

1.6.2 堆砂・流木の有効利用

膨大な土量が発生するダム堆砂の有効利用は、いろいろな方法が実施され、新たな提案も試みられている。従来から、最も多い量を利用しているのはコンクリート用骨材であり、その他にも図-1.6.11のような分野で多種多様な用途に利用されている。

最近では環境保全の面から、河川や海岸の還元材料として試験的運用が試みられている。図-1.6.12に示すように、相模ダムにおいて平成15年度から「相模川川づくりのための土砂環境整備検討会」が設置され、水系全体を流砂系として捉えた置き砂や海岸侵食対策等への試験的な活用が始まっている。表-1.6.5には、各ダムで実施している有効利用方法を分野別に示す。

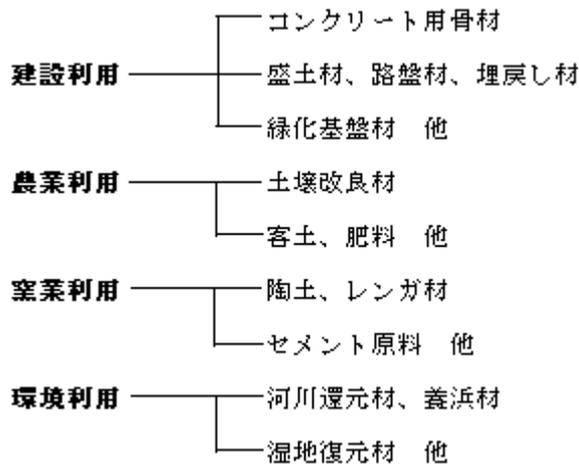


図-1.6.11 堆積土の有効利用

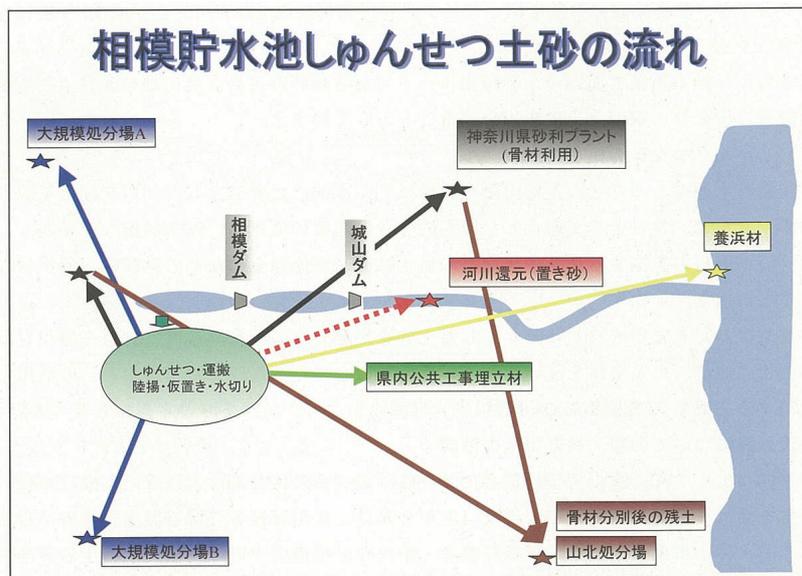


図-1.6.12 相模川流砂系における総合土砂管理⁷⁾

表-1.6.5 ダム堆積土の分野別の再利用方法

	建設利用			農業利用		窯業利用		環境利用		その他
	コンクリート用骨材	盛土材 路盤材 埋戻し材	緑化 基盤材	土壌改良材	客土 肥料	陶土 レンガ材	セメント 原料	河川 還元材 養浜材	湿地復元 維持整備	
さくま 佐久間ダム	○	○			○					
ひらおか 平岡ダム	○									
やすおか 泰草ダム	○									
はまはら 浜原ダム	○									
こしぶ 小渋ダム	○									
あきば 秋葉ダム	○							還元試験		
いかわ 井川ダム		○								
みわ 美和ダム	○			○						家畜飼料
たかせ 高瀬ダム	○	○								
まがりぶら 曲淵ダム	○	○			○					
さがみ 相模ダム	○									
はまはら 浜原ダム	○									
やなせ 柳瀬ダム		○		○	○					
おしらりか 尾白利加 ダム					○					
しもくぼ 下久保ダム						○		還元試験		
ひとくら 一庫ダム						○				
さめうら 早明浦ダム						○				
ながしま 長島ダム								還元試験		
ふたせ 二瀬ダム								還元試験		
みはる 三春ダム								還元試験		
よこやま 横山ダム										徳山ダム 堤体材
みやがせ 宮ヶ瀬ダム									○	
