



THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY
COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

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)

2022年度活動報告

国内報告会

2023年2月21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)

内 容

Task-17

1. 調査概要

- (1) 調査期間
- (2) 調査目的
- (3) 調査内容

2. 事例収集

- (1) アンケートおよび文献事例収集
- (2) 分析・評価および体系化の方向性
- (3) 収集事例

- 1) Sub-Task2: 大規模洪水による発電所の被災状況と対策事例
- 2) Sub-Task3 : 堆砂管理

1. 調査概要

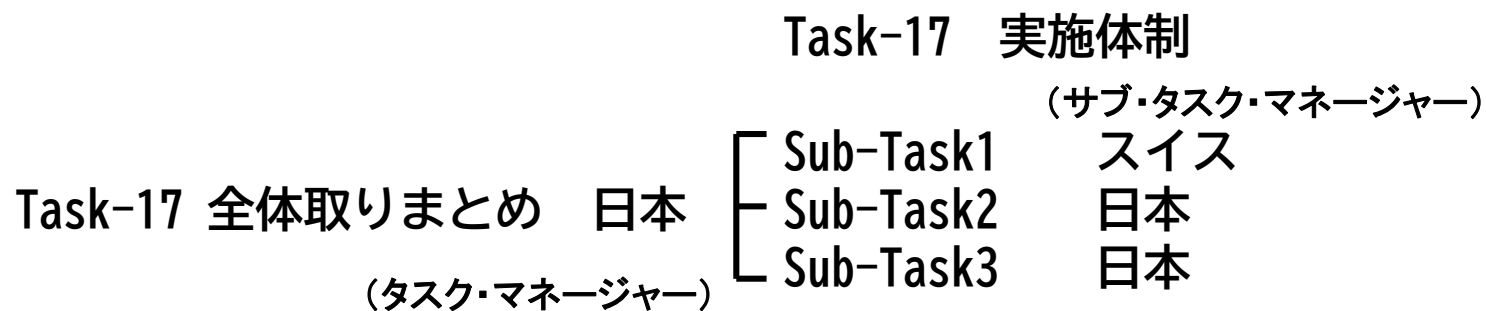
(1) 調査期間：2022年度～2024年度

(2) 調査目的

Task-17は、発電事業者が懸念する気候変動に伴い拡大するリスクへの具体的な対策について下に示す項目を実施する。

- ・気候変動に伴い拡大するリスクを確認し、発電事業者が実施すべき対策について調査する。
- ・調査した対策のリスク抑制効果を分析・評価して体系化し、結果を発電事業に活用できるようにする。

Task17の取りまとめは、日本がタスク・マネージャーを務めているが、上記調査目標を達成するため、3つのSub-Taskを設け、それぞれサブ・タスク・マネージャーを定めている。



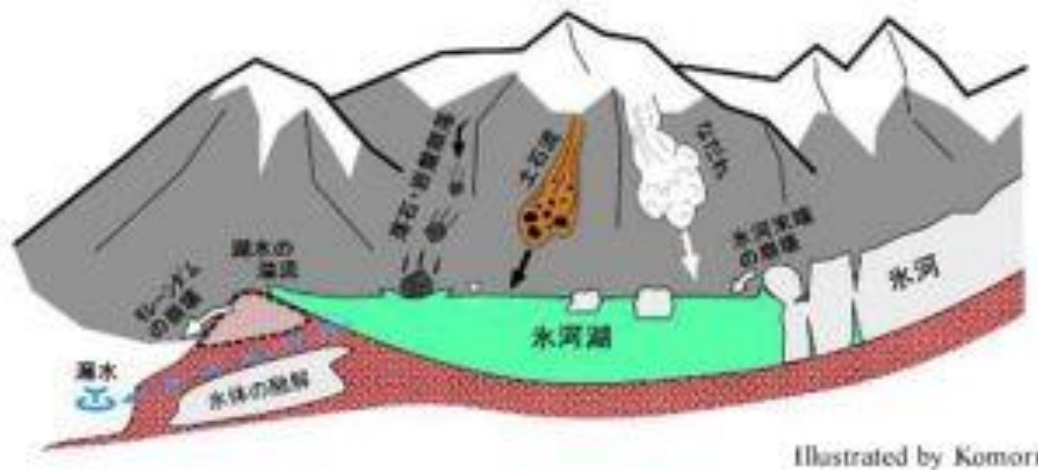
(3) 調査内容

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。

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

気候変動による発電設備影響を予測し、影響へ対応する先行的な対策や設計基準を立案する。

(Overview of potential climate change impacts for hydropower plants and make a pre-emptive countermeasures and innovative design criteria to predict possible impacts and to strengthen the resilience against climate change impacts.)



