

意見

ダム堆砂をどうする：天竜川「佐久間ダム」での最善解決策を考える

戸田三津夫¹⁾

What is the best and practical solution for dam sediment: The case of SAKUMA dam

Mitsuo TODA¹⁾

摘 要

天竜川中流域に設置されている佐久間ダムの堆砂が1億 m³を超えて久しい。他ダムでは排砂バイパストンネルや排砂ゲートによる排出が試みられてきたが、いずれの結果も良好とは言えないようだ。佐久間ダムについても、排砂バイパストンネル設置の検討が開始されたが新たな問題を招くことが予想される。そこで、排砂運搬以外にも公共交通や観光路線としての用途があり対費用効果の高い投資となることが期待される鉄道による下流域、河口への堆砂運搬を提案する。

キーワード：佐久間ダム，鉄道による堆砂運搬，中央リニア新幹線

Key words: SAKUMA dam, transport sediment by railway, chuo - maglev - shinkansen

(2014年4月4日受付；2014年4月14日受理)

はじめに

戦前から天竜川では水力発電ダムの建設による電源開発が進められていたが、佐久間ダムは1956年に建設されその後の我国の産業復興と高度経済成長を支えた。天竜川水系、特に飯田盆地以南は豊かな水量とV字谷地形が水力発電ダム建設に好都合であったが、佐久間ダムの場所は特に谷が深く雪融け時から夏にかけて増水することもありダム建設が計画されては断念されていた。戦後しばらくしてアメリカ合衆国のダム建設技術と機材の提供が受けられるようになり、佐久間ダムは近代技術により建設された日本初のダムとしてわずか3年で完成している(岩波映画, 1959)。佐久間ダムは、当初発電用ダムとして建設されたが現在は多目的ダムとして運用され、新豊根ダムとの連携で揚水発電所機能も持ち、東日本大震災後はいっそう重要な電源であるとともに佐久間第一発電所が周波数変換機能を有する数少ない施設でもあることからひととき重要度が増した状況が続いている。

一方、建設地周辺の山地地盤はもろく、崩れた土砂が川に大量に流れ込むことが頻繁にあり、想定を上回るペースで堆砂が増えたため、2000年時点で総貯水容量約3億 m³のうち1.3

億 m³分の堆砂があるとされている(岡野ほか, 2005)。本稿では、ダムにも耐用年数があり堆砂を永遠に放置はできないこと、また、佐久間ダムが中央構造線直上に位置し大地震など甚大災害時には大きなリスクが予想されるという観点から危急の問題としてダム堆砂問題の解決を考える。そして、天竜川水系はかのダム建設の際にも資材や人員の輸送に際し活躍した「鉄道」(武田, 2011)が、現在用いることのできる現実的で唯一の堆砂運搬の方法であるとして提案する。

堆砂の現状と国土交通省が計画している排砂ダム

天竜川に限らず、谷をうがったのは川である。言い換えれば、現在谷となっている空間にかつて存在した山(膨大な量の岩や砂礫)を運び去ったのは、水の力である。したがって、川を塞ぎ止めれば川が上流から運んできた土砂はダム湖に達し流れが緩やかになった途端に沈降停止する。自然河川ではこの現象が、河口での三角洲形成、河口沖での棚形成、扇状地形成に見られる。ダム湖では、堆砂が増えると河口閉塞をもたらす現象がダム湖上流域でも起こり、周辺に人が住む場合にはその地の水害の危険性が増すことになる。

¹⁾ 〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3-5-1 静岡大学大学院工学研究科, Graduate School of Engineering, Shizuoka University, Jyohoku 3-5-1, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka 432-8561, Japan

また、ダムには、土砂が堆積することが予想されるため通常あらかじめ想定堆砂量を設定してある。例えば、あるダムで総貯水量の20%の堆砂があっても、土砂は沈むので堆積前後で満水時の水面の高さは変わらない。水面付近の水が持つ位置エネルギーは変わらないので発電効率には影響がない。ただし、総貯水量が少なくなるので治水と利水の能力は低下する。しかし、発電を優先させるためには常時水位を高めに保つ管理をすれば、発電への影響は大きくない。一方、ダムが埋まってしまえば、貯水能力がなくなるので、多目的ダムの全機能が失われる。さらに、膨大な量の土砂で埋まったダムはリスクを抱えた「用をなさない構造物」となってしまいうのみならず、撤去もきわめて困難となってしまう。

