SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

ダムのある川の機能を回復させる：佐久間ダムでの提案

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-09-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 戸田, 三津夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/9119

陸の水（*Limnology in Tokai Region of Japan*）**70** : 55 - 59（2015）

意見（**Opinion**）

ダムのある川の機能を回復させる：佐久間ダムでの提案

戸田三津夫[1)]

How can we substitute for original river function robbed by Large Dam : The case of SAKUMA dam

Mitsuo TODA[1)]

摘　要

風力，波力，太陽光などの再生可能エネルギーを集めるのは難しいが，水力は水が自ら低きに流れる性質から自発的に集まる。ダムは再生可能エネルギーと水資源を利用するシステムとして秀逸なものであり，人類は古くからダムを造り利用してきた。しかし一方で，江戸時代や明治時代に訪れた外国人が「滝のようだ」と形容した日本の河川に，ダムを作ることにより水が停滞する人工湖ができ，水を収奪したことにより，河川と河口沿岸の環境は大きく変貌した。さらにその影響は，人間があらかじめ想像していたもの，すなわち生物の往来阻害，河川流量減少にとどまらなかった。ダム湖があることにより出水時の濁りが著しく長期化し，下流での生物の生産と消費など生態系を激変させ，河川と沿岸の環境を大きく変えてしまった。私たちは，この100年あまりの間に全国の主要河川で平行して壮大で膨大な実験をしてしまったが，人の知恵の浅さと失ったものの大きさ，河川機能を回復することの困難さとダム設置による便益を上回りかねない現在と将来のコストを痛感せざるを得ない。本稿では，佐久間ダム周辺の地勢を考慮し，飯田線旧ルート遺構を利用した清水（せいすい）バイパス，水窪川へ下るバイパス魚道設置について提案する。

キーワード：巨大ダム，清水バイパス，飯田線（新旧ルート），佐久間ダム

Key words: Large dam, Clear water bypass, Iida line, SAKUMA dam

（2015年7月5日受付；2015年7月15日受理）

はじめに

前稿（戸田，2014）では，佐久間ダムの堆砂をダム湖上流の大嵐（おおぞれ）付近で陸揚し JR 飯田線にて水窪南方まで運搬，そこから分岐して天竜川沿いに河口まで新たに建設する鉄道で運び降ろす提案をした。低付加価値の土砂などの固形物を陸上輸送する場合，比較的短距離であれば静岡県福田（ふくで）漁港の海砂移動施設のようにスラリー状態で輸送することもできる。しかし，一般的には陸前高田の土地かさ上げによる復興を目的に設置された施設や，神戸ポートアイランド埋立時の土砂船積用などの例に見られたベルトコンベアー，さらに長距離になると鉱山から鉱石を運び出す際に使われた鉄道などしか手段がない。堆砂の輸送もこれらを用いるほかない。しかし，この提案が実現したとしても，可能なのはダム堆砂の削減，下流域と海域への土砂の供給にすぎない。人間にとっての大問題の一つは解決するかもしれないが，河川機能のうちのごく一部を回復させるにすぎない。前案では鉄道を旅客利用することによる地域活性化なども期待されるが，いずれにしても解決するのは，人間が抱える問題である。仮にそれが実現して堆砂の増加傾向が抑えられて堆砂問題の解決の目処がみえたとしても，生態系やアユ資源に大きな影響を及ぼしている長期濁水，生物の往来阻害などの現在の天竜川の本流での本質的で深刻な問題は解決しない。むしろ，堆砂浚渫や陸揚げが頻繁に行われれば，かえって濁水がひどくなる恐れさえある。佐久間ダムは堤高が約150 m あるため魚道建設はきわめて困難であり，仮に魚道を設置し

[1)] 〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3-5-1　静岡大学大学院総合科学技術研究科，Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, Jyohoku 3-5-1, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka 432-8561, Japan

ても有効に機能させることはさらに至難である。一方，ダムの上下流で環境が激変する川，ダムが連続する河川では魚道は不要であるともいわれる（田子，2009）。また，緊急放水時をのぞきダム直下への放水量も少ないため，佐久間ダムでの魚類の移動阻害の解決ははなはだ難しい。魚類など水生生物の生息環境を回復して，天竜川の本来の河川機能を回復させるには，堆砂対策とともにこれらを解決しなければならない。本稿では，発電機能を重視した「飯田線旧ルート遺構を利用した清水バイパス」と，生物往来を回復させるための「水窪川を利用するバイパス魚道」の提案を行う。すなわち，佐久間ダム湖流入前の天竜川本来の透明度の高い水をダム湖の濁水に混合させずに，大嵐付近より分流させ発電所取水塔に導く「清水バイパス」と，やはり大嵐付近から東側の尾根を超えて水窪川に通ずる「トンネル魚道」建設することにより実現可能な代替ルート魚道を確保することを提案する。

