# 1. Task 17の概要 (Task17内容確認)

**Task 17 水力発電設備の気候変動への抵抗力を高めるための方策** **TM 日本**  
(Measures to enhance the Climate Resilience of Hydropower)

**Sub-Task1：気候変動による自然災害リスクを予測し、発電設備の安全性評価のための対策および設計基準を評価する。** **STM スイス**

(Forecast of potential natural hazards triggered by climate change and evaluation of countermeasures and design criteria for safety check of power facilities)

**Sub-Task2：異常洪水による水力発電設備への減災対策** **STM 日本**  
(Countermeasures to mitigate damage to hydropower plant facilities caused by extreme floods.)

- 災害復旧の実例から水力発電設備の安全性を高めるための対策を検討する。

**Sub-Task3：堆砂管理** **STM 日本**  
(Reservoir sediment management)

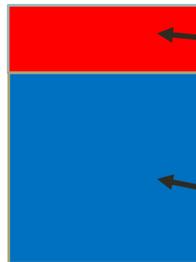
- 環境影響、最新技術、貯水池上下流を考慮した土砂管理手法を検討する。

## 2. これまでの経緯（調査・委員会開催等）

2021年3月	第38回ExCOにおいて、Task17の提案書の承認
10月	第39回ExCOにおいて、Task17に関する審議と基本的な承認
7月～12月	事例文献調査実施・国内アンケート調査実施
2022年1月	第3回国内委員会において、提案書の見直しの協議（Sub-Task1の追加）
3月	第40回ExCOの開催 提案書見直しの承認
11月	第41回ExCOの開催 Task17の進捗状況報告
12月	Expert Meetingにおいて、参加国の募集とアンケート調査（海外分）への協力依頼
2023年1月	国内専門委員会、国内委員会 SubTask2と3について、今後の方向性の確認
5月	第42回ExCOの開催 Task17の進捗状況報告と今後の方向性の確認
10月	第43回ExCOの開催 分析・評価結果について報告、追加事例調査の必要性の指摘
	Task17の調査工程について意見交換
12月	追加事例調査を依頼
2024年 2月	令和5年度国内委員会 活動報告