佐久間ダムの堆砂対策としては現在まで、ダム設置者の電源開発株式会社により、(1) 浚渫による域外持出、(2) 浚渫の後に下流の深部へ移動させる湖内移送、(3) 冬期に水位を下げて水の流れの力を借りて堆砂を移動させる流砂促進の三つの対策がとられてきた(岡野ほか, 2005)。東日本大震災での福島第一原子力発電所機能停止以降は佐久間発電所の重要性が増しているため冬期も発電の需要が高く流砂促進事業は控えられている。域外持出では、主に建設用のコンクリート骨材として川砂が年間30~40万 m^3 採取されている。湖内移送と流砂促進はダム湖上流部の洪水リスクを低減させるものの湖内の堆砂量を削減する効果はない。堆砂ペースは、かつてよりは落ち着いたものの、浚渫による持ち出し量を差し引いても年間に100万 m^3 ほどに達するという(岡野ほか, 2005)。

抜本的対策として河川管理者の国土交通省は、検討段階で事業費800億円と言われる排砂バイパストンネルを設置することを検討している。ダム堆砂をダム湖上流部でバイパストンネルに導き、ダムを迂回させて下流に流そうというのである。すでに同じ水系の美和ダム(天竜川支流三峰川)で設置済みで、一定の効果を上げているというが、この手法だとダムの数だけトンネルが必要となり、通過する土砂でトンネル内壁の損傷が発生しメンテナンス費用が大きなど難点がある。また、仮に佐久間ダムに排砂トンネルが設置されると、下流の秋葉ダム、さらに下流の船明(ふなざら)ダムの堆砂ペースが上がり、別の対策が必要となるが、国土交通省は、下流の二ダムについては、水流で堆砂を排出させることで解決が可能としている。

排砂バイパストンネル

排砂バイパストンネル設置で可能になることは、佐久間ダムから浚渫するかダム湖内の水中堰で塞き止めた堆砂を、トンネルを通じて一つ下流の秋葉ダム上流部に水の力を借りて流し落とすことである。この方法では下流の二ダムへの負荷が大きければかりでなく、船明ダムより下流、遠州灘への土砂供給が円滑になるとはとても思えない。堆砂リスクをなくし

河川機能と生態系を回復させるには、将来的にダムの撤去あるいは改良することが必要である。しかし、現状では堆砂を片付けない限りいずれも不可能で、現状維持あるいはリスク低減のためには少なくとも増加ペースの年100万 m^3 を上回る量の堆砂を片付けていかなければならない現実がある。それでも、水生生物の影響を与えているダム湖による長期濁水と生物の移動(遡上と流下)阻害という問題は解決できない。排砂バイパストンネル設置により、水から得られる利益を部分的に放棄して川に本来の仕事させることは、一見妥当であるかに見えるが生態系や人間社会での対費用効果を考えた際には良策とは思えない。

鉄道での堆砂運搬

では、その少なくとも堆積量増加ペースと同じ年間100万 m^3 、可能なら1000万 m^3 近いペースで天竜川下流まで土砂を運搬することのできる方法はあるだろうか？ 仮に年1000万 m^3 のペースでの輸送が可能であるとしても、堆砂量1億3000万 m^3 を運び出すには13年以上の時間が必要となるため、實際上この程度の能力が望まれる。視点を変えれば、それだけ河川が土砂を移動させる機能は偉大であった。その機能を、人間が持つシステムで代替するのはやはり至難である。現実的に大量物資輸送に使える手段は限られていて、大量の液体気体の場合は(1) 運河か(2) パイプライン、固体では(3) ベルトコンベアか(4) 船舶、(5) 鉄道あるいはその派生システム(カプセルライナー、トロッコ)などに限られる。ちなみに、道路を使う自動車での運搬は交通事情や道路の耐久性などから見て、検討するまでもなく非現実的で、もし可能であったとしても、経費は1 m^3 あたり1万円で運べるとして1兆3000億円の費用と10トン車でのべ2000万回(この回数往復)近い輸送という非現実的なものとなる。排砂トンネル計画もダンプ運搬を排除している点では妥当で、水とともにパイプの中を通す発想は、船舶をのぞく(1)~(5)からの選択であることにおいては同様の考え方を含む。本稿では、様々な副次効果も期待できる鉄道システムによる解決を提案する。

