



Task17 2025年度・活動報告

Measures to Enhance the Climate Resilience of Hydropower

一般財団法人 電力中央研究所
シニアエキスパート 博士（工学）
西内 達雄（Task-17 タスク・マネージャー）

発表の内容



1. 概要

1.1 調査期間

1.2 目的

1.3 調査した設備

1.4 Taskの内容

2. 活動経緯

3. 最終報告書の内容

3.1 Subtask1:潜在的な自然災害と適切な対策

3.2 Subtask2: 異常洪水による水力発電設備への減災対策

3.3 Subtask3: 貯水池の堆砂管理

4. 教訓

4.1 教訓 Subtask1

4.2 教訓 Subtask2

4.3 教訓 Subtask3

4.4 好事例の紹介 Subtask3

1. 概要

1.1 調査期間

2021年3月～2026年3月

1.2 目的

タスク17の目的は、気候変動によって増大するリスクに対して、水力発電事業者がとるべき具体的な対策を検討することであり、その目的は以下の通りである：

- 洪水災害やその他の関連リスクについて、リスクを特定し、対策を検討する。
- 調査結果から得られた貴重な知見を報告する。

1.3 調査した設備数

Subtask1: なし

Subtask2: 共通のアンケート 1030箇所、個別アンケート&文献調査 50箇所

Subtask3: 共通のアンケート 1030箇所、個別アンケート&文献調査 40箇所

1.4 Taskの内容



Subtask1

気候変動が引き起こす潜在的な自然災害の予測と対策、電力施設の安全点検のための設計基準の評価
(Coordinating country: Switzerland)

- 水力発電所に対する気候変動の潜在的影響を概観し、起こりうる影響を予測し、気候変動の影響に対する回復力を強化するための先制的な対策と革新的な設計基準。



1.4 Taskの内容



Subtask2

異常洪水による水力発電設備被害への
減災対策
(Coordinating country: Japan)

- 過去の運用や災害経験等に基づいた、水力発電設備の安全性を向上させるための対策。



1.4 Taskの内容



Subtask3

貯水池の堆砂管理 (Coordinating country: Japan)

- 環境への影響、費用対効果、技術を考慮した上流から下流に至るまでの土砂除去方法。



2. 活動経緯



ExCO: IEA Hydro執行委員会
Expert Meeting: IEA Hydro専門家会合

2021年	3月	第38回ExCO Task17の提案書の承認
	10月	第39回ExCO Task17に関する審議と基本的な承認
	7~12月	事例文献調査実施・国内アンケート調査実施
2022年	1月	国内委員会 提案書の見直しの協議 (Subtask1の追加)
	3月	第40回ExCO 提案書見直しの承認
	11月	第41回ExCO Task17の進捗状況報告
	12月	Expert Meeting 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 Task17の進捗状況報告と今後の方向性の確認
	10月	第43回ExCO 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
2024年	5月	第44回ExCO Task17の進捗状況報告
	8~11月	国内専門委員会、国内委員会 Subtask2と3について、取りまとめの方向性確認
	11月	第45回ExCO Task17のとりまとめの方向性の確認
2025年	2月	国内専門委員会、国内委員会 Task17 最終報告書について (Subtask2及び3)
	3月	国内報告会 Task17 最終報告書発表 (Subtask2及び3)
	5月	国内専門委員会、国内委員会 Task17 最終報告書について意見募集 (Subtask1~3)
	5月	第46回ExCO Task17 最終報告書について意見募集
	9~10月	国内専門委員会、国内委員会 Task17 最終報告書 (修正版) を報告
	10月	第47回ExCO Task17 最終報告書 (修正版) を報告
	12月	Task17最終報告書をIEA水力実施協定事務局に提出

3. 最終報告書の概要



CONTENTS

- The International Energy Agency and the Technology Collaboration Programme i
- Contents iii
- Table of Figures vi
- Table of Tables vii
- Acknowledgments ix
- List of Abbreviations x
- Executive Summary xi
- 1 Introduction 1
 - 1.1 Background 1
 - 1.2 Objectives of Task 17 1
 - 1.3 Sub-Tasks of Task 17 1
- 2 Sub-Task 1: Potential Natural Hazards and Suitable Countermeasures 2
 - 2.1 Introduction and Overview 2
 - 2.1.1 Objectives 2
 - 2.1.2 Scope 3
 - 2.1.3 Task Activities 3
 - 2.2 Literature Review 3
 - 2.2.1 The "Climate Resilience Guide" of the International Hydropower Association 3
 - 2.2.2 The New Guideline "How-To Guide on Climate Resilience" of the Hydropower Sustainability Alliance (HSA) 5
 - 2.3 Case Studies of Hydropower Plants with Implemented Preemptive Countermeasures Against Climate Change Impacts 6
 - 2.4 Measures Against Climate Change Impacts on Hydropower Components in General 6
 - 2.4.1 Climate Change Impacts in the European Alps 6
 - 2.4.2 Switzerland and Austria 7
 - 2.4.3 Experience from High Mountain Areas 8
 - 2.4.4 Other Countries 8
 - 2.4.5 Other Effects from Climate Change 8
 - 2.5 Conclusions 9
- 3 Sub-Task 2 Countermeasures to Mitigate Damage to Hydropower Plant Facilities Caused by Extreme Floods 10
 - 3.1 Objectives of Sub-Task 2 10
 - 3.2 Study Method 11
 - 3.2.1 Scope of Works 11
 - 3.2.2 Sub-Task 2 Activities 11
 - 3.2.3 Method of the Questionnaire Survey and Literature Survey 11
 - 3.3 Basic Policy of the Study 12
 - 3.3.1 Organizing the Fundamental Principles 12