あめはた 雨畑ダム	○									
えいげんじ 永源寺ダム			植生実験							
うらやま 浦山ダム								還元試験		
はちす 蓮								還元試験		
にぶたに 二風谷								還元試験		
ながやすぐち 長安口ダム								還元試験		
ふなぎら 船明ダム								還元試験		
いまい 今井調整池					○					
ほづみ 穂積調整池					○					

表-1.6.6 は、電力専用ダム 354 のうち 48 ダムで 59 件の排除土砂の有効利用の用途別を示したものである。砂利・コンクリート骨材等に利用されているものが全体の約 6 割 (59.3%) を占め、堆砂の用途としては一番多くなっている。河川事業 (下流河川の河床低下部分への補給、桜堤・河川公園等の造成用土等) が 3 件 (5.1%)、道路 (盛土材料)、海岸事業 (海岸侵食対策、養浜工事) 等河川以外の公共事業の用材として利用されているものが 6 件 (10.2%) となっている。また、埋立地、土地造成 (小学校グラウンド、宅地等) で 7 件 (11.8%)、圃場整備、客土、牧草地等の農地関係で 4 件 (6.8%) である。その他、骨材採取跡地の埋戻材、産業廃棄物処理場の覆土としての利用も 4 件 (6.8%) ある。

表-1.6.6 電力ダムにおける排除土砂の有効利用状況⁴⁾

区分	項目	砂利・骨材	埋戻・覆土	河川事業	道路事業等	埋立・用地	圃場・牧場
利用者	国 (国交省)			1	2		
	地方公共団体				3	4	3
	砂利組合・団体等	20	1			1	
	砂利・骨材業者	15					
	民間企業		3			2	1
	自社利用			2	1		
	計	35	4	3	6	7	4
搬出先	湖内・河川域		1	2	1		
	利用者揚砂場・指定場所	7	1	1	2	4	2
	砂利業者集積場・プラント	28					
	公共事業場				3	2	1
	民間企業者現場					1	1
	土捨場・廃棄物処分場		2				
	計	35	4	3	6	7	4
	比率 (%)	59.3	6.8	5.1	10.2	11.8	6.8

(1) 砂利採取等の事業化の仕組み

ダム堆砂対策としての砂利採取は、従来から河川管理者の許可を得て行われており、砂利採取・販売を地元業者ならびにその組合等で行ってきた。現在、砂利採取を行っているダムの事業事例について、その事業化の仕組みを図-1.6.13~図-1.6.16 に示す。