Sub-Task2 :大規模洪水による発電所災害を抑制する対策検討（災害復旧や予防保全の実例から水力発電設備の安全性を高める補強策の検討）

Sub-Task2:Countermeasures to mitigate damage to hydropower plant facilities caused by extreme floods.

(Upgrade works for hydropower facilities to secure safety improvement based on experience from damage recovery works and improved preventive maintenance.)



Sub-Task3 :貯水池堆砂管理（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の検討）

Sub-Task3:Reservoir sediment management

(Sand removal methods, taking into account environmental impact, and technology, covering the range of upstream and downstream area.)



2. 事例収集

(1) アンケートおよび文献事例収集

■ 水力事業者へのアンケート調査

時 期:2021年10月~12月

対 象:5電力会社+J-POWER+25公営電気事業者

■ 文献事例収集

時 期:2021年7~12月

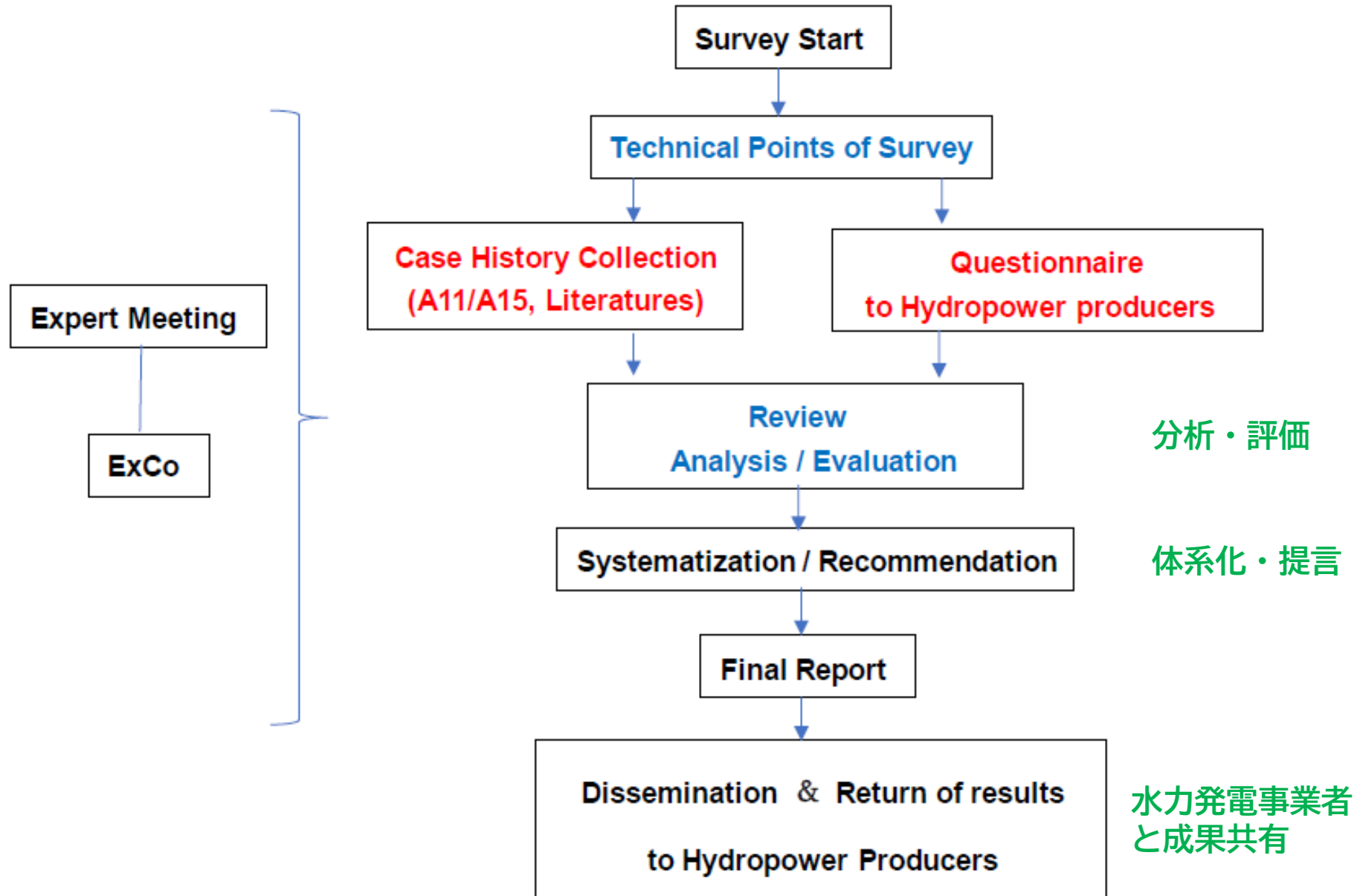
Sub-Task2 : 国内事例(30事例)+海外事例(10事例)

