



一般財団法人 大成学術財団
第3回 研究成果発表会
(2021.10.29)



排砂バイパスの土砂輸送効率と ダム下流環境影響を踏まえた排砂システムの発展

京都大学防災研究所水資源環境研究センター
角 哲也・竹門康弘・Kantoush Sameh・小林草平・野原大督

国立台湾大学
陳 鵬安・頼 進松・李 豊佐

本研究の目的と構成

- ・ダムの堆砂対策手法としての「排砂バイパストンネル」の技術を発展させるために、日本の自然条件に近い台湾を対象にさらに展開を図る
- ・第3回排砂バイパス国際会議（2019, April 9-12）国立台湾大学への参加
 - ・日本の研究成果・技術開発の発表
 - ・台湾との共同研究の立ち上げ
 - ・国際交流の促進
- ・排砂バイパストンネルを通じたダム下流への土砂供給による河川環境改善効果の評価手法の開発
 - ・宮崎県耳川水系における現地調査（砂州の水質浄化機能の評価）

ダムによる洪水調節と異常洪水への対応



H30 西日本豪雨
R1 東日本台風
R2 球磨川水害

洪水時操作（緊急放流）
守られている社会
限界を超える場合
の情報発信

水力発電は重要な
国産再生可能
エネルギー
あって当たり前
になっていないか？



ダム再生の目指すところ

洪水調節機能の向上と
再エネ（水力）拡大

ダムの長寿命化と
環境対策

長く、賢く、
増やして使う

グリーンなダムに

菅首相施政方針演説（1/18）

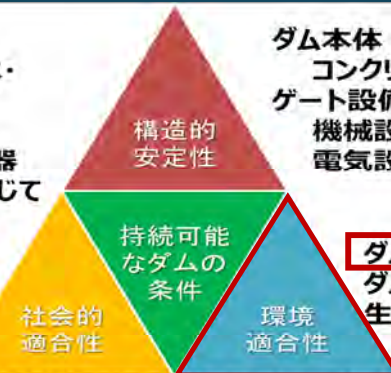
- ・災害対策・国土強靱化 → 大雨予測の精緻化、ダムの事前放流
- ・グリーン社会の実現 → デジタル技術によりダムの発電を効率化

ダムの資産を次世代に良好につなぐために

治水
利水（上水・農水・
工業・発電等）

ダムは水を貯める器
社会のニーズに応じて
適応・再編可能
水利権・コスト
アロケーション

利水ダムの治水
協力（事前放流）



ダム本体
コンクリート・ロックフィル
ゲート設備（鋼構造物）
機械設備（開閉装置）
電気設備（ダムコン）

ダム堆砂
ダム湖水質
生物の縦断連続性

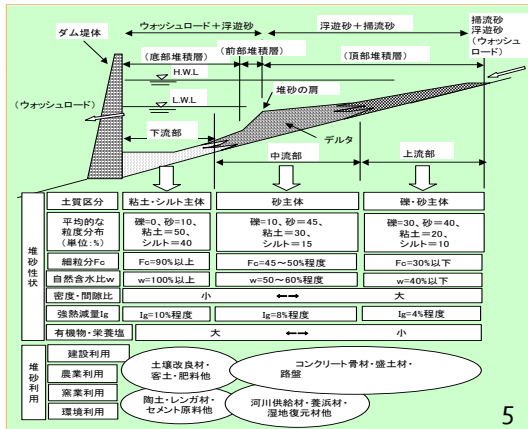
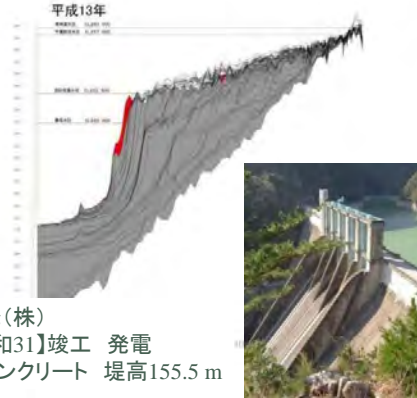
ダムの体力（外力増大に対する耐力（気候変動・地震）
ダムの健康度（経年劣化）