清水バイパス

川は出水時に河岸を削り，堆積物を押し流し，あるいは支流から流入した大量の土砂を運搬し濁水化するが，健全な河川は平水になればすみやかに清流に戻る。しかし，ダム湖に濁水が入れば水の流れが急速に衰え粒子の大きなものから順に沈殿し，細かい粒子のシルトなども膨大なダム湛水中にしばらく浮遊したのち大部分がきわめてゆっくりとダム湖内に沈降堆積する。ダム湖が濁水化しているかぎり下流には濁水が流れつづけ，蓄積された微細粒子はほとんどがダム湖に残る一方，海域にはほとんど供給されず，次の出水で再び容易に懸濁化し濁水になる。結果としてダム湖に大部分の微細粒子をとどめ，下流河川には自然出水時よりも希薄な濁水を長期にわたりもたらし，川底の石が細かい土砂に覆われ続けることにより河床の生産者の生態系が変化し，特にアユ資源に明瞭な影響が見られる。海が必要としている栄養塩を含む土砂はダム湖に堆積し海に届かない。昨今，沿岸や湖沼でアサリ，ヤマトシジミなどの貝類や魚介の水産資源の衰退が全国的に広範囲に報じられるが，周辺主要河川には例外なくダムがあること，また，水産資源の衰退がダム整備に同期することからその主要因の一つがダム堆砂による海域への土砂の供給阻害とリンをはじめとする栄養塩のダム湖への停滞やダム湖での生物による栄養塩固定であるという考え方がある（Thornton et al., 2004；宇野木，2005；山下・田中，2008：池淵，2009：児玉，2009；谷田・村上，2010；大森・一柳，2011；京都大学フィールド科学教育研究センター，2012；池田・菅，2014：山本・花里，2015）。

ダムに作られる清水バイパスは，ダム上流の澄んだ河川水とダム湖の水を隔離し，下流に「清水」のまま導き流すためのバイパス水路である。佐久間ダムと新豊根ダムからなる発電システムは，佐久間発電所（35万 kW）の定常発電と，揚水発電システムである新豊根発電所（112.5万 kW）のオンデマンド発電からなる。水収支の観点からとらえると，ダム湖上流からの水は一旦ダムに入るが，ほぼ同量が取水塔からトンネルを経て佐久間発電所に導かれ，さらにトンネルを通じて約5.5 km 下流で天竜川に戻される（図1）。ダムは貯水機能により取水塔に必要水量を安定供給するが，発電には，ダム湖の濁水であっても上流の清水であっても影響ない。ダムを維持しつつ濁水を長期化させず，出水後すみやかに濁水を解消するには，できるだけ上流で清水を隔離して直接下流に流せばよい。天竜川水系の各ダムに清水バイパスがあれば，本流の長期濁水は大幅に解消することが期待される。ダム湖はもはや水の通路ではなく盲腸のような存在となり濁水は隔離される（図2）。