鉄道を用いることのアドバンテージ

道路と鉄道を比較した場合には、道路は歩行者や自転車も通る多目的路、鉄道は専用路である。一方、意外かも知れないが建設と維持のコストは鉄道が道路に比べて相当安価である。それは、例えば新東名と新幹線のインフラ規模(施設としての規模)やキロ建設単価の概数(新東名は約200億円/キロで路面幅約20 m程度、北陸新幹線は約30~40億円/キロで軌道敷内幅約8 m程度)を見ればよくわかる。したがって、陸上で大量の重量物を定常的に運ぶ場合、出発点と目的地がほぼ固定されている場合には鉄道が最も高効率となる。加え

ダム堆砂をどうする：天竜川「佐久間ダム」での最善解決策を考える

て、佐久間ダム―天竜川河口の想定ルートでは、国鉄民営化直前まで工事が行われ、その後整備が撤回された佐久間線（未成線）の遺産が天竜二俣から横山まで存在する。橋脚が撤去された箇所、歩道橋に転用されている橋もあるが、施設は天竜市（平成合併後は浜松市が所有）に移譲され今も盛り土やトンネルが多く残されており、本提案に利用可能と思われる。佐久間ダムの堆砂運搬では、出発地は浚渫陸揚地で、運搬目的地は船明ダム以南の天竜川下流域と河口周辺である。したがって、佐久間ダムから天竜川に沿って、あるいは堤防外（河川敷）に路線を建設すれば用地買収費もほとんど必要なく目的地をすべて経由することができる。

本提案：鉄道による堆砂運搬の特徴

（副次効果や利点）

旧国鉄や JR の路線では、同じ路線で旅客と貨物を運搬している。同様に、堆砂運搬鉄道であっても旅客運搬が可能である。また、本提案の佐久間ダムと天竜川河口を結ぶ線は、北端が JR 飯田線大嵐（おおぞれ）駅付近で、南下しながら新東名高速道、天竜浜名湖鉄道、遠州鉄道鉄道線（別称：赤電（あかでん））、あるいは西鹿島線）、東名高速道、JR 東海道本線、JR 東海道新幹線と交差する。したがって、このラインに鉄道を建設すれば、佐久間（中部天竜駅付近）、水窪、天竜二

俣（浜松市天竜区）、浜松市中心部を結ぶ公共交通として機能させることができる。さらに、2027年開業予定の JR 東海中央リニア新幹線の長野県内停車駅が飯田付近に設置予定であるので、ともに新幹線停車駅である浜松とリニア飯田の結節も可能となる。東海道新幹線は開業50年を迎え大改修の必要性が増しており、海拔数 m の海岸近くを走行する区間もあることなどを考えると、新路線は地震や津波などによる交通傷害発生時などの迂回路としても機能させることが可能となる。同時に、ベッドタウン化が予想される飯田や甲府、中津川に設置予定のリニア駅からの浜松への観光客誘致、松本―浜松のアクセス改善が期待される。

エネルギー利用の観点からも、海拔約250 m の出発地から河口に重量物を運搬することになるため、位置エネルギーの回収（発電）が原理的に可能である。回収した電力は中部電力に売却するほか、土砂の浚渫や選別、積込や荷下しの施設運転、堆砂の改質、曝気などの動力に利用可能である。

本提案は、ダムが発電・治水・利水の多目的をうたうように、堆砂運搬鉄道に公共交通・鉄道迂回路・観光などの機能を付加することをねらう。同じ税金を使うにしても、不完全な排砂機能のみの「排砂トンネル」よりは、複合機能を有した鉄道を建設する方が遥かに公共の福祉の観点から大きな対費用効果を実現できるのではないだろうか。何より、ダム堆砂先進地での問題の解決の試金石としての価値、将来への有効投資になりうるという「夢」を伴うところが本提案の特徴

