

地域住民と協働する トキの野生復帰に向けた河川の自然再生

山川 雄太郎¹

¹新潟県佐渡地域振興局地域整備部 治水課 主任 (〒952-1555 佐渡市相川二町目浜町20-1)

佐渡島内を流れる天王川の流域にはトキ野生復帰ステーションが立地し、野生下のトキの個体数も多い。天王川の自然再生を行うことで、より自然に近い多様なトキの採餌環境を創出することを目指している。本論文では、学識者と地域住民との2つの会議で並行して、計画策定から将来の維持管理までを検討するプロセスと、生物多様性に配慮した河川計画について紹介し、他の河川環境事業の参考とするものである。

キーワード 多自然川づくり, 協働, トキ, 生物多様性, 自然再生

1. はじめに

(1) 佐渡島の概要

佐渡島は新潟県西部に位置し、面積約855km²、海岸線約281kmの離島であり、二級河川は145河川、総延長は約377kmである。また、20～80万年前には本土と隔てられていて、日本の中でも地理的隔離が長く続いている島の内のひとつであり¹⁾、そのことから、動物相は貧弱に(種類数が少なく)なっている²⁾。

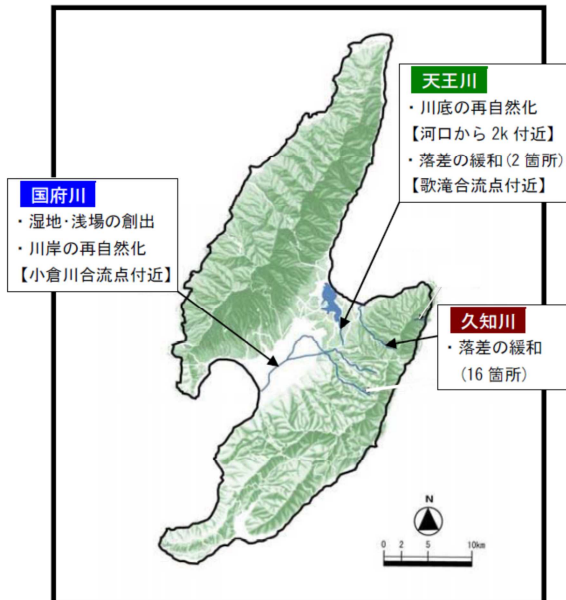


図-1. 事業箇所

(2) 計画の概要

平成15年3月に環境省は「環境再生ビジョン」を策定し「2015年頃に小佐渡東部に60羽のトキを定着させる」

と目標を設定した。各分野においてもトキの野生復帰を支援するため、平成16年1月に環境省、国土交通省、農林水産省の連名で「トキ保護増殖事業計画」が変更された。平成17年3月に新潟県も「新潟県トキ野生復帰推進計画」を策定している。

それらの計画を受け、新潟県佐渡地域振興局地域整備部では、山岸哲 財団法人山階鳥類研究所長(当時)を委員長として河川工学や生物学の学識経験者による「トキの野生復帰に向けた川づくり検討委員会」を開催し、平成18年7月に川づくりの面からトキの野生復帰を支援する「佐渡地域河川自然再生計画(以下、自然再生計画)」を策定した。河川における生態系の多様性の保全・再生・創出を目標として川づくりを推進していくこととした。

自然再生計画では、あらかじめ定められた事業スケジュールを重視するこれまでの事業の進め方とは違い、事業実施による自然の反応をモニタリングし、その状況に応じて計画の内容にフィードバックしながら、順応的に見直し、段階的に事業を実施していくこととしている。

2. 現在の状況

(1) これまでの事業成果

自然再生計画では順応的・段階的な整備方針が示され、対象河川では概ね1段階目の施工が実施済みである。

国府川では低水護岸が矢板護岸になっていることから水際部の環境を改善するために、矢板護岸前面に寄石をして水際部の多孔質化を行うとともに、笠コンクリートを一部撤去し、高水敷を湿地化している。

大野川では河川改修事業の実施にあわせて多自然川づ

くりの手法を用いて河川環境の改善を図っている。

久知川では既存の25か所の落差工によって縦断方向の連続性が分断されていたため、そのうち落差の大きい16基の落差工を全断面魚道に改築し、連続性を確保した。



写真-1 国府川高水敷の湿地化

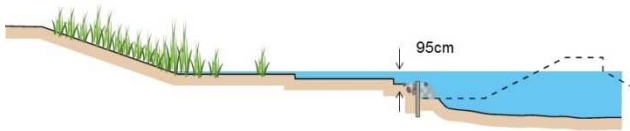


図-2 国府川高水敷の湿地化箇所の断面

天王川では三面張り河道の底張りコンクリートを撤去し河床を再自然化するとともに、落差工を解消した。

これらの河川では生物モニタリングの結果、生物の種類数、個体数ともに増加した結果が出ている。生物の種類数が少ない離島という条件から考えると、種類数の増加は特に大きな効果だと評価している。