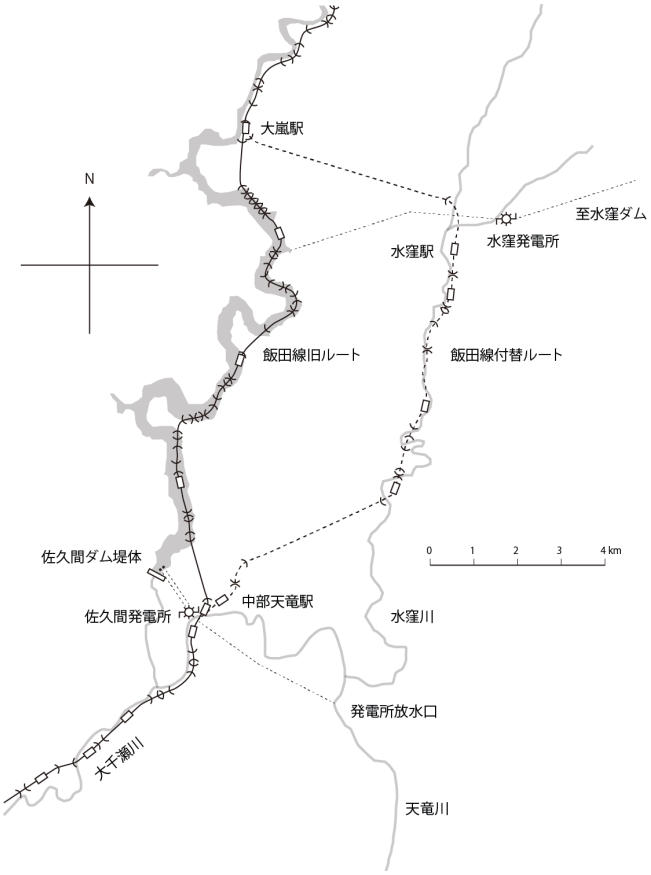


図1. 佐久間ダム周辺天竜川水系のダム発電施設と飯田線新旧ルート。飯田線旧ルートを実線で，付替ルートを破線で示している。飯田線工事事務所編（1956）を改変。

飯田線旧ルートを清水バイパスとして利用する

佐久間ダムが建設される前，1943年に三河，南信地方の伊那電気鉄道，三信鉄道，鳳来寺鉄道，豊川鉄道の路線を戦時国有化することにより国鉄飯田線が誕生している。かつての

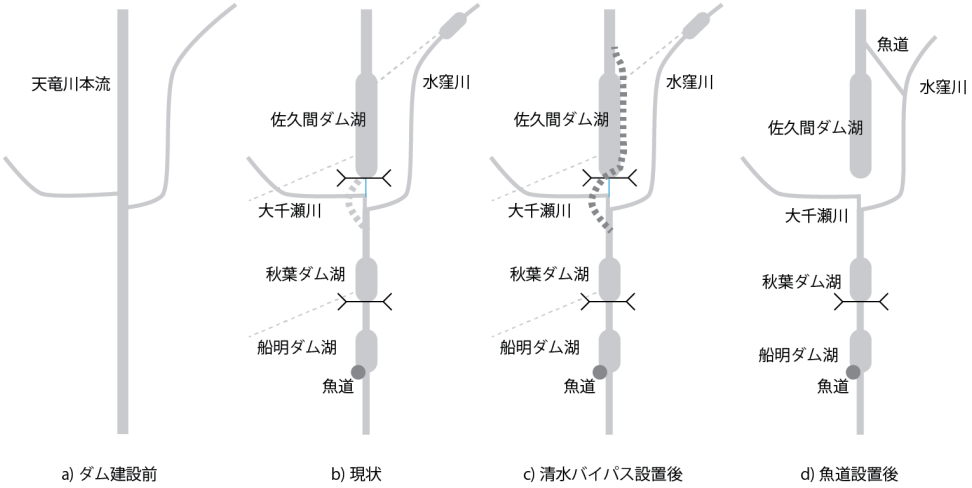


図2. 清水バイパスと水窪川トンネル魚道により変わる水の流れ。図2d は，魚から見た河川構造。

飯田線ルートは，豊橋から豊川沿いに北東に向かい，分水嶺を超えて天竜川水系の大千瀬川に至り，中部天竜からトンネルにより北上，天竜川左岸に沿って大嵐に至るものであった。ダム湖内にほぼ等高線に沿って大嵐の南側に至る水没区間がある。この旧ルートは橋やトンネルが連続する厳しいもので，測量には山岳地形に通じたアイヌの技師が起用され手腕を発揮している。1953年に佐久間ダムが着工されると，水没区間の中部天竜～大嵐間の鉄道付替工事が開始された。事前に天竜川本流筋を西，あるいは東に迂回する二案が比較検討されたが，周辺人口を考慮して，東側の水窪川に沿ったルートで付替線が2年ほどで完成している。しかし，この地は佐久間ダム南側をかすめる中央構造線が縦断するまさに軟弱地盤の谷であり，トンネル建設時の出水や完成後のトンネルの変形などで，当時キロあたり日本一といわれた事業費と多くの困難があったと伝えられている。（飯田線工事事務所編，1956）

現在，多くのトンネルを有する旧ルートは水没しており，流砂促進事業を実施する低水位時に垣間見られるのみである。佐久間湖は20 km あまりの細く長い形状のため清水バイパスが設置しにくいが，本稿では，この飯田線旧ルートを清水バイパスとして利用することで清水バイパスを実現するプランを提案する。鉄道路線は急勾配を避けるため，ほぼ等高線に沿って緩やかに下る。大嵐付近からダム堤体付近までそれは存在し年間を通じてほぼ水没しているものの，標高に関しては好都合な位置にある。60年を経て使用可能であるか，土砂埋没の程度，トンネルとトンネルの間をどうするか，渇水時はどうするかなど問題はあるが，清水バイパス基盤として検討の価値はあると考える。