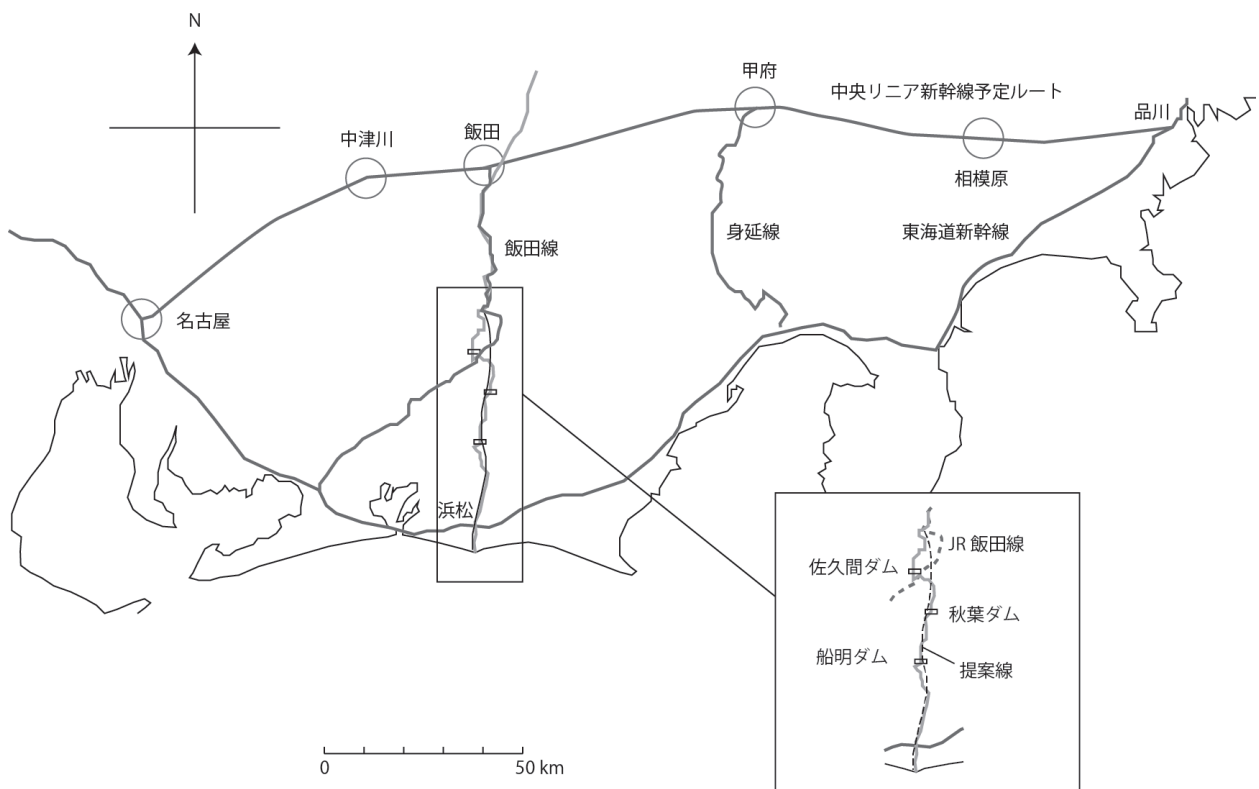


図1. 佐久間ダム堆砂運搬鉄道の提案ルート。

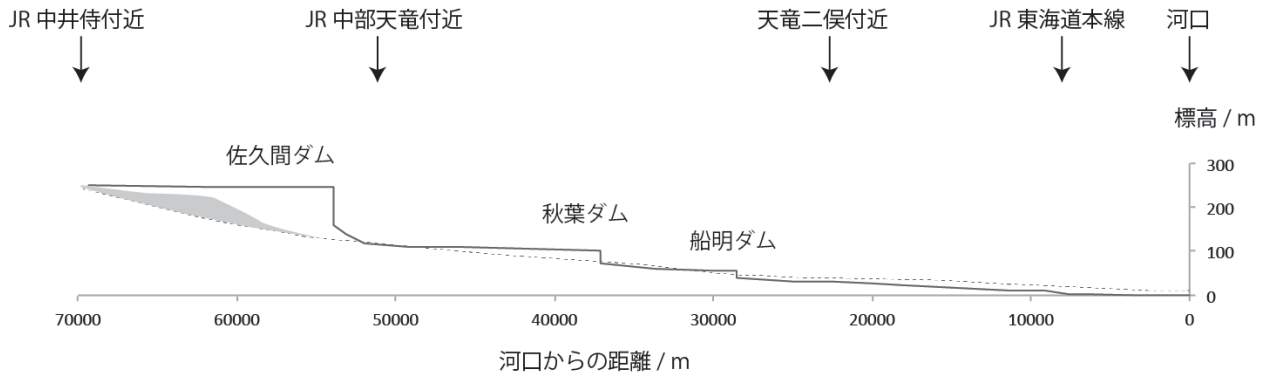


図2. 提案ルートの南北断面により標高差を示す（国土地理院「標高のわかる Web 地図」）。

である。

堆砂問題の解決の可能性とその先

もう少し具体的な運搬プランを考えてみよう。30 t 貨車26両編成（総積載量780 t）を一日20便運行した際には、年間570万 t の運搬が見込まれる。この場合、計算上25年ほどで堆砂をなくすことができる。すでにのべたように、堆砂の解消はダム機能を回復するだけでなくリスク軽減や改修や撤去への道筋を可能にするが、半世紀にわたり貯まった堆砂処理には、鉄道利用においてもなおこれだけの年月を要する。

堆砂を取り除くことが可能となっても、「濁水問題」と「堰堤による生物の往来障害」はなお解決しない。濁水を防ぐためには、蓄積した微細な土砂を、障害を発生させない形で処理することに加えてダム湖の水全体が濁水化することを防止しなければならない。戦前の台湾の利水施設建設では八田與一によるダム建設（吉川，2009）が有名であるが、南部屏東県に建設された地下ダム「二峰しゅう（にほうしゅう：「しゅう」は土へんに川）」により地下水貯留の環境調和型ダムを鳥居晋平が実現している（平野，2009）。揚水発電用の貯水と発電用の通過水を分けて運用することを検討すれば、その技術が応用できるかもしれない。

上流と下流の間の生物往来路の確保のためには、小規模なものでもダム迂回する流路が確保されなければならないが、佐久間ダムのような高い堰堤を持つ場合には、ループ式カスケード式魚道、ゴンドラ、あるいはダム上流部と堰堤下を結び本来の河川の機能を代替する迂回トンネル（排砂ダムよりかなり小規模）を設置するなどしなければ有効な魚道の設置は困難であるが、佐久間ダムの場合は、水窪川をバイパス河川として利用することが可能かもしれない。また、ダム間の本流区間においては、洪水時ダム湖からの濁水が改善するまでは流れに沈下するバイパス流路、すなわち平水時には濁水の入らない河道内バイパス側流路の設置も有効であると思われる。