- 3.3.2 Specific Disaster Cases Caused by Extreme Floods Due to Climate Change 12
- 3.3.3 Method of Analysis and Evaluation 13
- 3.4 Recent Disasters in Japan 14
 - 3.4.1 The General Trend of Flood Disasters to Hydropower Facilities 14
 - 3.4.2 Targets of General Questionnaire Survey 14
 - 3.4.3 The Result of General Questionnaire Survey 15
 - 3.4.4 The General Trend of Flood Disasters to Hydroelectric Power Facilities 19
- 3.5 Analysis and Evaluation of the Individual Questionnaire Survey and the Literature Survey 19
 - 3.5.1 Organizing Disasters 19
 - 3.5.2 Elements of Enhancing Resilience to Climate Change 21
 - 3.5.3 Resilience Enhancement Measures 21
 - 3.5.4 Challenges in Implementing Resilience Enhancement Measures 23
- 3.6 Lessons learned from Individual Questionnaire Survey and Literature Survey 24
- 3.7 Introduction of Other New Technologies and Initiatives Contributing to Enhancing Resilience to Climate Change 25
- 4 Sub-Task 3 Reservoir Sediment Management 27
 - 4.1 Objectives of Sub-Task 3 27
 - 4.2 Study Method 28
 - 4.2.1 Scope of Works 28
 - 4.2.2 Task Activities 28
 - 4.2.3 Method of the Questionnaire Survey and Literature Survey 28
 - 4.3 Recent Sediment Management in Japan 29
 - 4.3.1 Targets of General Questionnaire Survey 29
 - 4.3.2 Results of The General Questionnaire Survey 29
 - 4.3.3 General Trend in Sediment Management 31
 - 4.4 Analysis and Evaluation of the Individual Questionnaire Survey and the Literature Survey 32
 - 4.4.1 Necessity of Sediment Management 32
 - 4.4.2 Organizing Sediment Management Methods 34
 - 4.4.3 Evaluation of Sediment Management 38
 - 4.4.4 Challenges in Implementing Sediment Management 41
 - 4.5 Lessons Learned from Individual Questionnaire Survey and Literature Survey 43
 - 4.6 Introduction of Good Practices 44
 - 4.6.1 The Cooperating Sediment Flushing in the Case of Unazuki Dam and Dashidaira Dam in Kurobe River (MLIT, KEPCO) 44
 - 4.6.2 Case of Integrated Sediment Management Plan in Mimikawa River System (Kyushu EPCO) 50

- 5 References 65
- Appendix A : Organization of Disasters (Weather Conditions, Overview of the Disaster, Causes of the Disaster) (Sub-Task 2) 66
- Appendix B : Overview of Renovation Works and Elements of Enhancing Resilience for Climate Change (Sub-Task 2) 82
- Appendix C : Resilience Enhancement Measures for Climate Change (Sub-Task 2) 91
- Appendix D : The Challenges of Implementation of Enhancement Measures for Climate Change (Sub-Task 2) 96
- Appendix E : General Information of the Project (Sub-Task 2) 99
- Appendix F : Organizing the Necessity of Sediment Management (Sub-Task 3) ... 104
- Appendix G : Organizing Methods of Sediment Management (Sub-Task 3) 113
- Appendix H : Effects and Evaluations of Sediment Management (Sub-Task 3) 121
- Appendix I : General Information of the Project (Sub-Task 3) 135

3. 最終報告書の概要



要旨

近年、気候変動に伴うリスクは世界共通の懸念事項となっている。自然災害リスクの増大に対する懸念が高まる中、発電事業者は発電施設の安全確保と電力の安定供給という役割を担うことが不可欠。

(Subtask1) 本調査は、気候変動によって引き起こされる可能性のある自然災害に焦点を当て、水力発電事業者が実施すべき設計基準と緩和策を検討した。気候変動が水力発電施設に与える影響を評価し、その安全性確保と災害リスク軽減のための積極的な戦略を策定するため、技術文書と事例研究を収集・検討した。

(Subtask2) 本調査は、気候変動を背景とした水力発電施設の災害復旧プロジェクトにおけるレジリエンス強化に焦点を当てた。気候変動に起因する災害に関する情報収集のため、アンケート調査と文献調査を実施し、復旧プロセスにおけるレジリエンス強化策を特定・整理した。

(Subtask3) 本調査は、気候変動の状況下における貯水池堆積物管理に焦点を当て、貯水池の有効容量を維持し、効率的な発電運用を確保することを目指した。堆積物管理の方法と技術を検討するためにアンケート調査と文献調査を実施し、堆積問題の分析と評価を通じて優良事例を収集した。

3.1 潜在的な自然災害と適切な対策 (Subtask1)



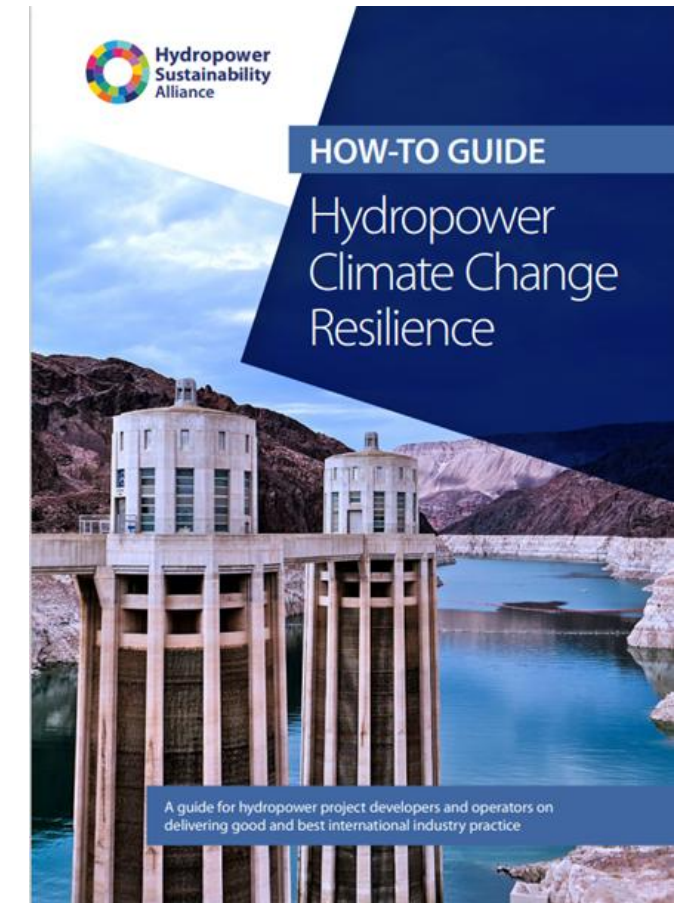
文献レビュー

水力発電持続可能性同盟（HSA）は、IHA加盟団体AFRYと共同で、2025年に水力発電部門に関する優れた報告書「水力発電の気候変動レジリエンスを導く方法」を出版した。