■雨畑ダムの事業化 - 山梨県

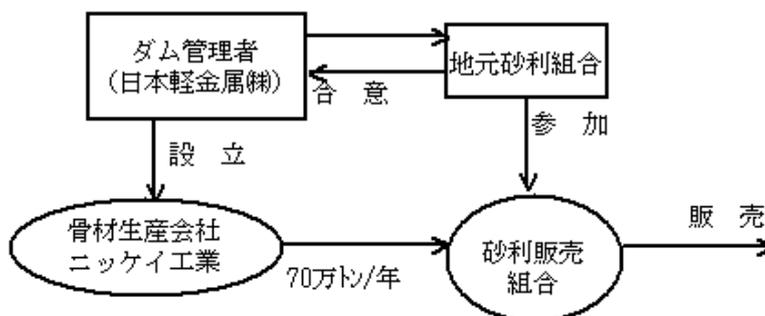


図-1.6.13 雨畑ダムの事業化の仕組み²¹⁾

■相模ダム－神奈川県

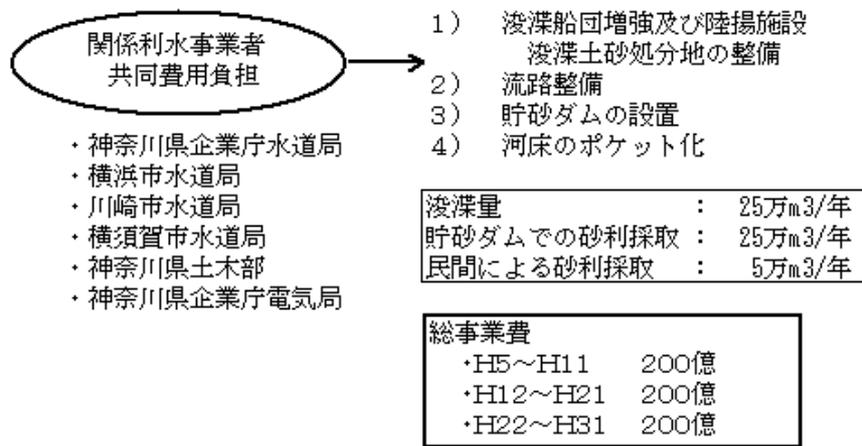


図-1.6.14 相模貯水池大規模建設改良事業の仕組み²¹⁾

■飯田市天竜川環境整備公社－長野県

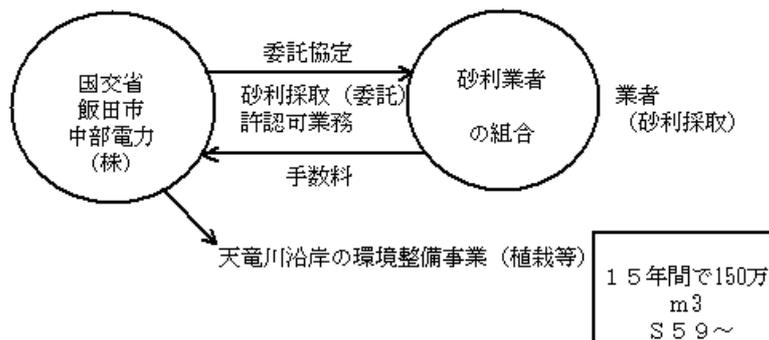


図-1.6.15 飯田市天竜川環境整備公社の事業化の仕組み²¹⁾

■美和ダム堆積土活用事業－長野県



図-1.6.16 美和ダム堆積土活用事業の仕組み²¹⁾

(2) 堆砂の有効利用事例

■佐久間ダムー所在地：静岡県（コンクリート用骨材、盛土材、園芸用土に利用）

河川法による許可を取得した地元砂利組合（民間）が、年間約 40 万 m³ 程度採取している。上流部の陸上掘削による土砂は、粗骨材、細骨材として使用している。中流部の浚渫による土砂は、細骨材、ゴルフ場の目砂、埋設管の埋め戻し材として利用している。図-1.6.17 に上・中・下流別の堆積土砂の粒度分布図を示す。

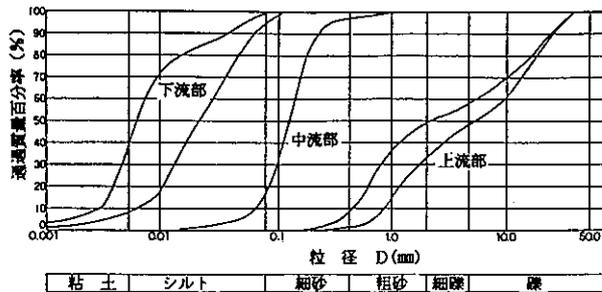


図-1.6.17 上・中・下流別の堆積土砂の粒度分布²²⁾

また、佐久間ダムではウォッシュロードの豊富な栄養分を活かし、造粒化し園芸用土（「湖底土」と命名）としている。表-1.6.7 に湖底土の品質、図-1.6.18 に湖底土ができるまでの概要図を示す。