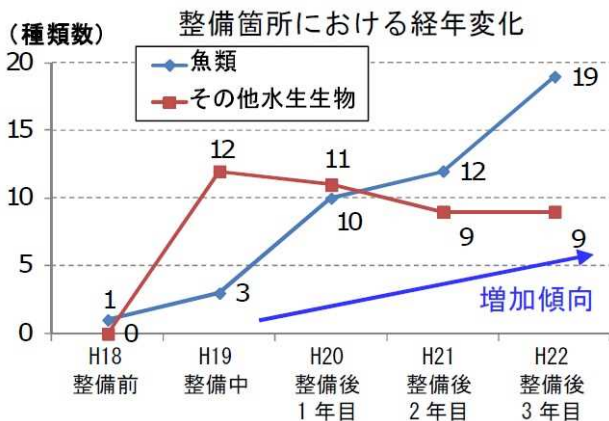


図-3 国府川高水敷湿地化箇所の生物モニタリング結果

(2) 放鳥後のトキの現況について

平成20年以降、環境省によりトキの自然放鳥が行われており、平成28年9月現在で野生下の個体の総数は200羽程度となっている。³⁾

現在、トキは佐渡島内で主に水田を餌場に行っていることから、農業者は島内全域で農薬と化学肥料の使用量を

従来の5割減にして耕作している。しかし、水稻の丈がトキの体高より高くなる夏期や、積雪のある冬期など、季節的に水田を餌場にし難い期間があることが分かってきた。野生下のトキの個体数が増えるにつれて、より多様な餌場環境の確保が課題となってきている。

このような中、河川の営力により植生が低く抑えられる水際部や寄州などが、季節の影響を受けにくい餌場として、河川に求められる役割が大きくなっている。

(3) 次段階への事業展開

放鳥後の状況の変化に対して、段階的・順応的な計画を立てていたため、河川事業は柔軟に対応することが可能であった。段階整備の1段階目まで完了していた計画対象河川において、次段階への展開を検討した。

計画対象河川のうち、天王川は流域にトキ野生復帰ステーションが立地し、周辺に生息するトキの個体数が多いことから²⁾、河川だけでなく天王川流域全体を意識して事業を次段階へ進めることとした。

3. 天王川中流域での事業展開

(1) 天王川について

天王川は小佐渡丘陵北西部に源を発し、国仲平野東縁の洪積台地間の水田地帯を北に流下し汽水湖の加茂湖に注ぐ、河川延長約4.9km、流域面積約7.6km²の二級河川である。

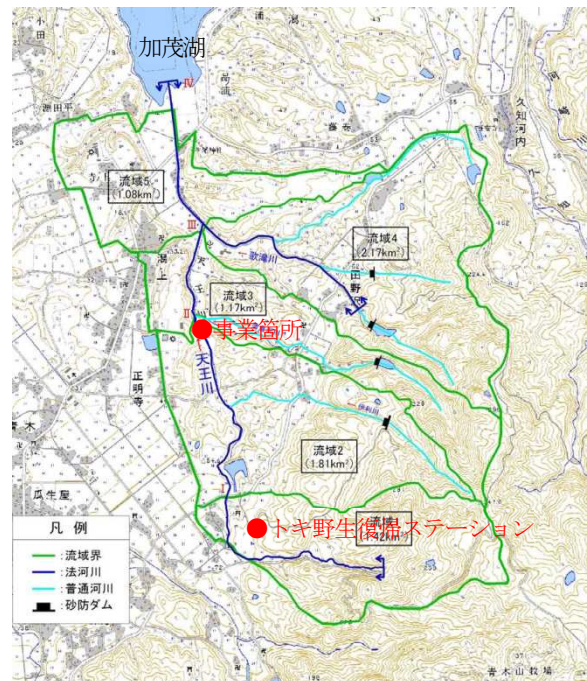


図-4 天王川流域図

河川延長の4,900mが掘込河道であり、上流約2,400mがセグメントM、中流約1,500m間がセグメント1になっており、昭和50年代以降にコンクリート三面張りに改修されている。また、下流1,000m間がセグメント2で昭和40年代

にコンクリート護岸（二面張り）で改修されており、計画流量規模は概ね1/5確率になっている。

流域の土地利用は山間部は森林で全体の約66%，平野部は水田で全体の約29%，その他が宅地などになっている。また、天王川の一部区間にはホテルが自生し地元団体が保護活動を行っている。下流の加茂湖では内水面漁協によりカキの養殖が行われている。

(2) 天王川的环境整備方針

天王川流域では、地域住民により水田ビオトープが良好に管理されている一方で、耕作放棄地が散見される。耕作放棄地を利用して河道を広げ、流速を落とすことでコンクリート護岸を土羽護岸に改築するとともに、広げた河道空間にトキの餌場となる湿地を形成することとした。



写真-2 天王川中流域 事業箇所

(3) アドバイザリー会議

事業の展開に際し「順応的・段階的な取り組み」を踏まえて、事業の推進とそこから生じる様々な課題と、それに対する解決方法を専門的見地から検討し助言を頂くことを目的に「トキの野生復帰に向けた川づくりアドバイザリー会議（以下アドバイザリー会議）」を開催している。構成員は表-1の6名に依頼しており、平成19年以降現在までに10回開催している。