事例研究

水力発電所における気候変動の影響に対する具体的な予防措置の事例は確認できなかった。

そこで、計画中または既存の水力発電プロジェクトの気候変動レジリエンスを強化するための適応策の必要性を調査するためのアプローチ例の概要を示す。

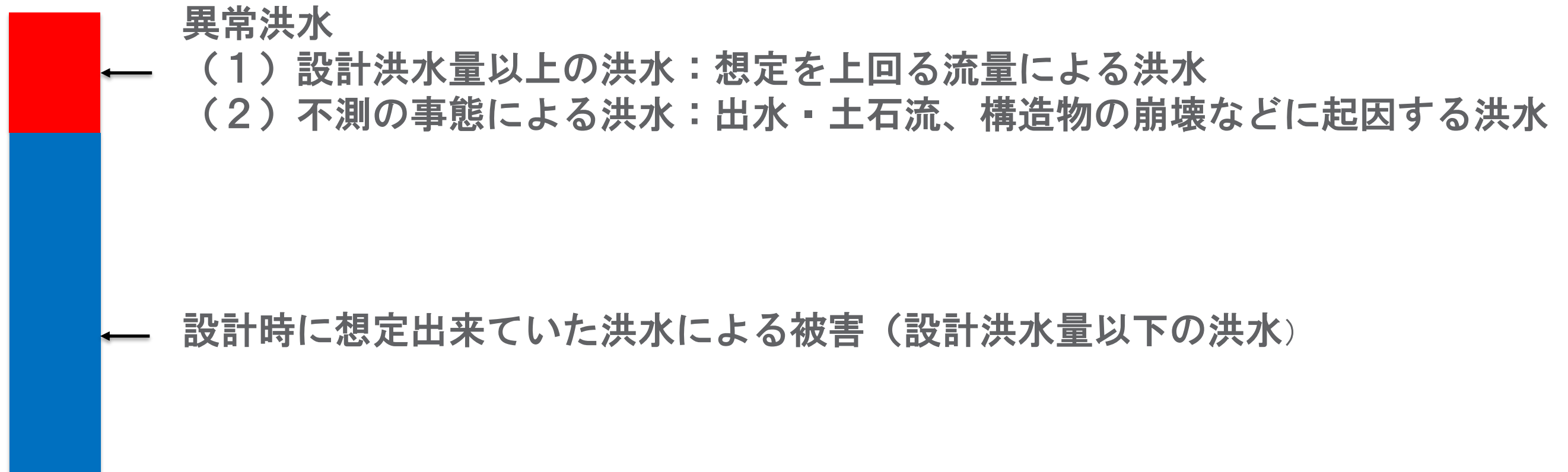


Cover page of the How to Guide Hydropower Climate Change Resilience,
Download: <https://www.hydropower.org/publications/how-to-guide-on-climate-resilience>

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)



3.2.1 異常洪水の概念



3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.1 異常洪水の概念

文献調査及びアンケート結果をまとめると、異常洪水は次のように整理される

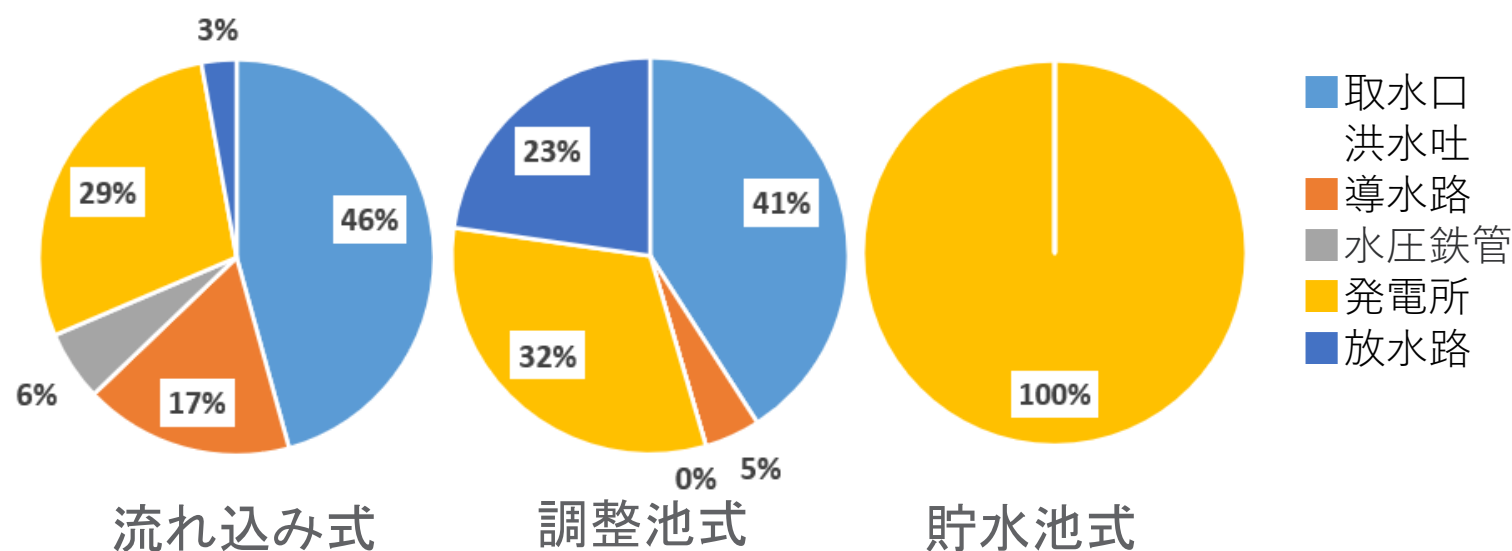
災害のケース	具体的な事象例
設計洪水量以上の洪水	<ul style="list-style-type: none"> 設計時の想定以上の洪水
不測の事態による洪水	<ul style="list-style-type: none"> 上流からの土砂の流入 河川流域の斜面崩壊による河川のせき止め（水位上昇） 発電設備周辺の予期せぬ場所からの大量出水、土砂流入 その他

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

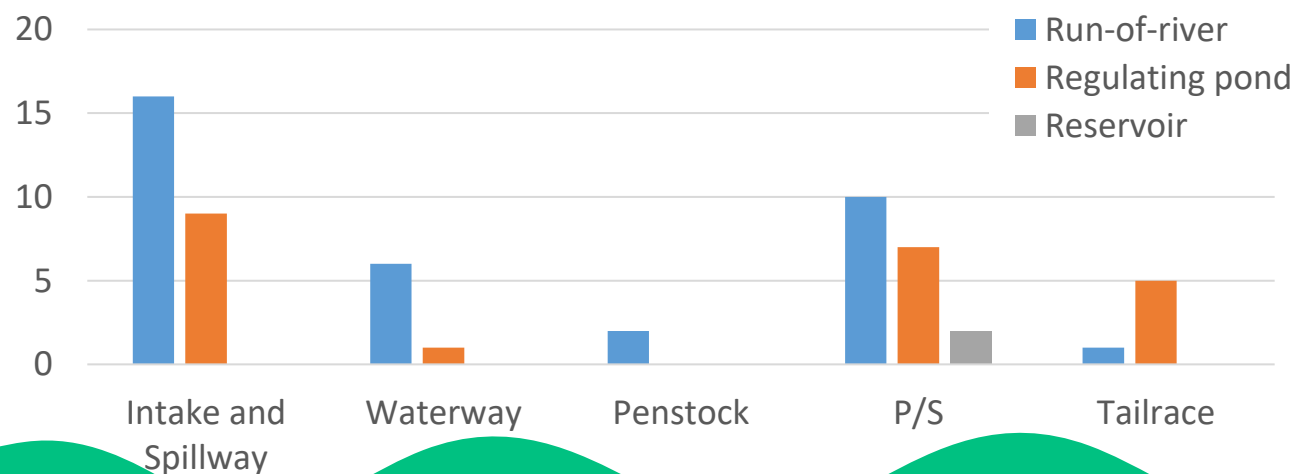
3.2.2 洪水被害の整理

水力発電所の洪水被害調査結果 (国内)