### 3. これまでの議論（分析評価の方法）

#### Sub-Task 2（異常洪水による水力発電設備への減災対策）について 気候変動に起因する異常洪水（**extreme floods**）とは何か？



設計時に想定していなかった洪水（設計洪水量以上の洪水）  
あるいは設計時に全く予期していなかった事象に起因する洪水

設計時に想定出来ていた洪水による被害（設計洪水量以下の洪水）

気候変動に起因する異常洪水とは、

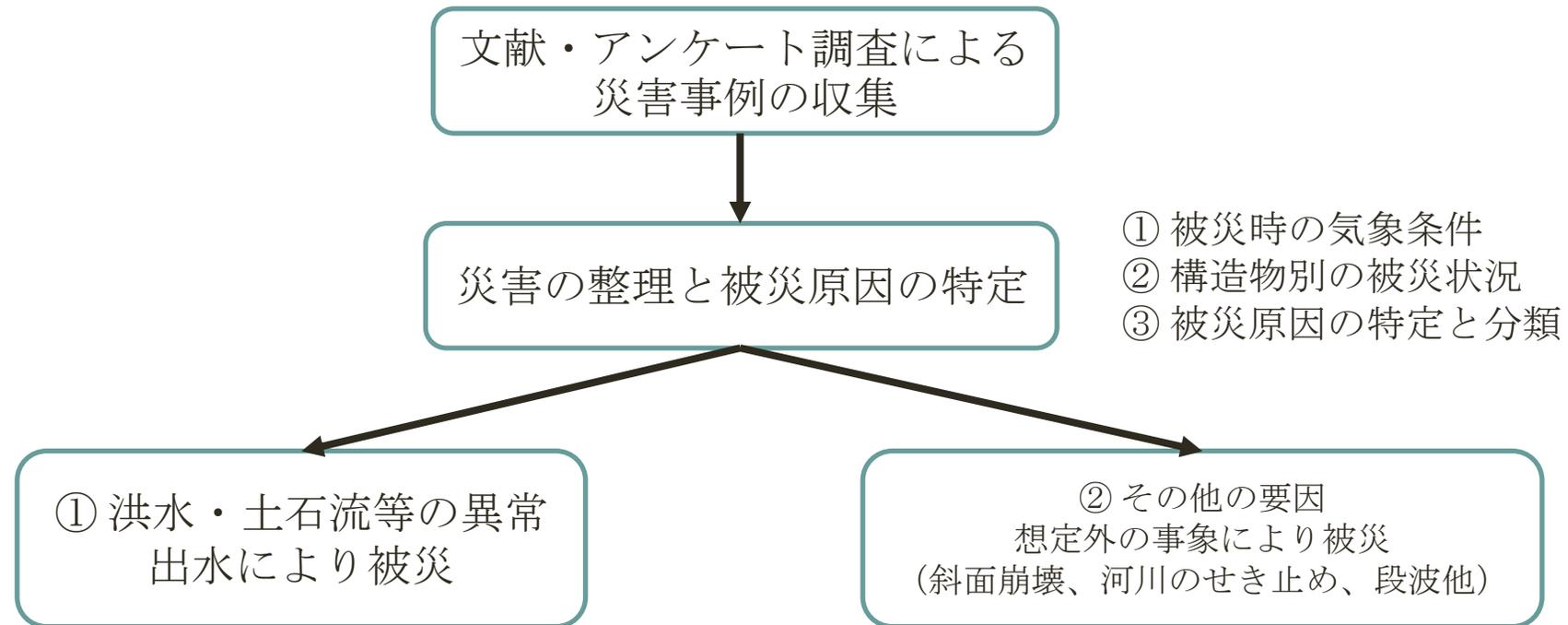
- (1) 設計洪水量を越える洪水
- (2) 全く予期していなかった事象に起因する洪水  
であると整理する。

アンケート調査や文献調査の結果に基づき、気候変動に起因する異常洪水による災害を整理してみる

災害の要因	具体的な事象
設計洪水量を越える洪水	① 集中豪雨による洪水
予期せぬ事象による洪水	② 上流からの土砂の流入
	③ 河川流域の斜面崩壊による河川のせき止め（水位上昇）
	④ 発電設備周辺の予期せぬ場所からの大量出水、土砂流入
	⑤ その他の原因