表-1.6.7 湖底土の品質⁸⁾

項目	測定値
有機物含量	7.230%
全窒素含量(N)	0.150%
全リン酸含量(P ₂ O ₅)	0.235%
全カリ含量(K ₂ O)	0.991%
C/N比(炭素率)	11.9
pH	6.6



図-1.6.18 湖底土ができるまでの概要図⁸⁾

■美和ダム－所在地：長野県（土壌改良材、家畜飼料に利用）

堆積土を圃場整備事業の基盤土として利用している。育苗土や土壌改良材としての有効性も実証されている。また、美和ダムの堆積土はカルシウム、鉄、マグネシウムなどの含有量が著しく高く、家畜に食べさせると「骨太な豚になる」「鶏卵の殻が厚くなる」等家畜飼料への利用がなされている。

■曲淵ダム－所在地：福岡県（農業用客土に利用）

ダム湖底に堆積している軟弱な粘性土を強制脱水固化工法、水平ドレーン併用大気圧工法で脱水処理した後、近くで行われている圃場整備事業の水田用土として再利用している。

(図-1.6.19)

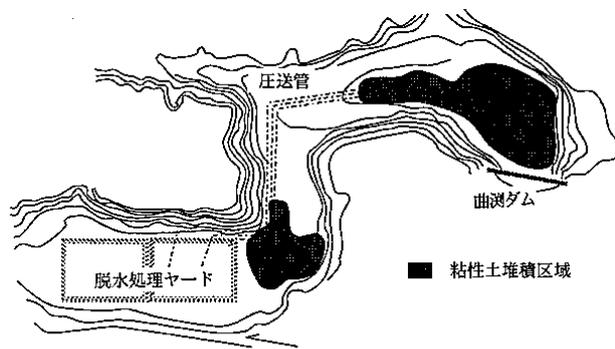


図-1.6.19 曲淵ダムの粘性土堆積区域²¹⁾

■秋葉ダム－所在地：静岡県（河川還元材に利用）

秋葉ダムにおける土砂還元試験は、貯水池内でクラブ浚渫船で採取した土砂を船明ダム直下流（約23km）および秋葉ダム直下流（約5km）までダンプトラックで運搬・仮置きしている（図-1.6.20）。仮置き場所は、鉄筋コンクリート構造物の河床保護工の上で行い、盛土の幅は概ね28m、盛土の長さは約130mとしている。盛土の高さは洪水時の水位以下である。表-1.6.8に還元土砂の流下土砂量の試験結果を示す。

表-1.6.8 秋葉ダムにおける還元土砂の流下状況²⁰⁾

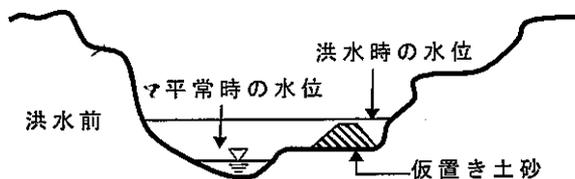


図-1.6.20 河川還元概念図²⁰⁾

年	対象出水	最大放流量 (m ³ /s)	流下土砂量 (m ³)
1998年	6.19～7.4	2,261	2,500
	8.26～9.4	515	
	9.16～9.20	1,045	
	9.21～10.30	3,078	
小計			10,000
1999年	5.27～5.29	929	3,800
	6.24～7.19	4,455	
	9.15～9.17	1,466	
	9.21～9.30	1,484	
小計			10,000
2000年	6.9～6.12	577	2,200
	6.25～7.2	1,152	
	9.11～9.25	3,366	
2001年	6.19～	1,303	1,800
	8.21～8.22	1,411	
	9.10～9.11	1,511	
小計			3,200
合計			63,300
合計			73,300

(3) 流木の有効利用事例

ダムの貯水池に流入する流木は、ゲートの操作に支障となるほか、有機物の溶出による BOD 濃度の増大等管理上問題となるので、速やかに撤去・処理することが必要となる。従来の処理方法は、野焼きや焼却等により減量化し最終処分場に埋め立てる場合が多くあったが、ダイオキシン汚染の問題や最終処分場の残容量の逼迫などがあり、有効利用が求められている。