Type	被災数	被災原因		
		洪水	土砂	両方
流れ込み式	21	14	1	6
調整池式	14	6	0	8
貯水池式	2	0	0	2



Damage parts of facilities



流れ込み式では、46%の被害が取水口や洪水吐に集中していた。

調整池式では、41%の被害が取水口や洪水吐に生じており、発電所や放水路での被害がそれに続いている。

貯水池式で、被害は発電所に生じている。

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.2 洪水被害の整理

構造物別被害概要 (流れ込み式)

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

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)



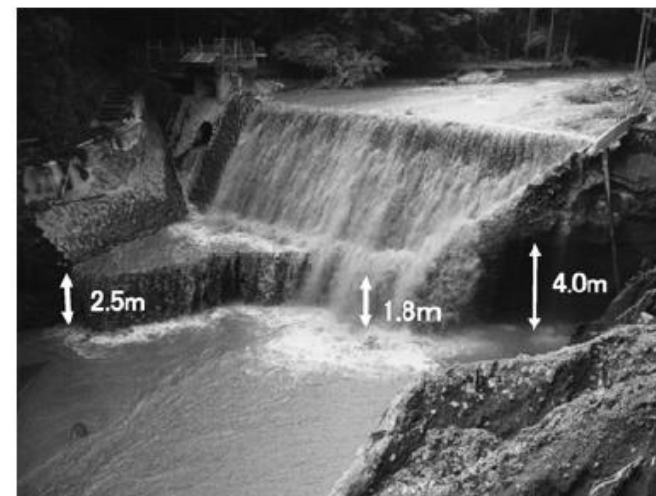
3.2.2 洪水被害の整理

構造物別被害概要 (調整池式)

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



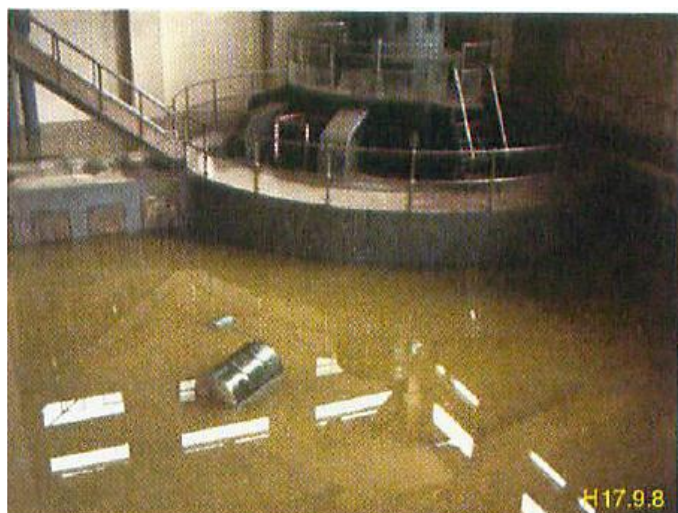
須川発電所上野川取水堰被災状況

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.2 洪水被害の整理

構造物別被害概要 (貯水池式)

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

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.3 気候変動へのレジリエンス強化対策 (1/5)

構造物	設計洪水量を超える災害への対策	不測の事態による災害への対策 (出水・土石流)
全体	<ul style="list-style-type: none"> 設計洪水量の見直し 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 	<ul style="list-style-type: none"> 河川整備計画と整合させる
貯水池、調整池		<ul style="list-style-type: none"> 河川整備計画と整合した調整池内の継続的な浚渫の実施 河川整備計画と整合した調整池内護岸、導流壁等の整備

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.3 気候変動へのレジリエンス強化対策 (2/5)

構造物	設計洪水量を超える災害への対策	不測の事態による災害への対策（出水・土石流）
取水設備 （取水堰、取水ダム、取水口）	<ul style="list-style-type: none"> 取水堰の拡幅（流下能力の向上） 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） 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.3 気候変動へのレジリエンス強化対策 (3/5)

構造物	設計洪水量を超える災害への対策	不測の事態による災害への対策 (出水・土石流)
洪水吐	<ul style="list-style-type: none"> ゲート巻き上げ室を高所に移設 (操作盤機器の水没防止) 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を設置) ゲート操作盤の高所への移設 洪水吐の強化 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水吐の改良
導水路	<ul style="list-style-type: none"> 水圧管路の移設 	<ul style="list-style-type: none"> 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

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.3 気候変動へのレジリエンス強化対策 (4/5)

構造物	設計洪水量を超える災害への対策	不測の事態による災害への対策 (出水・土石流)
発電所	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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)

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.3 気候変動へのレジリエンス強化対策 (5/5)

構造物	設計洪水量を超える災害への対策	不測の事態による災害への対策 (出水・土石流)
放水口、 放水路	<ul style="list-style-type: none"> 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低減) 放水庭構造の見直し (越流しない構造に改める) 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.4 レジリエンス強化対策と実施上の課題 (1/2)

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	河川整備計画との整合、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	地域利害関係者、地権者等からの合意（了解）の取付
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）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種環境への対策が必要 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 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） ・ 施工時期（観光シーズン不可）景観配慮等 ・ 施工方法等への規制 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 大型機械、重機等の利用制限
②気象条件に起因する制約	施工時期 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 出水時期（渇水期に工事を限定） ➢ 豪雪時期

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.4 レジリエンス強化対策と実施上の課題 (2/2)

対策工事のステージ	課題
2. 対策工事の実施	
③地形やインフラ整備状況による制約	<ul style="list-style-type: none"> • インフラの未整備・アクセス困難 • 工事用地がない、狭い <ul style="list-style-type: none"> ➢ 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	<ul style="list-style-type: none"> • アクセス道路の流失 • 斜面崩壊の危険がある <ul style="list-style-type: none"> ➢ 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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。このような場合には、同規模の洪水が発生した場合の被害を軽減するための対策を講じる必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 水密性の向上 ➢ 防水壁の改善
⑥その他（廃材の活用）	<ul style="list-style-type: none"> • 工事で発生した砕石、残土の活用