Sub-Task3 : 国内事例(20事例)+海外事例(10事例)

■ 海外アンケート調査

時 期:2022年12月~2023年3月 (実施中)

調査フロー



(2) 分析・評価および体系化の方向性

➤ Sub-Task2

1. 災害の整理

(気候変動に起因する洪水:設計洪水量を越える洪水、予期せぬ事象に起因する洪水)

2. 対策の整理

(設計洪水量を越える洪水への対策、予期せぬ事象に起因する洪水への対策等)

3. 課題の整理

(既存構造物の改造困難性、対策すべき地域が広大(斜面崩壊防止対策)他)

4. 文献調査、アンケート調査で拾い上げられなかった減災対策

(水文気象情報共有、流入量予測および運転・保守管理の高度化(AI・IoT等))

5. 提言

(例)・構造物毎の減災対策(予防保全の要素として整理し、Sub-Task1へ)

- ・すぐに実施可能な対策を取りまとめ整理
- ・流域内関係者との調整、合意形成の重要性

(2) 分析・評価および体系化の方向性

➤ Sub-Task3

1. 堆砂管理の必要性の整理

(発電能力の維持、貯水池上流域における浸水・冠水防止、環境対策)

2. 堆砂管理の方法 (事例の整理)

(掘削・浚渫、土砂還元、土砂バイパス、フラッシング、スルーシング)

3. 堆砂管理の課題

(土捨て場の確保、土砂運搬のインフラ整備、土砂運搬時の騒音・振動、流域関係者との合意形成)

4. 事例の取りまとめ

(総合的な流域管理計画との整合性の確保、流域のステークホルダーとの合意形成)