有効利用にあたっては、行政も巻き込んだ幅広い業種間で有効利用に関する情報交換も必要になる。表-1.6.9 に主な有効利用事例を示す。

表-1.6.9 主な有効利用事例

	木炭への利用	チップ化 堆肥化 マルチング材	ガーデニング アート製作	その他
滝ダム	○			
田子倉ダム	○			
奥只見ダム	○			
池原ダム	○			
佐久間ダム		○		
池田ダム		○		
草木ダム	○		○	
大石ダム				カブト虫の繁殖

■草木ダムの事例

草木ダムは、地域振興や連携という新たな目的を取り入れた流木処理・活用方法に取り組んでいる。その取組みは、営利を目的としない一般者への配布、炭焼き、流木アートコンテストの開催等、多種多様にわたっている(図-1.6.21)。

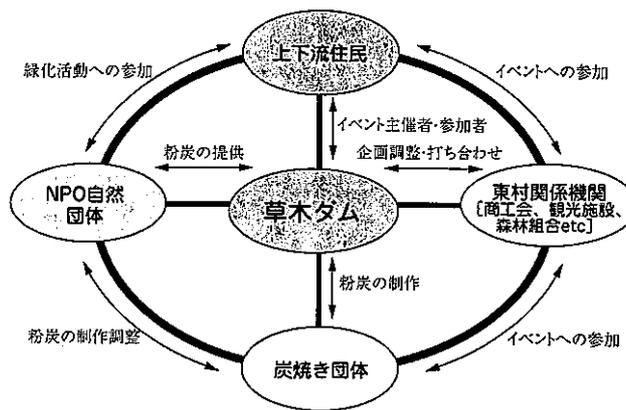


図-1.6.21 草木ダムの地域との連携の輪²³⁾

■ 綱取ダムの事例

綱取ダムは盛岡市にある岩手県管理の多目的ダムである。ダム流域上流は急流河川で洪水の度にダム貯水池に流木等が発生しその多くを産業廃棄物として処理してきており、他のダムと同様に、流木処理にかかるコストは平水年でも県全体で数千万円に達し、コスト縮減と資源の有効利用の観点から、流木の再資源化に取り組んでいる。

ダム発生物の処理フローを図-1.6.22 に示す。流木等の河川発生物を分別処理し、有価物として薪、肥料、チップ、ペレット、オガライトなどに製品化して利用することにより、資源循環に役立っている。また、二酸化炭素の発生を抑制することや、新たな雇用の創出にもつながっている。