さいごに

本意見で提案した鉄道建設による佐久間ダム堆砂の解決策は、2014年2月の日本陸水学会東海支部会研究発表会（三重県鳥羽市答志島）で紹介したものである。あらためてまとめると、本提案のメリットは以下の通りである。

1. 実績のある鉄道技術を利用するため、建設、技術と保守の点から信頼性が高い。
2. 地域の福祉と活性化を可能とする社会資本としての有効性があり、対費用効果が高い投資である。
3. 川筋にそって堆砂を大量に運搬可能であるため、任意の場所で適切な処理の後に適正量を河川や海に供給することができる。
4. 発電によるエネルギー回収も可能かもしれない。

より具体的な内容、実現可能性、数値による考察については、今後の検証の後に論文の形で投稿したいと考えている。

文 献

- 平野久美子(2009):水の奇跡を呼んだ男. 産経新聞出版, 東京.
- 岩波映画:「佐久間ダム」(1959):劇場公開された「佐久間ダム第1部(1954年)」、「佐久間ダム第2部(1955年)」、「佐久間ダム第3部(1957年)」を再編集した総集編.
- 国土地理院「標高のわかる Web 地図」<http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html> (2014年4月14日閲覧可能). 縦方向の縮尺は横方向の約3倍になっている.
- 岡野真久・菊井幹男・石田祐哉・角哲也(2005):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, 15(3): 200-215.
- 武田元秀(2011):ダムと鉄道. 交通新聞社, 東京.
- 吉川勝三(2009):台湾を愛した日本人. 創風社出版, 松山.
- (担当編集委員:野崎健太郎, 椋山女学園大学教育学部)