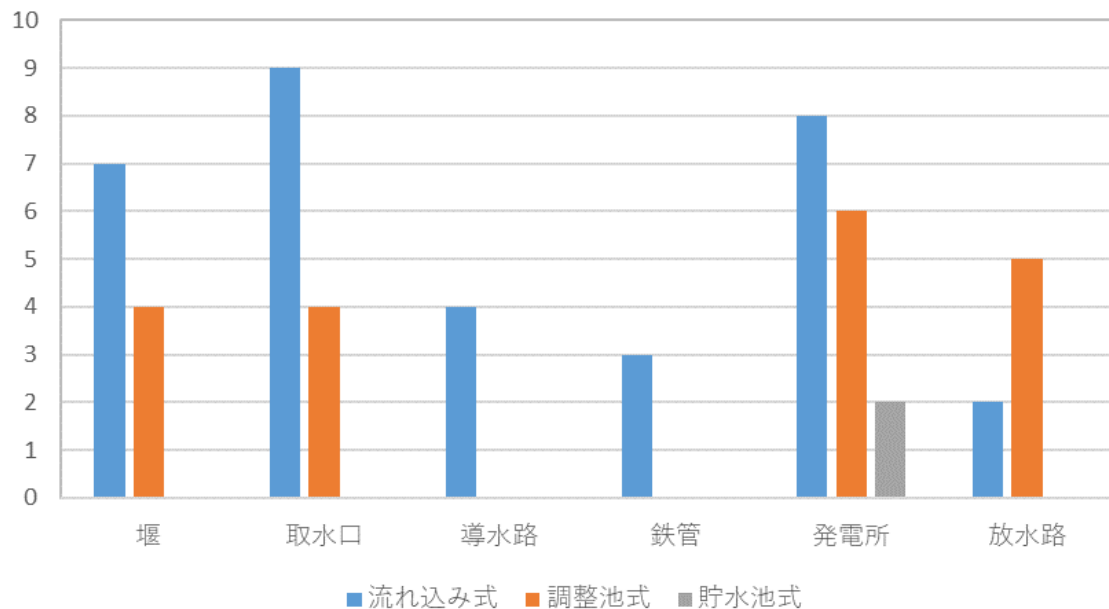
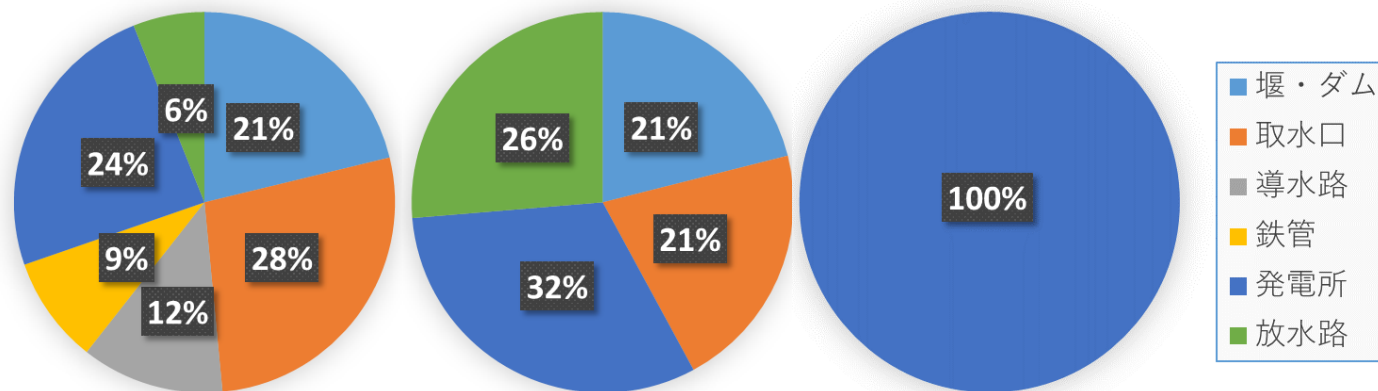
(3) 収集事例

1) Sub-Task2 大規模洪水による発電所の被災状況と対策事例

● 水力発電所の洪水被災事例（国内文献調査より）

	被災数	被災原因	
		洪水	土砂災害
流れ込み式	19	18	4
調整池式	13	13	2
貯水池式	2	2	0

被災箇所別



- 流れ込み式および調整池式は、堰・ダム、取水口、発電所の被災が約7割を占める
- 調整池式では、ダム、取水口、発電所、放水路の発生比率がほぼ均一となっている
- 貯水池式で被災しているのは、発電所のみである

● 洪水被災の要因

	設計洪水量を超える洪水	その他の要因 (予期せぬ土砂崩れ、土石流等)と洪水(設計洪水以下)
流れ込み式	2箇所(天神、湯之谷)	10箇所(永松、先達、下台、犀川、島、称名川第二、長殿、川辺第一、太田川、羽根尾)
調整池式	5箇所(滝、須川、本名、山須原、西郷)	5箇所(宮下、新猪谷、新黒部川第二、湯山、久婦須川第二)
貯水池式	1箇所(塚原)	1箇所(上椎葉)

- 流れ込み式での洪水被害は、設計時に想定していない要因で被災している傾向である。
- 調整池式・貯水池式の洪水被害は、設計洪水量超過による被災と設計時に想定していない要因による被災が半々である。