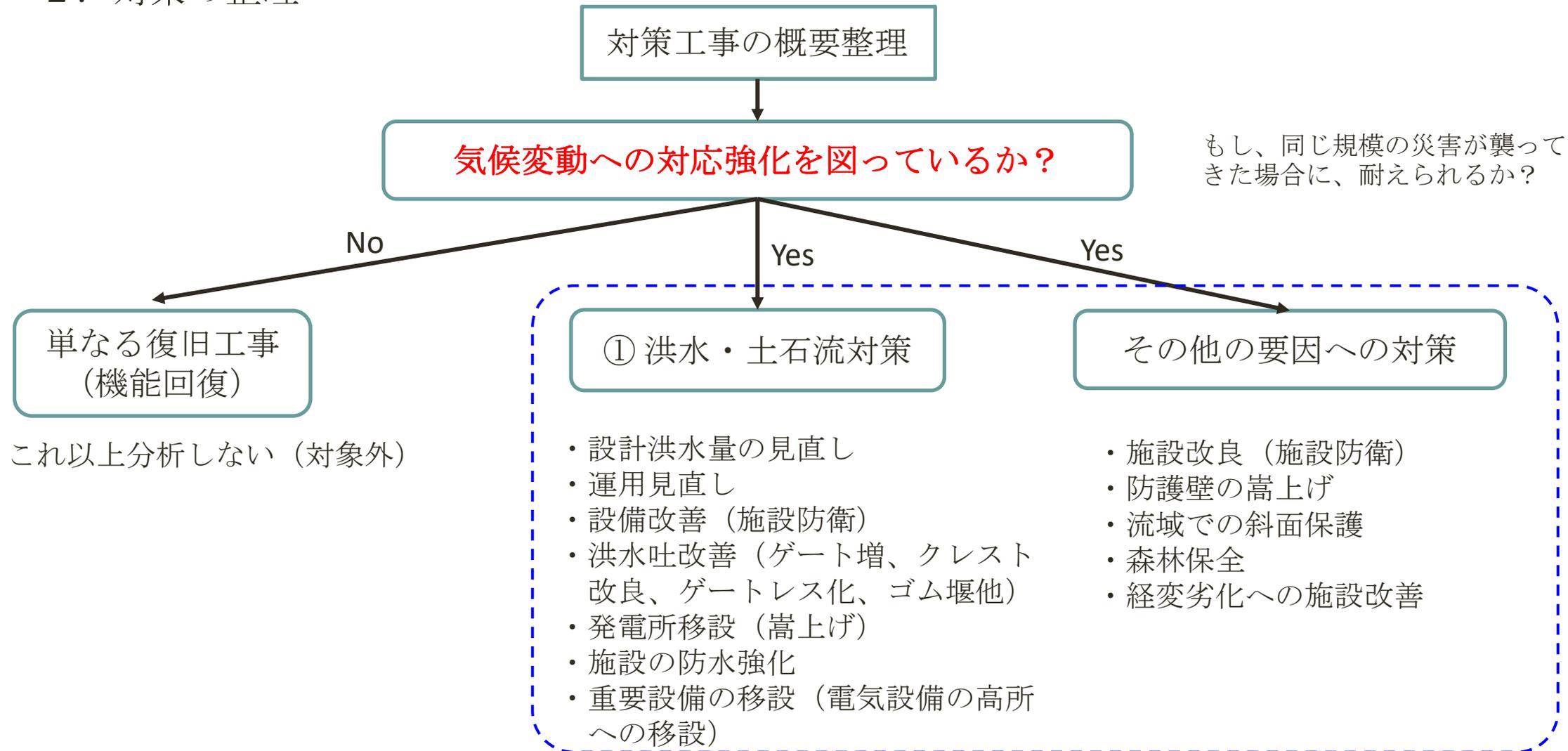
## Sub-Task2 これまでの議論 (分析評価の方法)

### 1. 災害の整理



## Sub-Task2 これまでの議論 (分析評価の方法)

### 2. 対策の整理



## Sub-Task3 これまでの議論（分析評価の方法）

1. 堆砂管理の必要性の整理
  - － 発電所能力の維持
  - － 環境対策(土砂流下の阻害、動植物への影響)
2. 堆砂管理の方法（事例の取りまとめ）
  - － 掘削、浚渫
  - － 土砂還元
  - － 土砂バイパス
  - － フラッシング（排砂）
  - － スルーシング（通砂） その他
3. 堆砂管理の課題（事例取りまとめ、堆砂管理の方法と課題）
  - － 土捨て場の確保
  - － 土砂運搬のインフラ整備
  - － 土砂運搬に伴う騒音、振動等
  - － 関係機関との調整、合意の取り付け
  - － 上下流の貯水池との連携
  - － 流域の斜面崩壊防止対策（含む森林整備）
4. 好事例の紹介（別途議論）  
（今後の協議の中で、好事例を選定することとした）

令和5年度(2023年度)の  
主たる活動(分析・評価)

## 4. 令和5年度（2023年度）の活動内容 （Task17における活動（分析・評価）の方向性）

### （Sub-Task2について）

昨年まではどのような規模の災害がどの発電所で発生しているか？ その災害発生的事实を文献調査等を中心に整理した。

具体的には、どんな気象条件下で、どのような災害が発生したのかを発電所のタイプ別（流れ込み、調整池、貯水池）に**災害事例を中心に分析**し、どのような復旧工事を行い、どんな課題があったかについて整理した。

2023年度においては、同様な作業ではあるが、発生した災害に対して、文献調査等を通じて、**如何なる対策（復旧対策）を取ったかを中心に分析し、その対策の中で気候変動へのレジリエンスを高める（同じ災害を繰り返さない）要因について抽出し、整理**した。