ダムのアセットマネジメント

何故、ダムに土砂が貯まるのか？

- 上流河川から土砂がダム湖に流れ込むと、水深が深くなるに従って流速が落ち、粗いものから順に堆積（分級作用）し「デルタ」を形成

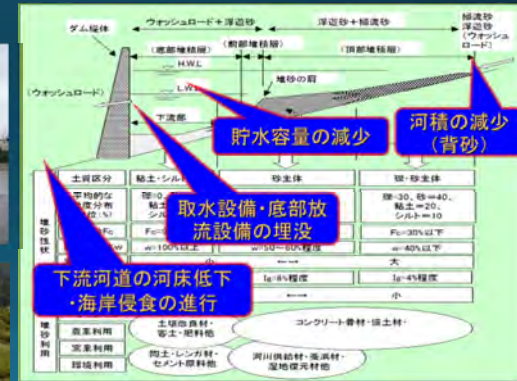
佐久間ダムの堆砂進行



土砂が貯まることでどんな問題が起こるか？

- 貯水容量の減少だけでなく、水を取り入れる取水口や放流口の埋没、ダム上流の河床の上昇、下流河道の河床低下や海岸侵食など

海岸侵食・天竜川河口



ダム堆砂対策の必要性

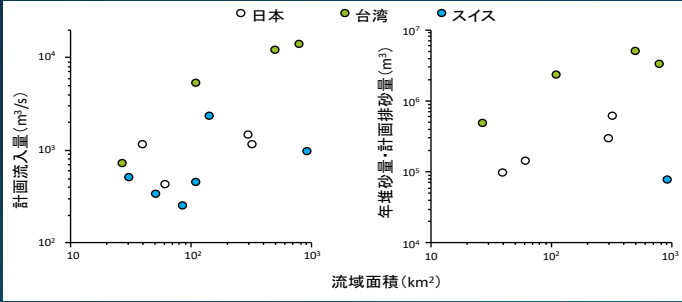
2020年12月神戸新聞他多数(共同通信配信)



ダム堆砂対策の技術



スイス・日本・台湾の排砂バイパス (SBT) 事例



台湾は大規模なものが多い (排砂+放流量増加)。堆砂量 (計画排砂量) も非常に多い。日本の規模はスイスより大きい。

排砂バイパストンネルの歴史

Japan

Tachigahata Dam(1905)
Nunobiki Dam(1908)
Muko-no-ike(1916)

Asahi(1998)
Miwa(2005)
Koshibu(2016)
Matsukawa(2016)

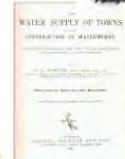
Switzerland

Pfaffensprung(1922)
Runcahez(1962)
Egshi(1976)
Palagnedra(1977)

Rempen(1986)
Solis(2012)

Water Supply of Towns and the construction of waterworks

W. K. Burton
Printed by Crosby Lockwood,
London in 1894



プラタモリ (神戸港編)
2017.2.18
「赤道を越えても腐らない水」を供給=有機物を含む土砂の流入防止、として紹介

Sediment Bypass in Kobe (Plan View)

Nunobiki Dam (1908)



1900 布引五本松ダム (バイパスなし)

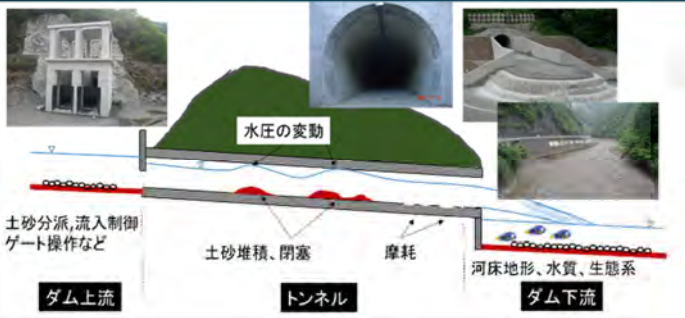
1908 布引五本松ダムに逆導入 (バイパス設置)

流入土砂による堆積が顕著 (危機感)

1905 立が畑ダム (当初からバイパスあり)

土砂流入を効果的に防止

排砂バイパストンネル (SBT) の解決すべき課題



トンネルインバートの摩耗損傷事例



修復後

- 1) バイパス技術の適用条件の明確化 (どのようなダムに適合するか?)
- 2) 初期コスト (トンネルや分派構造の構築) および維持管理コスト (トンネル摩耗対策) の低減化、導入効果の評価 (ダム長寿命化+下流土砂供給 (環境))
- 3) 治水 (洪水調節) や利水 (発電・利水貯留) と土砂管理 (バイパス運用) の連携・最適化
- 4) バイパスを効果的に運用するために降雨・流出予測との連携、など

排砂バイパスに関する国際会議 (IW-SBT)