Sub-Task2 発電所(流れ込み式)の被災事例

構造物	被害概要	発電所名
堰・ダム	①えん提、取水堰、ダムの損傷 ②浸水による機器故障 ③土石堆積	①永松、下台、犀川、熊川第一、島 ②称名川第二 ③称名川第二
取水口	①取水設備の損壊 ②土石堆積 ③余水路地表部洗堀	①川辺第一、湯之谷、羽根尾、玉野、佐見川、葛根田第二 ②称名川第二 ③先達
導水路	①土石流による閉塞および損壊	①下台、太田川、熊川第一
鉄管	①鉄管法面の崩壊 ②水圧鉄管管理橋橋脚不等沈下	①先達 ②永松
発電所	①発電所冠水および浸水 ②水車に土砂流入 ③土砂崩れによる全壊 ④発電所の護岸損壊	①先達、湯之谷、早戸川、道志第四 ②太田川 ③長殿 ④羽根尾
放水路	①護岸の一部損壊	①永松



湯之谷発電所えん提被災状況



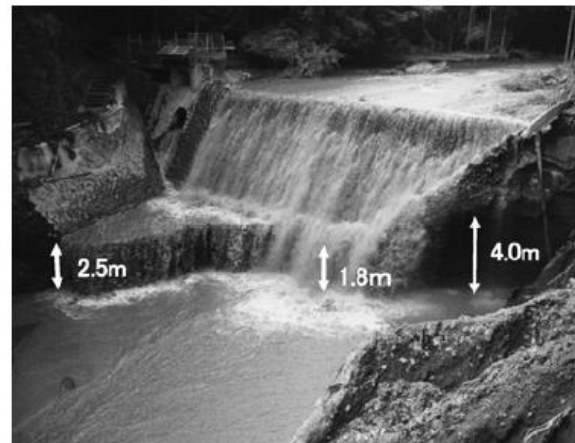
永松発電所水圧鉄管管理橋被災状況

Sub-Task2 発電所(調整池式)の被災事例

構造物	被害概要	発電所名
堰・ダム	①洪水吐ゲートの損傷 ②浸水によるダム管理設備の被災	①滝 ②新菅原
取水口	①土砂流入による閉塞 ②取水設備の被災 ③取水堰基礎部および左岸護岸部の洗掘被災	①滝、宮下 ②湯山 ③須川
発電所	①発電所の浸水および冠水 ②護岸損壊	①新猪谷、山須原、大津、滝、新黒部川第二 ②大津
放水路	①土砂流入および堆積 ②制水ゲート開閉装置の冠水	①大津、滝 ②新猪谷