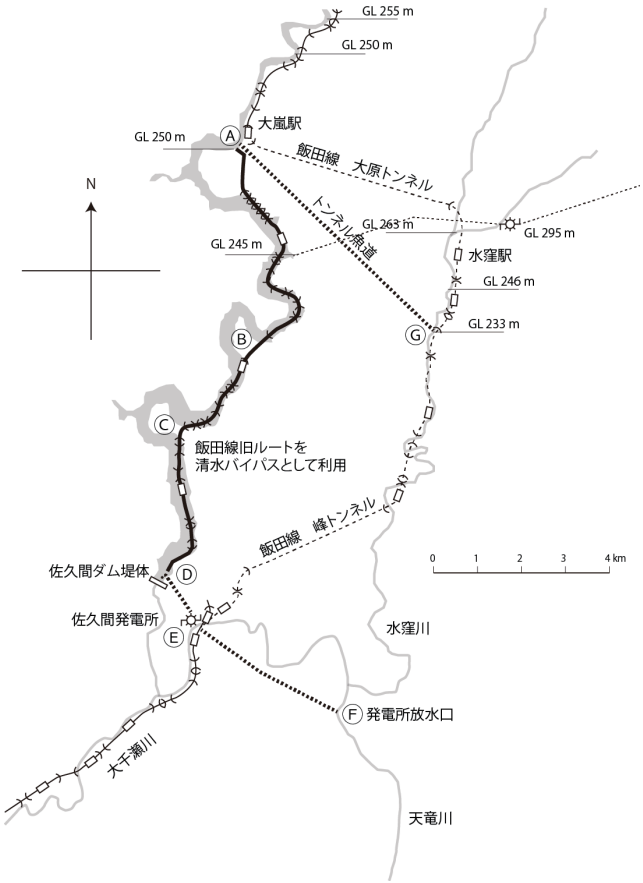


図3. 清水バイパスと水窪川トンネル魚道案。A ー B ー C ー D が清水バイパス。A ー G がトンネル魚道

水窪川バイパス魚道

水窪川は佐久間町大井西渡で天竜川本流から東に分かれる

支流で，飯田線（付替新線）水窪駅付近からやや東進しその上流には水窪ダムがある。ダムから約5 km の導水トンネルにより水窪発電所で発電（5万 kW）が行われ，さらに約4.5 km のトンネルを通じて佐久間湖に導かれ，佐久間発電所の発電量増加に寄与している。佐久間ダムでの魚道実現は，堤体の高さからきわめて困難である。また，ダムを超えることのできる魚道などの構造物を作ったとしてもダムにより河川環境が著しく変化している場合には，生物の往来がそう簡単には復活しないとする主張もある。（田子，2009）

そこで，飯田線の付替迂回と同じ発想で，ダム湖上流より水窪川への魚道バイパスを建設してはどうだろうか。図3に各地点水際の標高を「国土地理院　標高のわかる Web 地図」を利用して示したが，天竜川本流側が若干低いためにやや下流側に導く（図３）か，水位調節水門のようなシステム，暗所を魚がうまく通過できるようにする工夫などが必要になるが，現地の地勢を有効に利用する案として検討に値するのではないだろうか。

ダムとトンネル

山中にダムを建設する際には，トンネルが作られることが多い。佐久間ダムおいても，堤体建設に先立ち右岸側に大口径の二本の仮排水路トンネルが建設され本流の水をそこに導き堤体施行箇所から水を退避させ岩盤まで掘り下げたあと本格的な堤体工事に取りかかった。また，取水塔から発電所へ至るトンネル，発電所から放水箇所に至るトンネル，ダム建設道路のトンネル，飯田線付替線建設に伴うトンネル建設，新豊根発電所関連のトンネル，豊川用水用への佐久間導水路などが建設された。下流の秋葉ダムから浜松市が取水する三方原用水においても，山中に16 km ほどのトンネルや導水管が設置されている。このように，トンネルは私たちが日頃よく目にする道路や鉄道，地下鉄だけでなく，遠目にはわからない山中にも多くのトンネルが作られている。したがって，予算の問題はあるにせよ山中のトンネル建設自体はさほど困難ではない。支流の美和ダムなどに設置された排砂バイパストンネルもこのような考えから設置されたと思われる。また，都市部と違い，シールド工法の必要もないため，口径が大きくても事業費は1 km あたり数十億円程度で工事が可能である。