第1回排砂バイパス国際会議 (2015, April 27-29)
スイス連邦工科大学チューリッヒ校

第2回排砂バイパス国際会議 (2017, May9-12)
京都大学

第3回排砂バイパス国際会議 (2019, April 9-12)
国立台湾大学

International Workshop on Sediment Bypass Tunnels

Abstract Location

2015 April 27-29 ETH Zurich

2017 May 9-12 Kyoto-Japan

2019 April 9-12 Taipei-Taiwan

Workshop Statement

Themes & Prices

Program

Organization

Co-Organizers

Workshop Fee: 15,000 NTD

Study Travel: 15,000 NTD

Workshop Fee: 15,000 NTD

Study Travel: 15,000 NTD

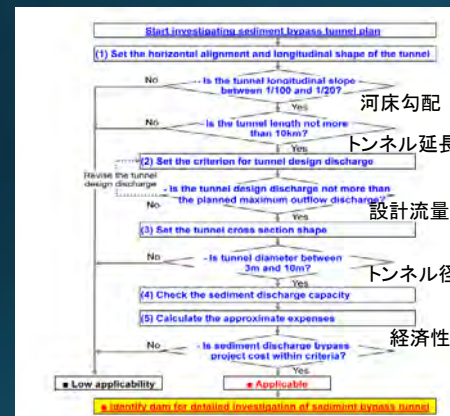


3rd International Workshop on Sediment Bypass Tunnels, Taipei, Taiwan, April 9-12, 2019.



排砂バイパストンネルの適用化検討

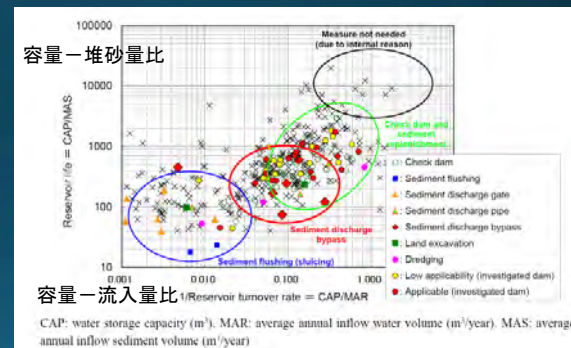
Outline plan investigation flowchart for sediment bypass tunnel



Tetsuya Sumi, Eisei Kitamura, Masato Ono and Gen Nagatani: Application planning of sediment bypass tunnel to dams, Proc. 3rd International Workshop on Sediment Bypass Tunnels, Taipei-Taiwan, 2019.

全国のダムのうち、どのような条件(河床勾配、トンネル延長、設計流量、トンネル径など)で適合するか

Reservoir turnover rate as well as reservoir life and sediment discharge method

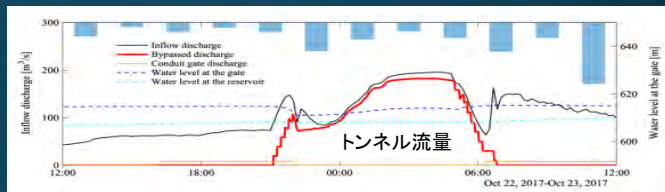
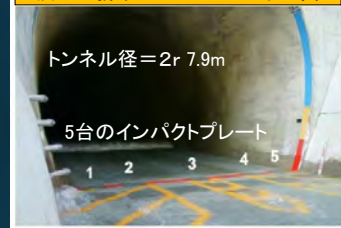


CAP: water storage capacity (m³). MAR: average annual inflow water volume (m³/year). MAS: average annual inflow sediment volume (m³/year)

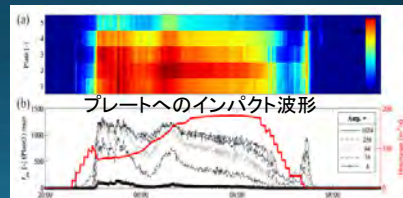
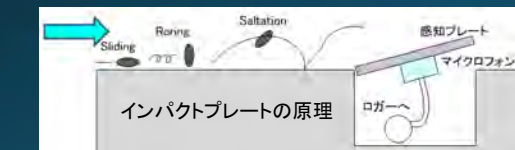
トンネルインバートの摩耗現象と対策

Koshibu SBT outlet and five Impact plate for bedload monitoring

小渋ダム排砂バイパストンネル出口



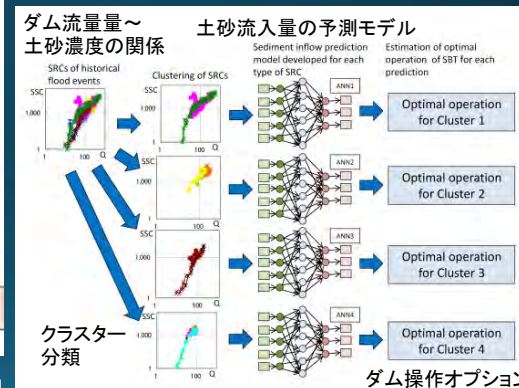
Example of monitoring results of Impact Plates (No.3)



Takahiro Koshiba and Tetsuya Sumi: Sediment Transport Monitoring with Impact Plates during Koshibu Sediment Bypass Tunnel Operations in 2016-2018, Proc. 3rd International Workshop on Sediment Bypass Tunnels, Taipei-Taiwan, 2019.