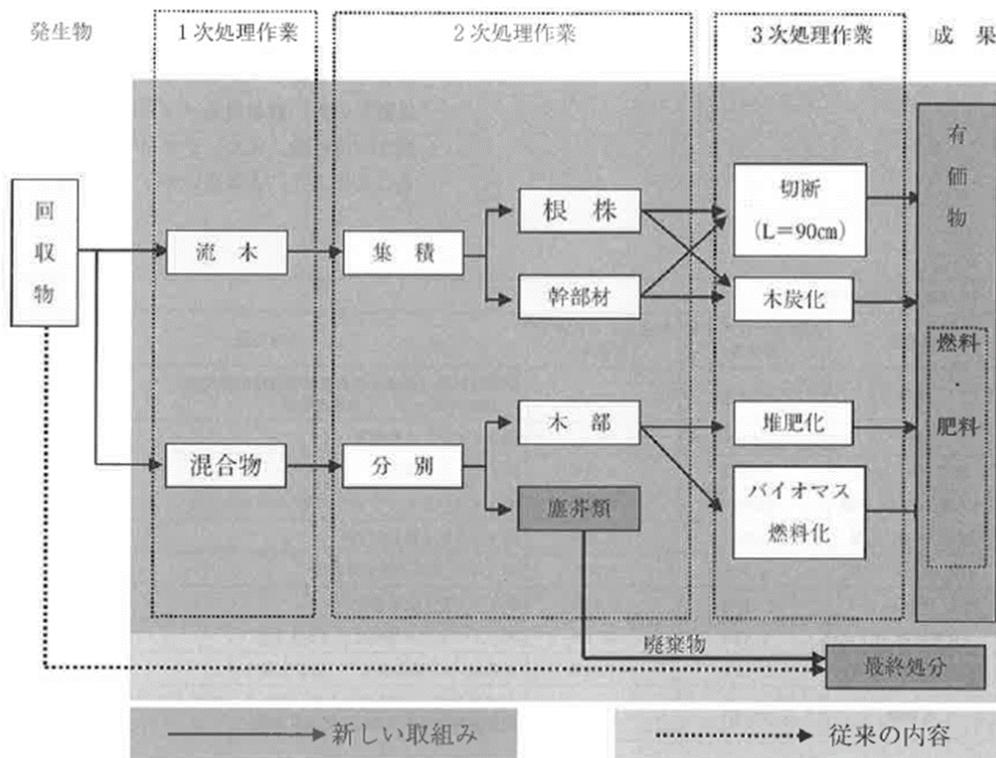


図-1.6.22 ダム発生物の処理フロー⁵⁴⁾

1.7 今後の課題と展望

ダム貯水池の堆砂問題は、古くて新しい問題でもあり、その課題として次の点があげられる。

- ①下流河川の環境改善に必要な土砂還元すべき排除土砂の量や性状に関する知見
- ②ダム貯水池に堆砂している土砂から土砂還元すべき量や性状の土砂を必要なだけ下流河川に投入する技術開発
- ③森林と土砂移動の関係を把握するための研究
- ④オープンタイプ砂防ダムおよび既設砂防ダムのスリット化
- ⑤既設ダムの土砂排出システムの整備
- ⑥河畔林等の生態系、景観と土地移動の関係の把握
- ⑦適正な土砂管理を行うための予知・予測手法の向上
- ⑧流砂系の土砂移動を迅速に計測できる技術システムの開発(GPS、ヘリコプターによる地形計測システム等)

これらの課題を踏まえ、近年、水源地からの土砂流入の抑制、堆砂の軽減・除去および下流への土砂供給について、流域を流砂系として捉え、水源から海岸までの土砂供給のバランスの重要性が共通の認識になってきている。その現われとして、各ダムサイトで多種多様な排砂方法が試験的に試みられている。

河川砂防技術基準維持管理編（ダム編）は、平成26年4月に初めて策定された。第4節貯水池の維持管理対策の4.2堆砂対策には、「堆砂対策は、貯水池容量や取水・放流機能の保持、貯水池上流端部の堆砂に起因する浸水対策等を目的として行う。堆砂対策は、貯水池流入土砂の軽減対策、貯水池流入土砂の通過対策、及び貯水池堆砂の排除対策に大別されるが、必要に応じて、それらの対策を組み合わせで行う。対策工法は、堆砂の将来予測、対策の目標、管理堆砂面の設定、施工性、土砂処分方法等について詳細に検討し選定することが重要である。下流河川の環境改善を含む総合的な土砂管理の観点から、排除土砂は、その量や性状について検討した上で、必要に応じて、下流河川への土砂還元を努めることが重要である。また、流入土砂量の予測精度の向上、現場条件に応じた貯水池堆砂の効果的・効率的な排除技術の開発、排除土砂の有効活用に関する技術開発が重要である。」と、総合土砂管理の概念が簡潔に明示されている。

恒久堆砂対策として、排砂バイパスが総合的な土砂管理を勘案すると最適な方法と考えられている。しかし、例えば佐久間ダム等の貯水池延長が長い場合、トンネル延長が20、30kmになり、耐摩耗性等から維持補修等を考えると得策でない。各ダムサイトで自ずとその対策が違ってくる。また、水系全体で考えた場合、上流に位置するダムと最下流ダムでは、堆砂の性状も違うし、目的としているダムの役目等も違ってくることから一律には処理できない。