### (Sub-Task 3 について)

昨年までは、文献調査等を通じて、**堆砂管理の必要性、方法等について事例の整理**を中心に行ってきた。

2023年度については、引き続き文献調査を中心に、**堆砂管理の評価（効果）と課題**についての**整理**を行った。

#### (一案)

日本の堆砂管理が、比較的優れていると感じられる点は、法律的な裏付けのあるシステムの中で、関係者との合意形成を図りつつ、総合的な流域管理計画の中に位置づけられた堆砂管理が実行されている点にあると感じており、こうした視点からも好事例を探っていく。

## 5. 分析評価の進捗状況報告

### Sub-Task2 気候変動へのレジリエンス強化対策（構造物別整理）

その1

構造物	気候変動へのレジリエンス強化対策 <b>（設計洪水量を越えた災害）</b>						
全体	設計洪水量の見直し（各河川固有の河川改修計画と整合させる）						
	計画堆砂勾配を設定（この条件での背水計算により道路、護岸等の対策を立案）						
	流入予測システムの導入						
取水設備	取水堰の拡幅（流下能力の向上）						
（取水堰、	橋脚廃止、ピア廃止（流積拡大）						
取水ダム、	取水堰ゲートの廃止→SR合成起伏堰に変更（流下能力向上、流木対策、運用簡素化）						
取水口）	固定堰の廃止→SR合成起伏堰に変更（流下能力向上、流木対策、運用簡素化）						
	越流長の拡幅（流下能力向上）						
	取水ダム越流部摩耗部分を耐摩耗鋼板で強化（洗堀防止）						
	取水ダム水叩き部分の強化・破損防止（洗堀防止）						
	取水堰護岸の嵩上げ						
	各種操作盤を高所に移設（ゲート操作用、測水用等）						
	固定堰の廃止→ゴム布引製復帰堰に変更（流下能力向上、流木対策、運用簡素化）						
	取水口護岸の補強（大型ブロックを採用）						
洪水吐	ゲート巻き上げ室を高所に移設（操作版機器の水没防止）						
	越流天端の切り下げ（流下能力向上）						
	洪水吐ゲートの廃止し、越流天端の嵩上げ、越流長延伸しゲートレス化（流下能力向上、流木対策）						
	ピア廃止（流積拡大）						
	洪水吐ゲートの改良（中央2門を廃止し、越流部分を切り下げ、クレストローラーゲート1門を設置）						
	洪水吐ゲートの改良（中央4門を廃止し、越流部分を切り下げ、クレストローラーゲート2門を設置）						
	ゲート操作盤の高所への移設						

## Sub-Task2 気候変動へのレジリエンス強化対策（構造物別整理） その2

導水路・水路	余水吐の補強（重力コンクリート擁壁に変更）								
	水圧管路の移設								
発電所	水密性向上（ウレタン樹脂材注入、防水扉の設置）								
	ケーブルダクトの閉塞								
	冠水防護壁の設置（冠水防止）								
	敷高の嵩上げ								
	電源関連機器の上部階への移設（浸水防止）								
	屋外開閉所周辺に冠水防護擁壁設置								
	発電所進入路の整備								
	発電所の高所への移設								
	発電所建屋地下3階フロアに逆流防止弁を設置（浸水防止）								
	排水ピットの機能改善								
	変電所の嵩上げ								
放水口	放水位の見直し								
放水路	放水口ゲートの設置（発電所への浸水防止）								
	放水口防護壁の嵩上げ								
	導流壁の強化（減勢効果を高め下流の洪水被害の低減）								
	放水庭構造の見直し（越流しないような構造に改める）								
	放水庭の嵩上げ								
	放水口と下流発電所の取水口を直結させる（カスケードされた発電所の洪水被害の低減策）								
	放水池制水ゲート開閉装置の設置スラブの嵩上げ（操作盤の浸水防止）								
	放水路の移設								
	放水路の補強（転圧コンクリート上にさらに鉄筋コンクリートを敷設）								

## Sub-Task2 気候変動へのレジリエンス強化対策（構造物別整理） その3

構造物	気候変動へのレジリエンス強化対策（予期しない出水・土石流による災害）							
全体	各河川固有の河川改修計画と整合した改修計画とする							
調整池	河川改修計画と整合した調整池内の継続的な浚渫の実施							
貯水池	河川改修計画と整合した調整池内護岸、導流壁等の整備							
取水堰・ 取水口	除塵機操作盤を高所に移設							
	チロリアン式取水口への改修（前面堆砂による取水不能防止）							
	制御機器の高所への移設							
	運転保守の見直し							
	取水制御機能のスリム化							
導水路・水路	水圧管路周辺の雨水排水処理能力強化							
	導水路に沿った沢水対策強化							
	水槽・余水路への土砂流入防止のため蓋を設置							
	周辺地山の崩壊防止のためのコンクリート擁壁の設置							