湯山発電所大間川えん堤被災状況



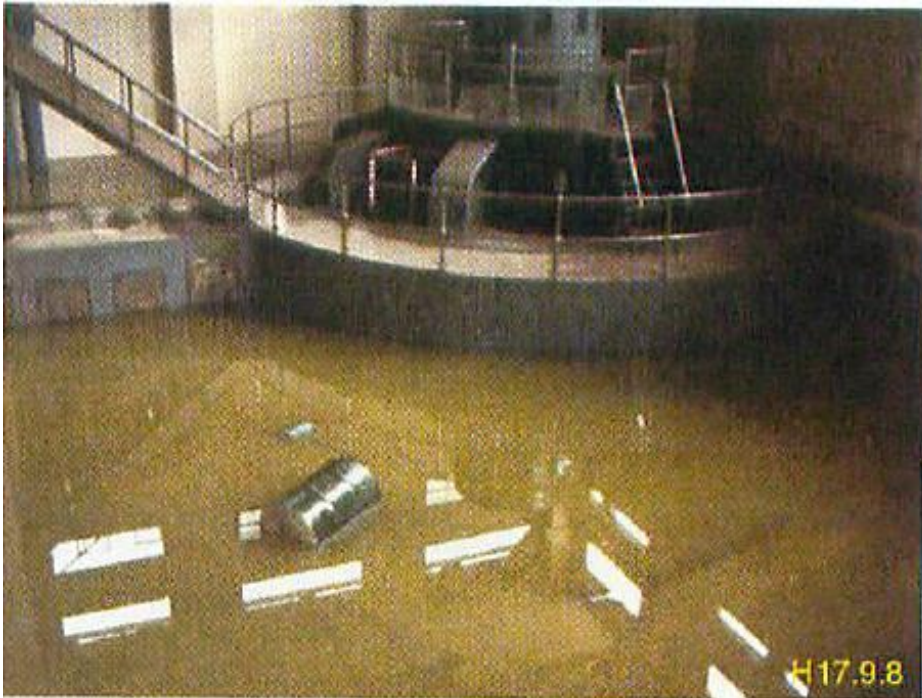
須川発電所上野川取水堰被災状況



新猪谷発電所発電所本館被災状況

Sub-Task2 発電所(貯水池式)の被災事例

構造物	被害概要	発電所名
発電所	①発電所冠水 ②開閉所浸水	①上椎葉、塚原 ②上椎葉



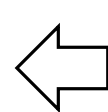
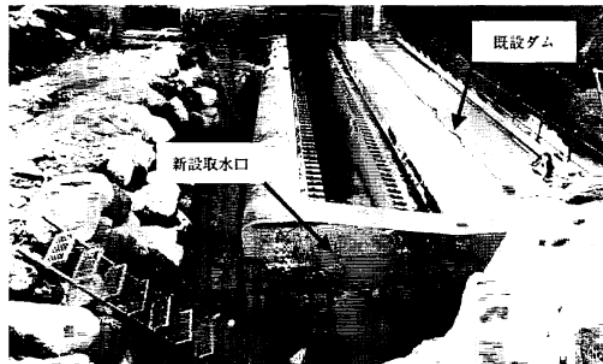
上椎葉発電所 水車・発電機の冠水状況



上椎葉発電所 変圧器損傷状況

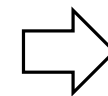
Sub-Task2 対策事例

対策	概要	発電所名
河道内の流下支障物の除去	①水圧鉄管橋の1径間化	①永松
沢水の処理計画量の見直し		先達
土石流入防止	①チロリアン式取水口 ②閉塞防止工(蓋掛け、土砂止め用側壁)	①称名川第二 ②太田川
発電所浸水防止	①貫通部へウレタン系樹脂挿入、仕切り扉の防水扉化 ②発電所防水壁の嵩上げ	①滝 ②新猪谷、宮下
電源確保	①系統電源関連機器の上部階への移設、ダム用予備電源をダム天端標高へ移設	①滝
動力および監視制御機器等の浸水防止	①ゲート巻上機室の移設 ②防水壁の嵩上げ	①称名川第二 ②中御所



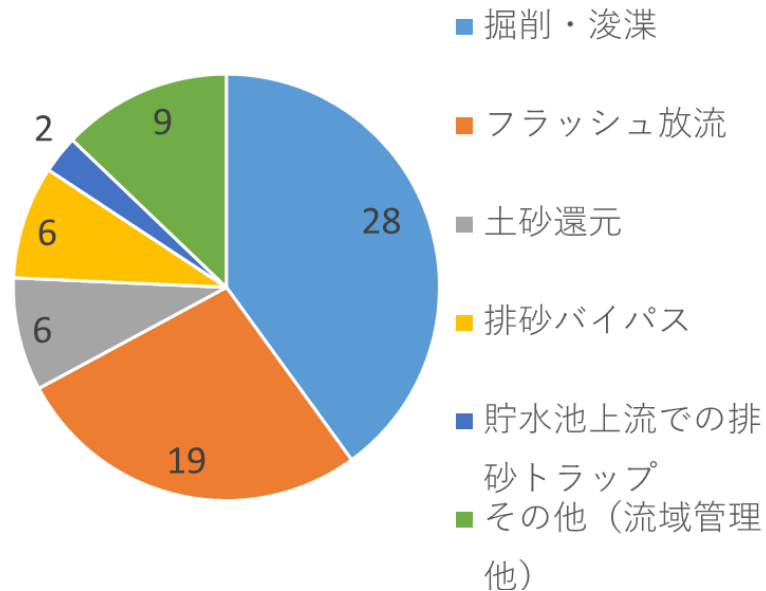
称名川第二発電所
チロリアン式取水口(スクリーン設置前)