ダムサイトで違いもあるが、貯水池堆砂量の大部分はウォッシュロード(細粒砂・シルト)が多くを占めている。このことは、ウォッシュロード対策と粒径の粗い掃流砂対策の二つに分けて対応を考えればよいことにもなる。ウォッシュロード成分については、堤体の放流管等からの洪水時等を利用した自然流出に期待できる。粒径の粗い掃流砂は、貯水池末端の貯砂ダム等で掘削搬出する方法が考えられる。しかし、ウォッシュロードと掃流砂はセパレートされて堆

積しているのではなく、堆積場所により混ざり合っていること等から、その配分等が課題となる。

ダム貯水池からの排砂は、黒部川の出し平ダムの排砂で、地域関係者との合意形成を得るまで大変な苦勞をしている。それをもって、現在、宇奈月ダムとの連携排砂は地域の理解を得て常用的に運用されている。

最近では反対ばかりでなく、身近に起きる地震災害や洪水被害等で必要性を痛感させられていることから、それらに応える国民意識も変化しているように思われる。地域の合意形成は重要なファクターであり、今後も社会資本の長寿命化等を地域全体の問題として取り組むことで理解を得ることが重要と考えられる。

〈参考文献〉

- 1) <http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai/shingi/>国土交通省河川局
- 2) 岡野眞久、高柳淳二、藤井隆弘、安藤明宏：ダム貯水池流入土砂量に基づく堆砂管理についての考察、ダム工学、2004.N0.3
- 3) 鈴木徳行：ダム・貯水池の堆砂現象と堆砂対策(連携排砂・通砂など)総合的排砂対策新技法、建設技術協会
- 4) (社)電力土木技術協会：堆砂問題に関する実態調査の結果、水力発電用貯水池堆砂に係るセミナー、(社)電力土木技術協会、2006.2
- 5) 鈴木徳行、竹村公太郎：流出土砂量の要因と予測に関する研究、土木学会論文集、N0621, 1999.5
- 6) 魚がのぼりやすい川づくりの手引き：国土交通省、2005.3
- 7) 神奈川県企業庁利水局相模川水系ダム管理所：相模貯水池大規模建設改良事業について、水力発電用貯水池堆砂に係るセミナー、(社)電力土木技術協会、2006.2
- 8) 池口幸宏：電源開発(株)における貯水池堆砂問題の取組み、水力発電用貯水池堆砂に係るセミナー、(社)電力土木技術協会、2006.2
- 9) <http://www.cbr.mlit.go.jp/yokoyama/>横山ダム
- 10) <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TPage/TP0615Tyosa.html> 下久保ダム
- 11) ~~<http://www.pref.chiba.lg.jp/doboku/35takataki/damgaiyo/gaiyou03.html>~~ 高滝ダム
- 12) 国土交通省中部地方整備局天竜川ダム統合管理事務所資料
- 13) 国土交通省中部地方整備局三峰川総合開発工事事務所資料
- 14) 野田英之：奥吉野発電所旭ダムにおけるバイパス排砂について、水力発電用貯水池堆砂に係るセミナー、(社)電力土木技術協会、2006.2
- 15) http://www.cbr.mlit.go.jp/mibuso/news_2/news_2006/n06_12_14-02.pdf 三峰川総合開発工事事務所
- 16) <http://www.pref.nagano.jp/xdoboku/iidaken/d-taisa1.htm> 松川ダム
- 17) 有限責任中間法人ダム水源地土砂対策技術研究会：マルチホールサクション排砂管工法資料
- 18) 安田佳哉、内藤敏郎：マルチホールサクション排砂管工法の実証実験について、(財)ダム水源地環境整備センター、平成17年度ダム水源地環境技術研究所所報、2005.11
- 19) 信州大学・三峰川総合開発事務所・吉川建設(株)：ダム堆積土の排出工法に関する産・官・学に