## Sub-Task2 気候変動へのレジリエンス強化対策（構造物別整理） その4

発電所	発電所防水壁の嵩上げ							
	発電所の防水対策強化（防水扉設置、浸水防止のための電動弁（給排気系）設置）							
	発電所上流に根固めブロック設置							
	発電所外壁補強（補強アンカー設置）							
	発電所進入路背面の斜面補強（グラウンドアンカー工）の実施							
	水密性向上（排水ポンプ出口の壁孔隙間を埋めた）							
	構造物周辺の排水処理能力の向上							
	換気扇開口部の閉塞（水の侵入防止）							
	換気ルートの変更（水の侵入防止）							
放水口	放水口開口部の暗渠化（土砂流入防止）							
	放水庭護岸の嵩上げ							
	放水口を出水土砂の影響を受けない下流の調整池内に移設し、放水路トンネルを建設							

表-2 Sub-Task2 レジリエンス強化対策と実施上の課題 その1

対策工事のステージ	課題
1. 対策工事の計画立案	
① 行政との調整	① 河川改修計画との整合 関連法（河川法、環境アセスメント法等）遵守
② 地域との調整	① 地域利害関係者、地権者等からの合意（了解）の取り付け
2. 対策工事の実施	
① 立地条件に起因する課題 （国立公園内、観光地等）	①各種環境への対策が必要 動植物・魚類等への配慮 濁水発生防止 騒音、大気汚染防止 交通問題（安全、渋滞、事故防止等の対策）
	②施工時期（観光シーズン不可）景観配慮等
	③施工方法等への規制 大型機械、重機等の利用制限
②気象条件に起因する制約	①施工時期 出水時期（渇水期に工事を限定） 豪雪時期

## Sub-Task2 レジリエンス強化対策と実施上の課題 その2

③地形やインフラ整備状況による制約	①インフラの未整備・アクセス困難
	②工事用地がない、狭い 施工方法の制約、大型機械、重機等の利用制限
④被災状況による制約	①アクセス道路の流失
	②斜面崩壊の危険がある 斜面崩壊防止を図った上での復旧工事
⑤構造物改善の困難性	本来であれば設計洪水量を見直し、安全に流下させるような構造に改善すべきであるが、構造物によっては変更（取り壊し）が困難な事例もある。その場合、同規模な洪水が発生した場合にも、可能な限り災害が小さくなるよう、水密性の向上、防水壁の改善等による減災措置によらざるを得ない場合もある。
⑥その他（廃材の活用）	①工事で発生した砕石、残土の活用