太田川発電所蓋工設置状況



2) Sub-Task 3 堆砂管理 (国内・海外文献調査より)

● 排砂管理方法

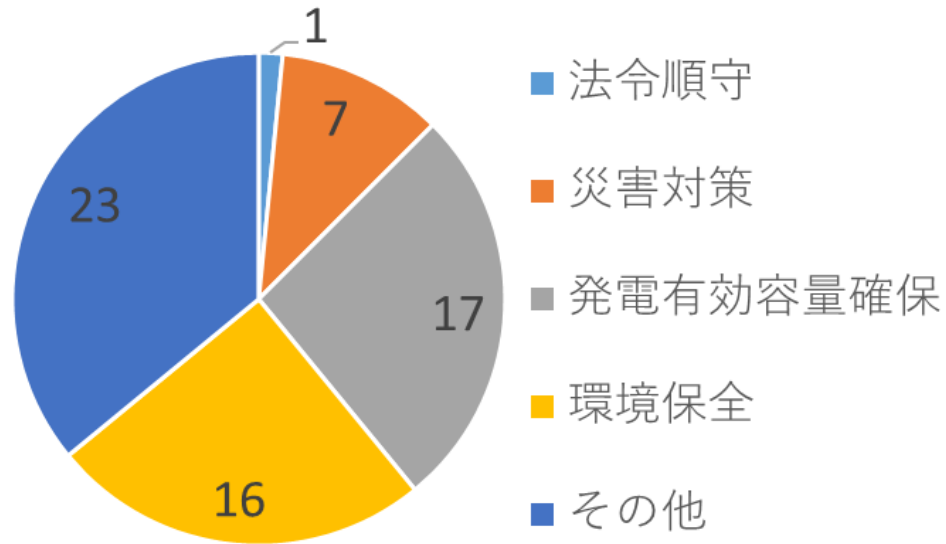


※対象件数:38件(国内28件、海外10件)

- 掘削・浚渫が一番多く、それについてフラッシュ放流と続いており、広く知られた排除方法が国内・海外に関係なく実施されている。
- その他の対策として、ダム運用ルールの変更、流域管理による土砂生産量の削減などが実施されている。

2) Sub-Task 3 堆砂管理

● 堆砂管理の必要性



- 「その他」が23件と多く、その内容のほとんどがダム・ダム設備の設備維持を目的としている。
- 設備維持は「法令順守」、「災害対策」、「発電有効容量確保」、「環境保全」に細分されると考えられる。

※対象件数:38件(国内28件、海外10件)

堆砂管理の必要性は、

- ◆ 発電有効容量の確保
- ◆ 環境保全

2) Sub-Task 3 堆砂管理

● 堆砂の増加要因

- 堆積の増加が明記している事例は38事例中の9事例
- 堆砂の増加の原因は、下表による。(要因は全て洪水である。)

No.	堆砂増加要因	事例箇所
1	豪雨後の堆砂増加	大正池取水ダム
2	脆弱な部分を多く内在する地質を有し、かつ地形が急峻な上流域	下久保ダム
3	ダム上流の大規模崩壊地	高瀬ダム、矢作ダム
4	2014年の歴史的な洪水	ジラウダム
5	台風による大規模な洪水と地震の相乗効果による地滑り	ビンガダム

➤ ダム上流の崩壊地の存在を示唆する事例もあるため、上流での洪水・崩壊地の対策が下流の堆砂対策の解決策につながると考えられる。

2) Sub-Task 3 堆砂管理

● 堆砂管理における課題と対応事例

No.	課題	対応事例
1	対応不可能量の土砂流入	上流における土砂流出防止工事等
2	安定的な土砂置き場の確保	できない場合、ダム下流河川への置き土
3	搬出路の未整備	進入路新設・整備
4	公共道路への騒音・振動	ベルトコンベアによる土砂搬出
5	限定的な洪水吐ゲートからの堆砂対策放流のため、計画堆砂量以下にならない	堆砂排出運用の見直し