排砂バイパストンネル運用の高度化

上流河川から流入する流量や土砂濃度を考慮して、治水・利水の目的を満足しながら、いかに効率よく土砂をバイパスして堆砂進行を抑制するかの運用モデル開発

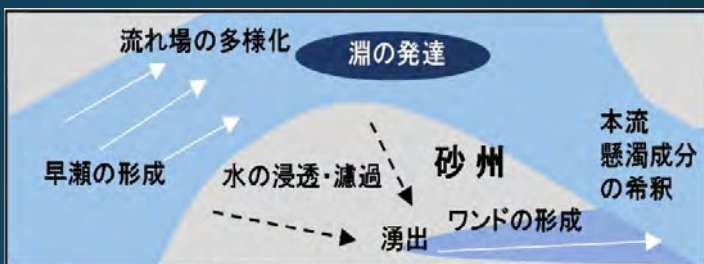
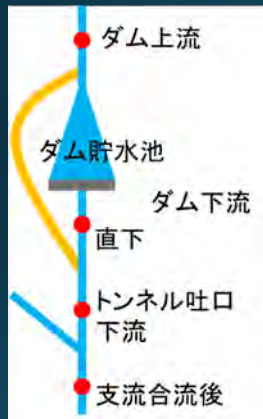


Daisuke Nohara and Tetsuya Sumi: Effective Operation of Reservoir and Sediment Bypass Tunnel Considering Inflow Prediction of Water and Sediment, Proc. 3rd International Workshop on Sediment Bypass Tunnels, Taipei-Taiwan, 2019.

Real-time SBT operation using ANN prediction models developed for each cluster of flood SRCs

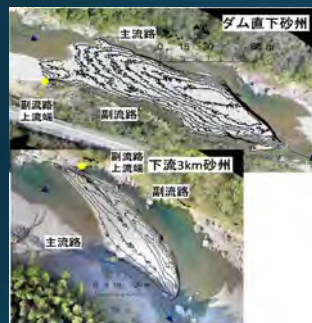
トンネルを通じた土砂供給に伴って形成された砂州の環境機能の評価

新たに形成された砂州には河川水を透過させて伏流水(Hyporheic Flow)を生み出す効果があり、このような活性度の高い砂州が多いほど河川環境は豊かになる

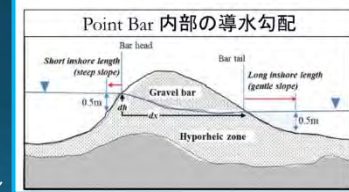


砂州の透水性の評価

調査対象：宮崎県耳川水系西郷ダム下流



熊本県球磨川荒瀬ダム（撤去）下流の事例



砂州のオルソ化画像と等高線 水頭の等高線と砂州内流れのベクトル

- 砂州の高い透水性 → 湧水 → 水質浄化（フィルタリング）
水温変動の緩和効果、などが期待される
- 新鮮な砂州を維持するために土砂供給の継続が必要（排砂バイパスの貢献）

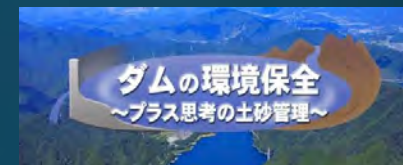
本研究の成果と謝辞

- 日本のダムの長寿命化の鍵となる「堆砂対策」としての「排砂バイパストンネル」の技術開発に貢献
- 特に、①排砂バイパストンネルの適用化検討、②排砂バイパストンネル運用の高度化、③トンネル導入に伴う環境改善効果（土砂供給に伴って形成された砂州の環境機能の評価）、など
- トンネルの維持管理コストの鍵を握る、インバートの摩耗現象解明と摩耗対策（スイスと日本の共同研究推進）、台湾を含めた3ヶ国共同研究への発展
- 排砂バイパストンネルを含む、ダムの堆砂対策の環境的理解の促進（ダム工学会の動画作成にもつながる成果）
- 貴財団からの研究費は、今回の会議に対する日本側発表者の参加費補助などに有効に活用させていただきました。この場を借りて感謝申し上げます。
 - 会議参加者：12か国（台湾、日本、スイス、フィリピン、ノルウェー、米国など）から、研究者と実務担当者を中心に合計約250名（日本から約30名）
 - 論文発表：8つの基調・招待講演、48の口頭発表、26のポスター発表
- 台湾の情報を含めた成果報告は、「大ダムNo.248, 2019」にも報告

ダム工学会作成の動画

<http://www.jsde.jp/>

- ①ダムと河川環境
- ②日本の土砂環境とダム
- ③堆砂対策と土砂還元
- ④土砂還元の効果



ダム環境問題における土砂に関する事項一覧