よる共同開発（パンフレット）、2003. 2

- 20) 岡野眞久、菊井幹男、石田裕哉、角哲也：貯水池堆積土砂の掘削管理とその下流河川還元に関する研究、ダム工学会、2005
- 21) (社)日本大ダム会議技術委員会排砂対策分科会：ダム排砂対策の現状と課題、大ダム、2001.7
- 22) 谷田広樹：ダムの堆砂対策に関する取り組みと今後の課題、ダム技術、(財)ダム技術センター、2003. 5
- 23) 下元大徳：流木リサイクルを通じた地域との連携、ダム技術、(財)ダム技術センター、2005. 10
- 24) <http://www.pref.shimane.lg.jp/kasen/masudagawa/masudagawadam.html> 益田川ダム
- 25) <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TPage/TP1754SeSe5.html> 益田川ダム
- 26) (財)ダム水源地環境整備センター・ダム水源地土砂対策技術研究会：平成 8 年度山地谷筋造成計画の手引き、1997. 3
- 27) ダム堆砂排除によるダムリフレッシュパンフレット、(財)ダム水源地環境整備センター
- 28) ダム貯水池堆砂対策シンポジウム、(財)ダム水源地環境整備センター、1989. 11
- 29) 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所資料
- 30) ~~門松武：ダム事業を振り返って、ダム技術、(財)ダム技術センター、2007. 1~~
- 31) 橋本徹：ダムや堰などの貯水池に堆積した土砂を排出する Hydro 技術、大ダム、2003. 4
- 32) 青木あすなる建設(株)・宏和エンジニアリング(株)：ダム、湖沼の堆砂処理に強力パワー！低コスト・高性能の新工法 Hydro 工法、2005. 8
- 33) <http://www.hrr.mlit.go.jp/river/dosya/index.html> 総合土砂管理
- 34) <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TPage/TP1178Tyosa.html>
- 35) <http://www.mlit.go.jp/river/dam/index.html>/国土交通省水管理・国土保全
- 36) 芦田和夫：高橋保：道上正則。河川の土砂災害と対策。第 4 章 ダム堆砂 1983, 151-201
- 37) 大矢道弘：角 哲也、嘉門雅史、ダム堆砂の性状把握とその利用法。ダム工学、2002. N03
- 38) 朝崎勝之、加来睦宏、山上裕也ダム貯水池における堆砂問題とその対策（第 6 回）No. 360 電力土木 2012. 7
- 39) <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-430/040427html/sandobaipasus.html> 静岡県ホームページ
- 40) <http://www.hrr.mlit.go.jp/kurobe/index.html>/国土交通省北陸整備局 黒部河川事務所 黒部川ダム排砂評価委員会報告及び資料
- 41) 小浜ダム土砂バイパストンネル事業概要パンフレット
- 42) ダムリフレッシュ分化会報告、大ダム、2008. 1
- 43) ダム堆砂浚渫機の開発、電力土木、2008. 3
- 44) 東亜建設工業株式会社 HP、<http://www.toa-const.co.jp/company/release/2009/090318.html>
- 45) 堆砂除去装置の開発と浚渫工事への適用、電力土木、2010. 7
- 46) エジェクター浚渫システムによる堆砂処理の概要、電力土木、2010. 1
- 47) 下流河川土砂還元マニュアル（案）、国土交通省河川環境課、2011. 3
- 48) 宮ヶ瀬ダムにおけるフラッシュ放流、ダム技術、2007. 7
- 49) 真名川ダムにおける土砂還元・土砂投入を組み合わせたフラッシュ放流による河川環境改善の取り組み、ダム技術、2007. 7
- 50) 阿武川ダムのフラッシュ放流、ダム技術、2007. 7
- 51) 津軽ダムにおける土砂還元の取り組み、ダム技術、2013. 12
- 52) 総合土砂管理研究フォーラム資料、黒部川における取り組み、ダムの連携排砂を踏まえた河道

管理、国土交通省水管理・国土保全局、2014.11

53) 総合土砂管理研究フォーラム資料、那珂川における取り組み（置土による河道の評価、国土交通省水管理・国土保全局、2014.11

54) 綱取ダムの流木材の有効利用、ダム技術、2010.1