➤ いずれの課題も発電事業者単独で決定することが困難な内容であるため、関係者との調整が不可欠であることが、潜在的な重要課題であると考えられる。

2) Sub-Task 3 堆砂管理

● 堆砂管理に伴うダム下流への環境影響と軽減策

N 0.	環境影響内容	軽減策	事例箇所
1	濁水による下流への影響	堆砂対策放流は濁水対策として出水時に実施	奥吉野発電所
2	下流への砂供給量減	下流で砂利採取を行っている事業者が、ダムから直接砂利採取を行うよう対応	下久保ダム
3	景勝地への影響	土砂混じり貯留水の取水防止のための浚渫	名頃ダム、霞沢発電所、西山発電所
4	ヘドロ化した堆砂の排出による魚類への影響	ダムの土砂堆積の低減 排砂時のSS濃度を抑制 自然流下時間・回数の増 河川から海岸までの土砂管理	宮ヶ瀬ダム、出し平ダム・宇奈月ダム、佐久間ダム、矢作ダム、一庫ダム、長安口ダム、瀬戸石ダム、耳川水系ダム、真名川ダム、高瀬ダム、ジラウダム、
5	土砂の車両運搬時の騒音	道路改修、長距離コンベアの建設等	小渋ダム、川迫ダム・九尾ダム
6	未記載	貯水池上下流での生態系影響のモニタリング	津軽ダム、美和ダム、ソリスダム、畑薙第一発電所

2) Sub-Task3 堆砂管理

● 堆砂管理の事例

事例名	堆砂管理の概要	基本方針内容	環境への影響	影響軽減策と課題
黒部川 出し平ダム 宇奈月ダム連携排砂	<ul style="list-style-type: none"> ・フラッシュ放流 ・スルーシング 	<ul style="list-style-type: none"> ・利水、治水機能の維持 ・下流河川の河床低下防止 ・海岸浸食の進行抑制 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘドロ化した堆砂の排出による魚類への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダムの土砂堆積の低減 ・排砂時のSS濃度を抑制 ・自然流下時間・回数の増 ・河川から海岸までの土砂管理
井川ダムでの取組	<ul style="list-style-type: none"> ・浚渫 ・河床整形 	<ul style="list-style-type: none"> ・放流施設の埋没防止 	N/A	N/A
佐久間ダムでの取組	<ul style="list-style-type: none"> ・浚渫 ・掘削(砂利掘削) ・フラッシュ放流 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム・貯水池機能の維持 ・上流域冠水対策 ・流砂系における土砂移動の連続性の確保 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> ・ダムから海岸までの流砂系の改善
官民一体による奈良県天川村における長期的なダム堆砂処分地確保の取組み	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム上流域の浸水被害の防止 ・ダム利水容量の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・公共道路への騒音・振動 	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな土捨て場の設置による影響軽減
瀬戸石ダムでの取組	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削(砂利掘削) ・フラッシュ放流 ・スルーシング 	<ul style="list-style-type: none"> ・通砂／排砂運用による上流の洪水被害の防止 ・土砂移動による下流河川、海域の環境改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・堆砂による水位上昇に伴う上下流域への水害被害の懸念 	<ul style="list-style-type: none"> ・徹底的な堆砂除去(流域住民との協議)

● 堆砂管理の事例(続き)

事例名	堆砂管理の概要	基本方針内容	環境への影響	影響軽減策と課題
耳川水系総合土砂管理計画	・スルーシング	・森林保全や治山・砂防の推進による土砂・流木の流出抑制 ・土砂移動の連続性の回復	N/A	・下流の河川環境改善
秋葉ダム	・浚渫、掘削	・土地冠水問題の解消	N/A	N/A
大正池取水ダム	・浚渫	・発電有効容量確保のために浚渫工事を実施	N/A	・浚渫工事については、有識者による環境への影響調査を踏まえ、昭和52年より継続的に実施している。(N/A)
畑薙第一発電所	・浚渫(湖内移動)	・ダム底部放流設備の機能維持のための堆砂対策	・ダム下流域の生態系への環境影響	・畑薙第一ダム貯水池は下流地域の利水補給を担っており、発電不可時に備えダム底部放流設備を有しており、下流河川が濁っている時期に合わせ漂流を実施している。

ありがとうございました。

終