3.2 異常洪水による水力発電設備への減災対策 (Subtask2)

3.2.5 そのほかの減災対策 (主にソフト面)

予測手法の精緻化

- アンサンブル予測雨量を用いた洪水時ダム操作決定方法に関する研究
- アンサンブル降雨予測情報の発電ダム貯水池高度運用への適応検討
- ダム流入予測の精度向上および発電運用最適化技術の高度化の取り組み

モニタリング技術の活用

- ダム下流の洗堀現象のモニタリングに関連した下流河床位測量の高度化に関する事例紹介
- カメラ/AI技術を用いた導水路内部点検高度化の取り組み

河川管理者による取り組み

- あらゆる関係者により流域全体で行う「流域治水」への転換
- 気候変動の影響を反映した治水計画等への見直し
- 防災/減災のためのすまい方や土地利用の推進
- 災害発生時における人流/物流コントロール
- 交通/物流の機能確保のための事前対策
- 安心/安全な避難のための事前対策
- インフラ老朽化対策や地域防災力の強化
- 新技術の活用による防災/減災の高度化/迅速化
- わかりやすい情報発信の推進

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.1 堆砂管理の必要性

発電有効容量の確保

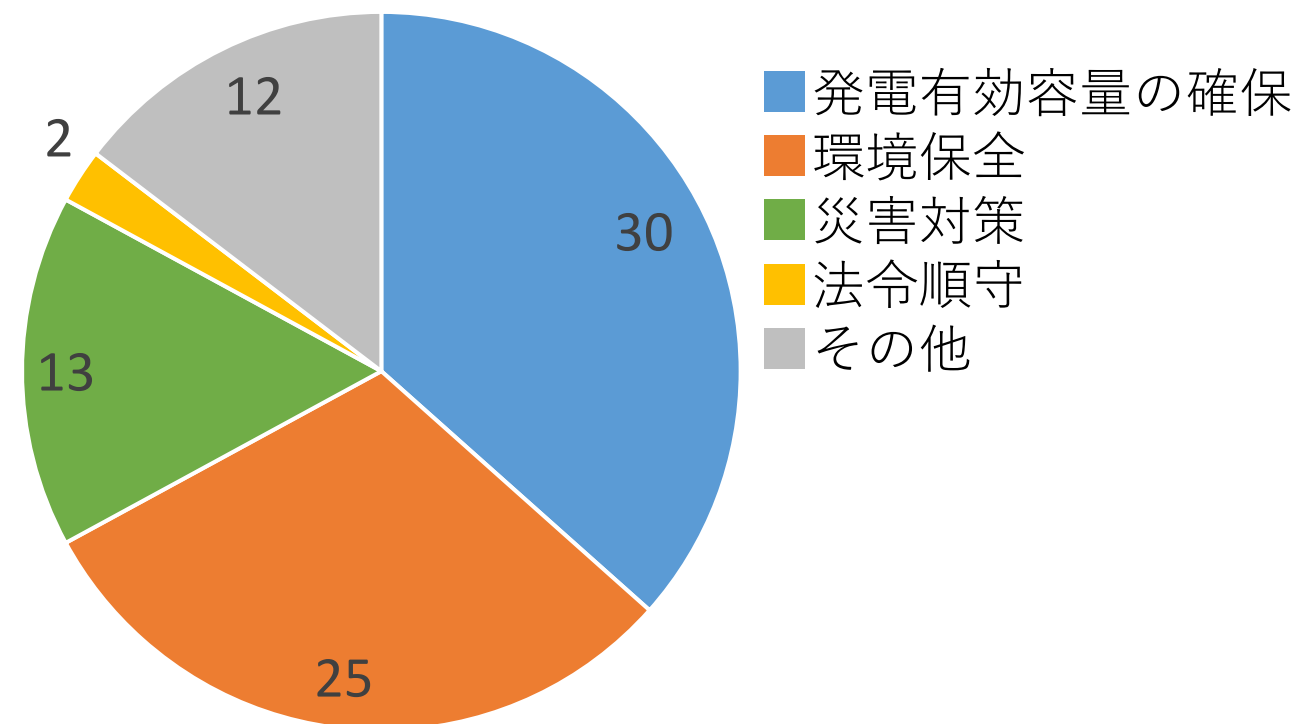
- ▶ 本調査が水力発電事業者を対象としていることから、ある意味当然の結果

環境保全

- ▶ ダム下流域の環境保全（生態系の保全）への配慮が最も多く、ダムの下流域の環境に細かな配慮をしていることが伺える

災害対策

- ▶ 貯水池の上流域での堆砂（河床上昇）によるバックウォーターの影響による上流域の冠水を防止する目的が多く上げられていた



※事例数：40 (日本: 28、海外：12)
※複数回答の結果を含む

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

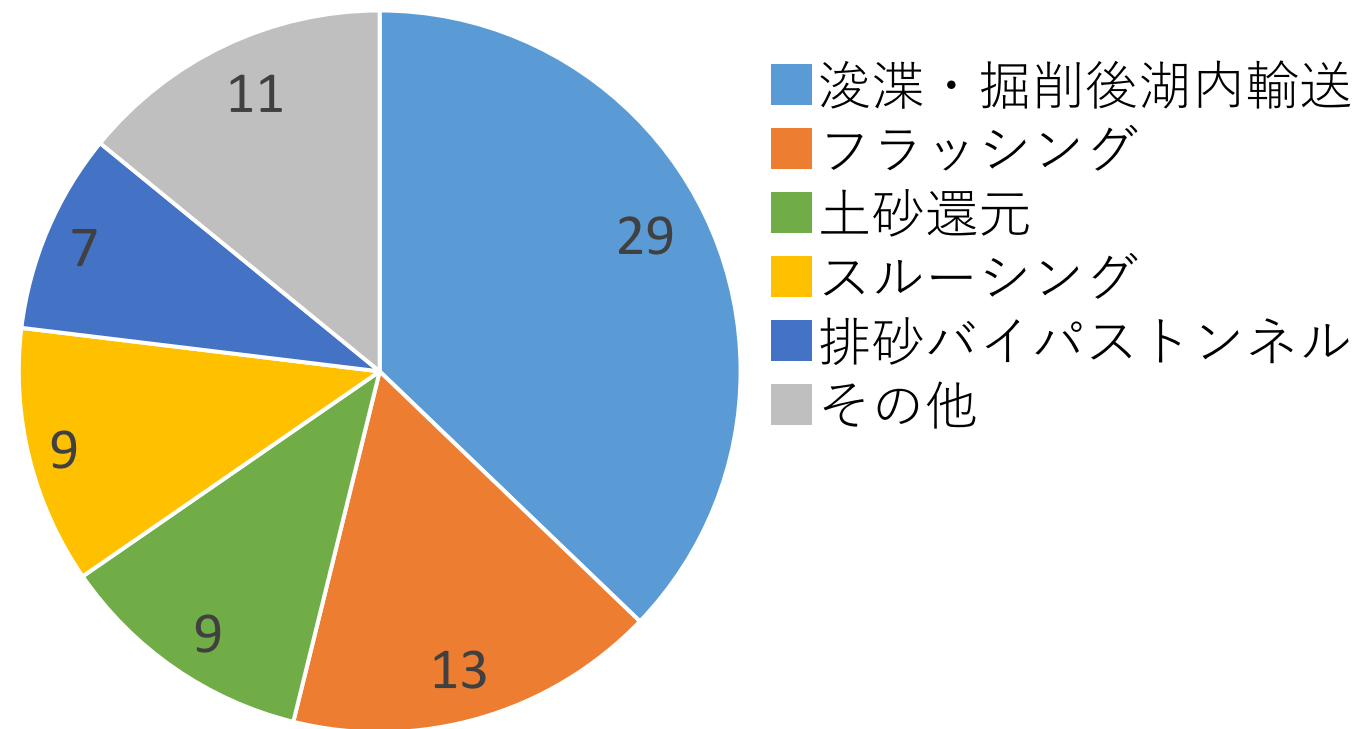
3.3.2 堆砂管理の方法

一般的な堆砂除去
(浚渫・掘削、土砂還元、
フラッシング、スルーシング)

▶ 日本や海外で広く実施されている

その他

▶ 通砂量を増加させたり、土砂生成量を減少
させるためにダム運用ルールを変更する
事例が見受けられた



※事例数：40 (日本: 28、海外：12)
※複数回答の結果を含む

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.2 堆砂管理の方法

日本での堆砂管理の方法(1/2)

ダム名	堆砂管理の方法	基本理念	環境への影響	環境への影響の対策と課題
出し平ダム、宇奈月ダム	<ul style="list-style-type: none"> フラッシング 通砂 	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池の機能確保 下流域の河床低下防止 海岸浸食の防止 	スラッジの排出による魚類への影響	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池内の土砂を削減 土砂除去時のSS濃度を抑制 自然河川の流下時間と流下時間の増加 ダム上流から海岸までの総合的な土砂管理
井川ダム	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫 河床改修 	<ul style="list-style-type: none"> 放水路の堆積物対策 	N/A	N/A
佐久間ダム	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫 掘削 フラッシング 	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池の機能確保 ダム上流の洪水防止 河川の土砂輸送システムの連続性の確保 	N/A	河川上流から海岸までの砂輸送システムの改善

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.2 堆砂管理の方法

日本での堆砂管理の方法(2/2)

ダム名	堆砂管理の方法	基本理念	環境への影響	環境への影響の対策と課題
川迫ダム及び九尾ダム	<ul style="list-style-type: none"> 掘削 	<ul style="list-style-type: none"> 官民協力による撤去土砂の処分場の確保ダム上流域の洪水防止貯水池の有効容量の確保 	公道での騒音と振動	新たな処分場の設置による影響の緩和