さいごに

本意見は，戸田（2014）によって提案された鉄道建設による佐久間ダム堆砂の解決策と連動するものである。ただし，本提案においても，水生生物の往来阻害については秋葉ダムを超える手段がないため解決できない。原子力発電システムがトイレのないマンションと形容されるが，大型水力発電システムも禍根を残さない撤収が困難であり同様の問題を抱えている。長期にわたり安全に効率的に巨大ダムシステムを運用するには100年スパンの長期的な視点で運用計画を立案し実施しなければならないが，これも原子力同様，実行されていない。現状では，発電，利水，治水に直結しない環境や生態系回復対策への大型予算の振り分けが行われる状況にないが，今後その状況が変更されることに期待したい。

鉄道による堆砂運搬も含めて，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。しかし，浜松市天竜区船明地区などではすでに旧佐久間線（未成線）跡地の道路への転用が進んでいる。提案を実現するには，いささか急がなければならないかもしれない。

本稿では，佐久間ダム清水バイパスと水窪川トンネル魚道について提案したが，水窪川魚道に清水バイパス機能を併設し流末に新規に佐久間第三発電所を設置し，清水バイパスと魚道を集中整備運用する策も考えられる。また，佐久間湖を発電ダムと揚水発電下ダム機能に限定して運用する方法も考えられる。後者では，新豊根発電所の上流側本流に現在の堤体と同規模の堤体を建設し二つの堤に挟まれたダム湖には上流側からバイパス水路で土砂を含まない水を供給し発電を行う。新堤体より上流側は河川状態に戻しダム湖を迂回するトンネルを建設して事実上穴あきダムとする。そうすれば，やはり堆砂の問題は別途考えねばならないが，天竜川の河川機能の多くが回復する。これらについては次稿で提案したい。佐久間ダムにおいて清水バイパスが効果的だと判断される背景には，上流の泰阜，平岡ダムの堆砂率が８割超と過大であることもある。すでに堆砂の著しいダムでは，湛水量が少ないために長期濁水現象は深刻化しにくい。そう考えると皮肉にも，佐久間ダムも堆砂量が増えてしまえば長期濁水は解消するのかもしれない。

2014年投稿の意見において，図2の垂直縮尺が水平に比べて3倍強調してあると記述したが，30倍の誤りであったので謹んで訂正したい。

引用文献

飯田線工事事務所編（1956）：飯田線中部天竜大嵐間線路付替工事誌 .

池田俊介・菅和利　監修（2014）：環境保全・再生のための土砂栄養塩類動態の制御，近代科学社 .

池淵周一（2009）：ダムと環境の科学 I ダム下流生態系，京都大学学術出版会 .

生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲郎（2009）：アサリと流域圏環境，恒星社厚生閣 .

児玉真史（2009）：栄養塩は流れに乗って．科学，**79**：298-303.

京都大学フィールド科学教育研究センター編（2012）：森と海を結ぶ川，京都大学学術出版会 .
大森浩二・一柳英隆（2011）：ダムと環境の科学 II ダム湖生態系と流域環境保全，京都大学学術出版会 .
田子泰彦（2009）：サクラマスは甦るか．科学，**79**：292-297.
谷田一三･村上哲生（2010）：ダム湖･ダム河川の生態系と管理，名古屋大学出版会 .
Thornton, K. W., B. L. Kimmel and F. E. Payne（2004）：ダム湖の陸水学，村上哲生･林裕美子･奥田節夫･西條八束（訳），生物研究社 .
戸田三津夫（2014）：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，陸の水，**64**：39-42.
宇野木早苗（2005）：河川事業は海をどう変えたか，生物研究社 .
山本民次･花里孝幸（2015）：海と湖の貧栄養化問題，地人書館 .
山下洋・田中克（2008）：森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産，恒星社厚生閣 .
国土地理院「標高のわかる Web 地図」：
http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html
静岡県福田漁港サンドバイパス：
https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-430/040427html/sandobaipasu.html
http://www.penta-ocean.co.jp/project/pj_story/2014/19.html
http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-430/040427html/documents/s_4_2.pdf#search=' 福田港＋サンドバイパス '
陸前高田復興かさ上げ事業：
http://www.rt-shimzjv.com/
http://www.shimz.co.jp/theme/photo/
http://www.furukawakk.co.jp/pdf/AR/AR2014s_04.pdf#search=' 陸前高田＋ベルトコンベアー '

（担当編集委員：野崎健太郎，椙山女学園大学教育学部）