## Sub-Task3 堆砂管理の評価

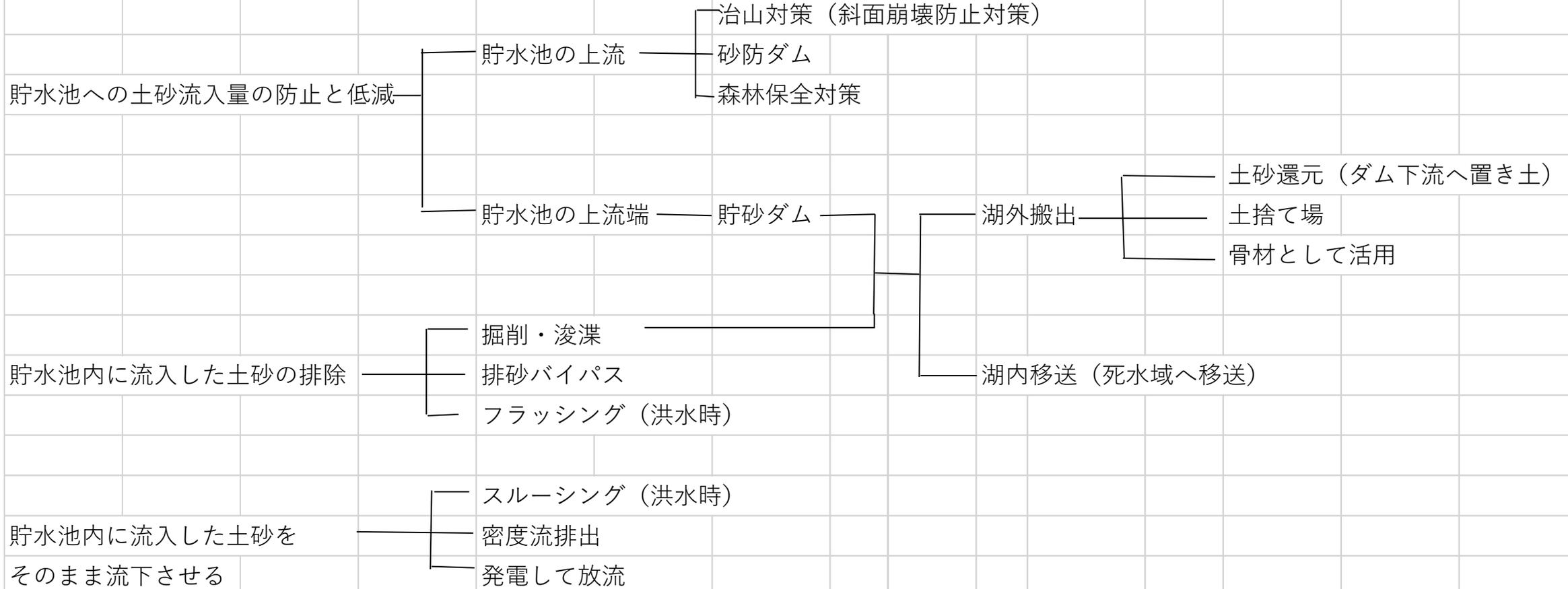
個別アンケート調査および文献調査から、堆砂管理実施の評価についての整理を行った。対象は国内案件28件と海外案件10件である。

堆砂管理の評価については、必要性（堆砂管理の目的）と密接な関係を有しているため、必要性の表と対応した形で整理した。

表 堆砂管理の評価						
必要性 (堆砂管理の目的)	法令順守	災害対策	発電有効 容量確保	環境保全	その他	合計
件数	1	12	28	23	11	75
効果があった(件)	1	9	13	13	8	44 (58.6%)
効果不明(監視中)(件)	0	3	13	10	3	29 (38.7%)
効果がなかった(件)	0	0	2	0	0	2 (2.7%)
効果があった割合(%)	100	75	46.4	56.5	72.7	—

全体的な堆砂管理の評価については、今回の文献調査では堆砂管理を実施している発電施設において、様々な目的をもって実施されている堆砂管理において、約6割（58.6%）の目的が達成出来ていることが伺える。残りの約4割の目的については、効果の判定を行うためには、更なるモニタリングの継続が必要であると言える。

堆砂管理の体系化



# 堆砂管理実施上の課題

- (1) 河川管理者、地域の利害関係者との調整の必要性
  - 河川管理者が進める河川改修計画等の上位計画との整合性
  - 地域の利害関係者、地域住民による委員会等を通じた、関係者間の合意形成
  - 定期的なモニタリングの実施
- (2) 堆砂管理におけるインフラ整備面からの課題
  - 森林保全・斜面崩壊防止の必要性
  - 土捨て場の確保
  - 土砂運搬用道路の整備
  - 騒音・振動等の防止
- (3) 環境面の課題（排砂に伴うダム下流への環境配慮と軽減策）
  - 濁水による下流への影響
  - 下流への砂供給減
  - 景勝地への影響
  - 生態系への影響
- (4) 堆砂管理における課題解決の困難性
  - 治水や発電、上水、農業用水等の利水機能と安全性を長期に渡って維持することが求められる。
  - 局部的な堆砂の振興にも適切に対応する必要がある。
  - 環境保全にも対応する必要がある。（生態系の維持、景観、流砂系の回復等）

ご清聴ありがとうございました。