瀬戸石ダム	<ul style="list-style-type: none"> 掘削 フラッシング 通砂 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂の通過・除去作業による上流域の洪水防止 土砂輸送による下流河川および沿岸域の環境改善 	土砂堆積による水位上昇による上流・下流域への洪水被害の懸念	土砂の除去（関係者との調整）

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.2 堆砂管理の方法

堆砂の増加原因

- ・ 40件中9件が堆砂量の増加を示している。
- ・ 明確な増加理由を示しているのは下記のみである。

堆砂の増加原因	ダム名
大雨後の土砂増加	大正池ダム
地形的に急峻で、上流域は脆弱な地質条件であったこと	下久保ダム
ダム上流の大規模地すべり	高瀬ダム、矢作ダム
2014年の記録的洪水	Jirau Dam(Brazil)
台風による大規模な洪水、地震による土砂崩れ	Binga Dam(Philippines)

ダム上流は地すべりが多いので、地すべり対策は堆砂管理に影響を及ぼす。

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.2 堆砂管理の方法

貯水池はインフラの未整備な山間部に位置することが多く、それに伴う課題が生じる

課題	対策の例
対応不可能な多量の土砂流入	<ul style="list-style-type: none"> 上流における土砂流出防止工事等（森林保全、山間部の斜面崩壊防止、砂防工事）
土捨て場の確保	<ul style="list-style-type: none"> 地権者と交渉し、十分な容量を有する土捨て場の確保 ダム下流河川への置き土 貯水池死水域への移送 骨材・路盤材としての活用
除去した堆砂を搬出するための道路が未整備	<ul style="list-style-type: none"> 搬出路の整備・新設 ベルトコンベアーの導入
公共道路への騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 公共道路の整備 交通規制 ベルトコンベアーによる土砂搬出
洪水吐ゲートからの堆砂対策放流が限定的で、計画堆砂量以下にならない。	<ul style="list-style-type: none"> 堆砂排出運用の見直し（貯水池の水位を下げたスルーシング）

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.3 堆砂管理の課題

堆砂によるダム下流への環境影響とその緩和策

環境への影響	対策	ダム名
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 P/S
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
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P/S, 西山P/S
へ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・回数が増 河川から海岸までの土砂管理 	宮ヶ瀬、出し平、宇奈月、佐久間、矢作、一庫、長安口、瀬戸石、耳川水系ダム、真名川、高瀬ダム Jirau Dam (Brazil)
土砂の車両運搬時の騒音・振動	道路改修、長距離コンベアの建設等	小渋、川迫、九尾ダム
生態系への影響	貯水池上下流での生態系影響のモニタリング	宮ヶ瀬、美和、矢作、一庫、長安口、耳川

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.4 堆砂管理の評価

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

	発電有効容量の確保	環境保全	災害対策	法令順守	その他
効果あり	15	13	9	1	8
効果なし	2	0	0	0	0
不明（監視中）	13	12	4	1	4
合計	30	25	13	2	12
効果があった割合	50%	52%	69%	50%	67%

※事例数：40 (日本: 28、海外：12)

※複数回答の結果を含む

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.4 堆砂管理の評価

評価結果:

- およそ50%の施設は堆砂管理の主要課題である発電有効容量の確保や環境保全について、目的を達成できている。
- 一方で残りの半数については効果なしもしくは不明という状況である。
- 同様の傾向が法令順守と災害対策の項目でも確認できる。

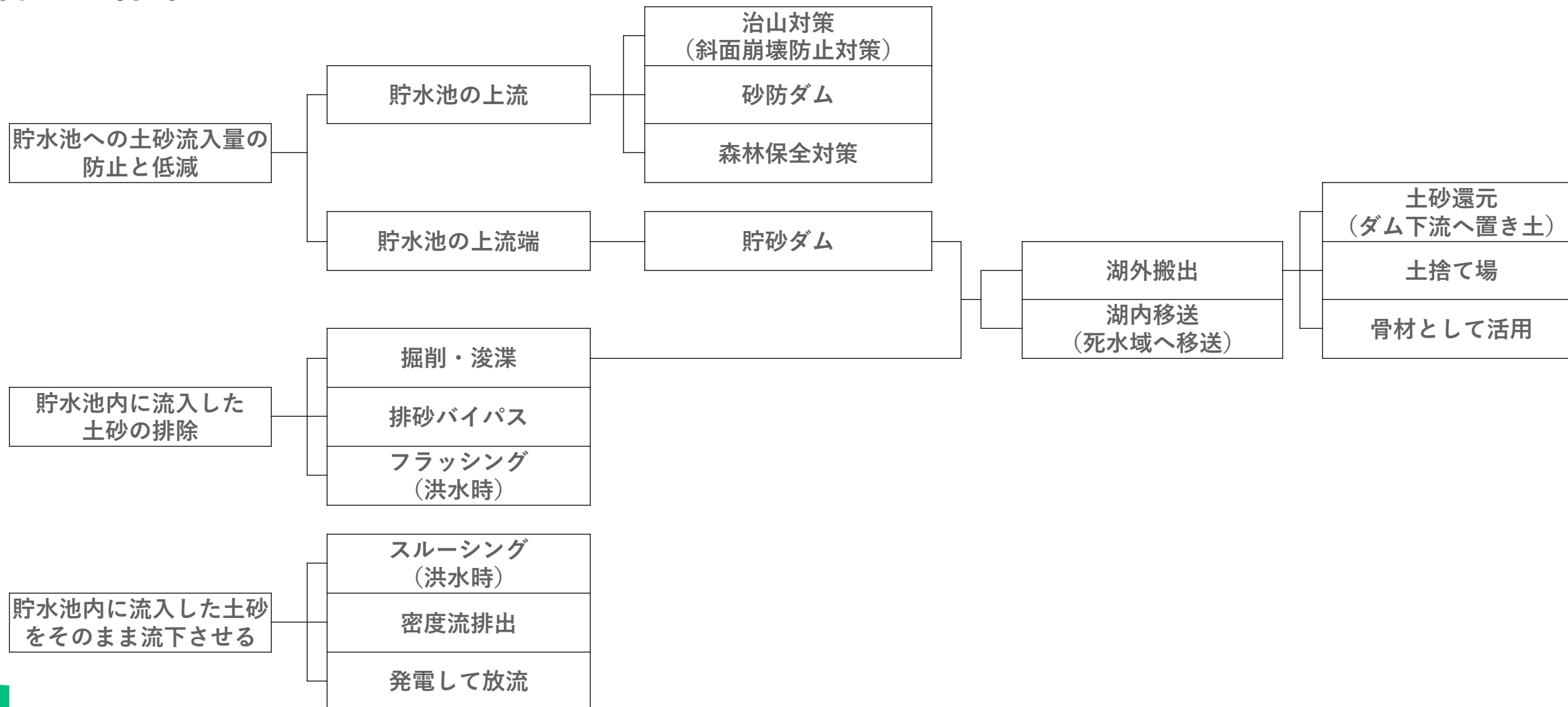
提言:

- 堆砂管理の問題は長期間にわたる重要な問題である。そのため、これらの主要課題の状況を長期かつ継続的な監視を行うことが重要である。

3.3 貯水池の堆砂管理 (Subtask3)

3.3.4 堆砂管理の評価

堆砂管理の体系化



4.1 教訓 Subtask1



本調査では、水力発電所への気候変動の影響と予防的対策に関する技術文書および事例を収集・評価した。

しかしながら、気候変動の影響に直接関連する具体的な事例は確認されなかった。

今後、より予防的な対策が蓄積され、技術基準が整備され、今後の課題として検討されることを期待する。

4.2 教訓 Subtask2



新たな異常洪水に対して、構造物を改善すれば対応可能な場合には、構造物の改善により、異常洪水に適切に対応すればよい。

しかし、発電所設備の地点によっては、地形的な制約、構造物取壊し上の制約、コスト上の制約等、により構造物の改造が困難な場合も多く存在する。そうした場合には異常洪水を安全に流下させることは困難である。仮に再び同規模な異常洪水に見舞われた場合には、洪水被害を受けることになる。その際は、災害を可能な限り小さくするための減災対策が極めて重要となる。

今回の調査から、この減災対策には電気設備関連の水没による被害（制御不能）を防止することが有効であると考えられ、次の点に留意することを教訓として得た。

- ゲートその他の発電所内の電気機器の制御パネルを洪水で水没しない高所に移動させる。
- 発電所設備への水の侵入を可能な限り防止する。（水密性を向上させる）
- 発電設備周辺の排水処理能力を向上させる。
- 洪水予測の精度向上と発電所の運用方法の最適化を図る。

4.3 教訓 Subtask3



1. 堆砂管理は水力電気事業者のみで実施できるものではない。
2. 堆砂管理を円滑に実施するためには、次の点に留意する必要がある。
 - 堆砂管理計画は河川管理者が管理する「河川整備」計画と整合していること。
 - 堆砂管理計画実施時には、流域の利害関係者、土地所有者、住民の合意を得ること。
 - 実施中には、上流から下流および沿岸地域までの流域全体の環境保全に注意を払うこと。
(植物相、動物相、魚類など、および堆砂の移動を考慮)
 - 堆砂管理が環境に与える影響を常に理解するために、定期的かつ継続的なモニタリングを実施すること。

4.4 好事例の紹介 Subtask3



Subtask3の最終章には、前述の教訓が十分に考慮された好事例 2 件を掲載した。

1. 黒部川水系 出し平ダム、宇奈月ダム連携排砂（関西電力）
2. 耳川水系 総合土砂管理計画（九州電力）

* 詳細な内容は、最終報告書を参照願います

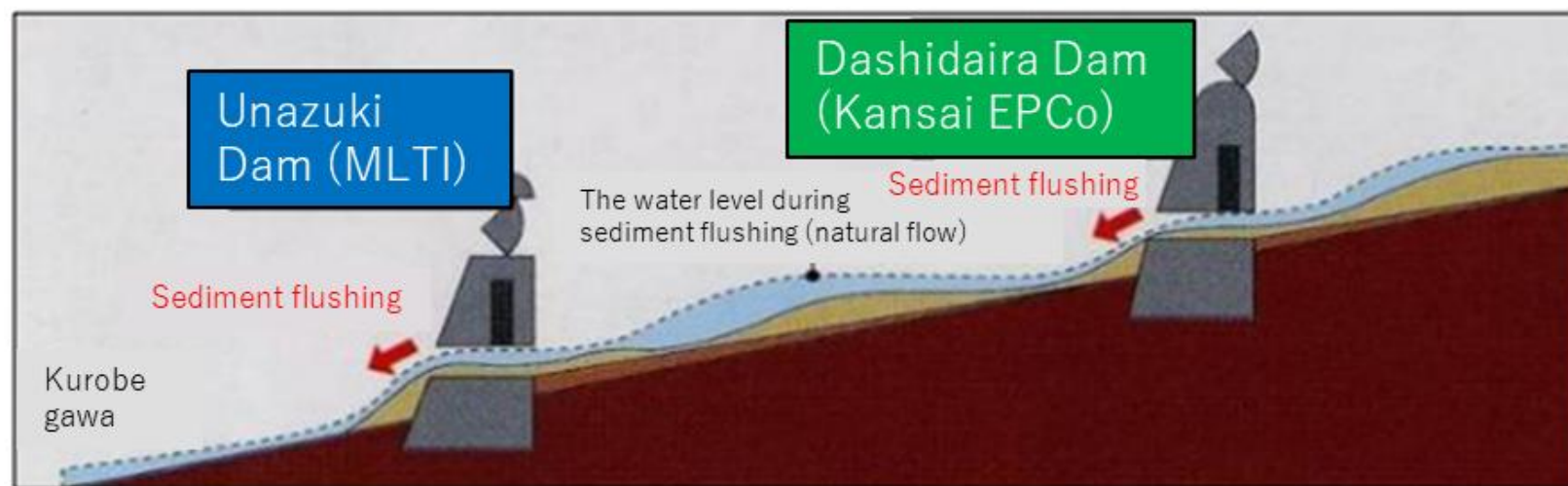
4.4 好事例の紹介 Subtask3

好事例の紹介 1件目

黒部川宇奈月ダムと出し平ダムにおける連携排砂（国土交通省、関西電力）

2006年から2009年にかけて、黒部川の開発計画や整備方針が策定された。これらに基づき、国土交通省は宇奈月ダムと連携した排砂活動に着手した。

出し平ダムと宇奈月ダムは連携して排砂活動を行い、河川の自然流力を利用して下流に堆積した土砂を効率的に排出している。



黒部川における連携排砂

黒部川ダム排砂協議会からの評価

「水質、底質、生態系等の環境調査の結果、協調排砂及び土砂通過は一時的な環境変化をもたらしたが、自然洪水状態と比較して大きな影響はなかった」

* 詳細な内容は、最終報告書を参照願います

4.4 好事例の紹介 Subtask3

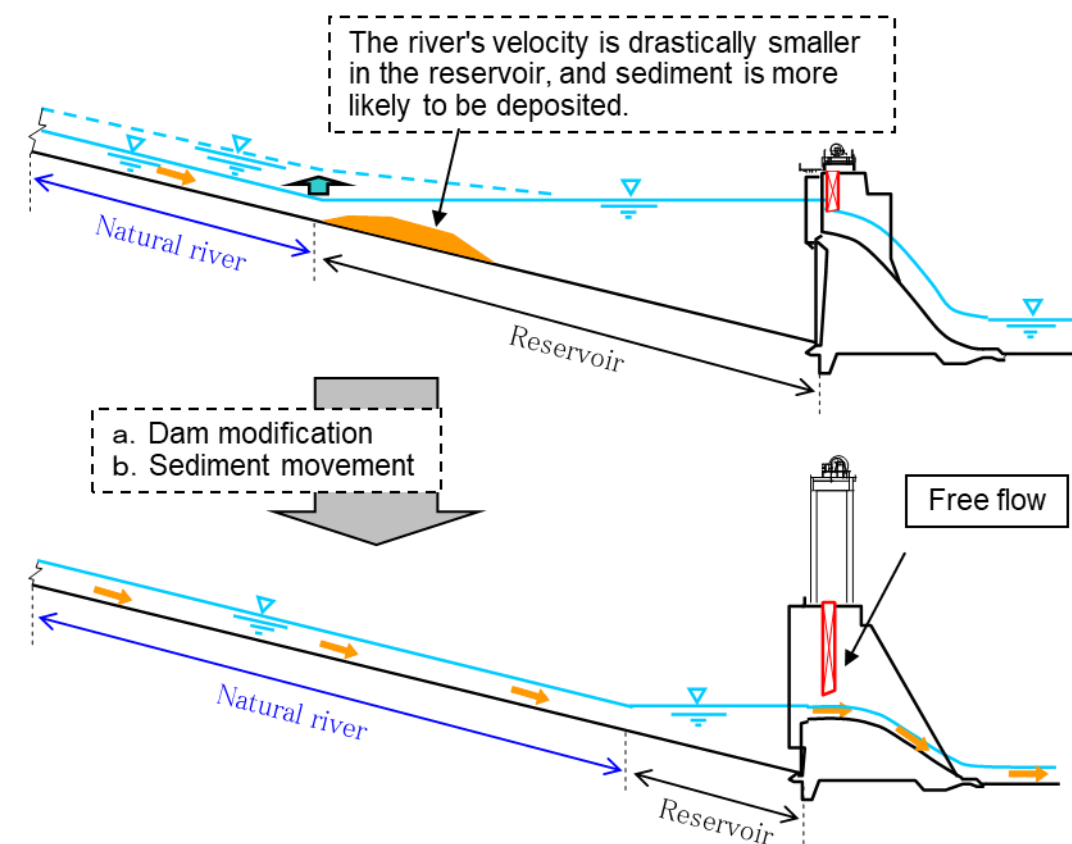
好事例の紹介 1件目

耳川水系における総合土砂管理計画の事例（九州電力）

ダム排砂操作は、洪水の洗掘力を利用してダムゲートから貯水池に流入する土砂を排出するものである。その目的は、ダムによって遮断された河川の自然な土砂の流れを回復させることである。

1. 通常のダム操作： 水位を上げる
上流から流入する土砂が貯水池に堆積し、土砂量が増加する。
これにより、周辺地域での洪水発生リスクが高まる。
2. 排砂操作： 水位を下げる
上流から流入する土砂が下流へ流れやすくなり、河川本来の挙動を再現する。
この排砂操作は、比較的洪水リスクの高い下流3ダム（山須原ダム、西郷ダム、大内原ダム）で実施されている。

* 詳細な内容は、最終報告書を参照願います





ご清聴ありがとうございました。

nishiuch@criepi.denken.or.jp