表-1 アドバイザリー会議構成員

天野 邦彦	国交省 国土技術政策総合研究所 河川研究部長
大場 信義	大場蛭研究所 所長
尾崎 清明	公益財団法人 山階鳥類研究所 副所長
島谷 幸宏	九州大学 大学院工学研究院 教授
関島 恒夫	新潟大学 農学部生産環境科学科 教授（座長）
陸 旻校	長岡技術科学大学 環境・建設系 教授
所属は平成28年9月時点、五十音順、敬称略	

(3) 座談会

自然再生計画では地域住民とのパートナーシップにより地域全体での取り組みを行うこととしている。地域住民に様々な価値観があることを前提に、①地域との情報の共有、②計画・設計・施工段階での意見交換、③モニタリングや維持管理での役割分担などについて、手順を

踏んで議論し実践するプロセスが重要だと規定している。このプロセスを経てはじめて地域合意が形成され、活動への積極的・自主的な参加につながるということになるという考え方である。

このような考え方にに基づき、地域住民による「トキと人の共生を目指した水辺づくり座談会（以下、座談会）」を開催している。佐渡の文化や住民性を考慮した名称としている。参加者は自由参加で、河川や環境に興味・関心のある方が多く集まり、自由な意見を出し合ってきた。

進行役を平成19年から平成22年まで桑子敏夫 東京工業大学大学院 教授（当時）、平成23年以降は関島恒夫 新潟大学農学部生産環境科学科 教授が務め、平成19年以降現在までに14回開催し、合意形成を図っている。

(4) 会議の位置づけ

アドバイザリー会議と座談会は上下の関係性ではなく並列で、互いに車の両輪のように機能し、それぞれの会議で出た意見は次の互いの会議で紹介され取り入れられることを繰り返しながら進めている。2つの会議の意見を尊重し、県は事業の実施や設計に反映させている。

4. 合意形成について

(1) 合意形成手法の導入

事業当初は県も前例のない事業のためノウハウもなく、放鳥前ということもあり住民も河川環境に対する意識は高くなかった。このような状況で合意形成の手法として、「県が計画を説明して住民に納得してもらう」という従来の手法ではうまくいかないことが予想された。

このため、桑子教授に座談会の進行役を依頼した。合意形成は学問的に様々な手法が存在するが、桑子教授が得意とする哲学的な手法を用い、事業に対する参加者の意識の啓発を行いながら合意形成を図ることで、多くの意見が出され、活発な議論が行われた。



写真-3 座談会開催風景

(2) 問題の発生

このような体制で事業の推進を図ってきたが、平成26年頃には地域との合意形成の場である座談会がうまく進まなくなり、事業の進捗が停滞してしまった。

問題として、ひとつは、河川環境整備の計画内容や維持管理の手法に対する思いや認識について、県と参加者の間にギャップが生じてきたこと。ふたつめとして、参加者から出た自由な意見を現実的な計画に反映しきれず、問題の解決のために参加者に納得してもらえような解決策の提案を県が行えなかったことなどがあったと考えられる。

具体的な意見や、対応策が参加者と県のお互いから出ない中、座談会の開催頻度が減少していった。議論するプロセスを経て合意が形成されるという考え方からすると、議論が進展しないことも問題だが、開催頻度が減っていったことの方が大きな問題だったと考えている。

(3) 問題の解決に向けて

座談会は参加者は自由参加で、毎回の議論のテーマは決めているものの、県は基になる案は提案していなかった。参加者の自由な発想から出された意見に対して参加者同士で検討していく中で、意見が洗練されていき、座談会としての結論が出るころには、参加者の河川環境に対する意識が自然と育まれ向上している、というような手法を採っていた。

この手法は事業の初期段階では効果を発揮し、地域住民の意識の向上に大いに効果を発揮したと考えている。しかし、事業が進捗し、詳細設計や現場施工を目前にした段階になると、前述のような問題が生じ、計画が具体化していかなかった。このため、合意形成の手法を転換することで、より具体的・建設的な意見交換ができる場をつくることとした。

(4) 問題の解決手法の検討

課題の解決に向けた手法を考える際に、合意形成手法の転換以外に、地域住民の興味の低下により議論が捗らないことも考えられた。実際、佐渡市などが整備したビオトープでは維持管理が継続して行われず、トキの餌場としての役割が十分果たせなくなっている箇所が島内で多く見られる。自然放鳥が進み、佐渡島内の一部地区ではトキが珍しくない鳥になってしまった今、ビオトープなどの維持管理に向けた地域住民の意識は放鳥前後と比べて高くなってきている。

しかし一方では、平成26年度に事業再評価を行った際に仮想市場法（CVM）調査を実施し、島内全域の世帯に対して支払意志額をアンケートにより計測した。その結果、支払意志額が高く、費用対効果（B/C）は3.3であった。このことから河川事業に対しては地域住民の興味・関心はあるものと考えられ、合意形成の手法を転換することで継続することとした。

(5) 合意形成手法の転換と成果

参加者が自由でかつ、自由な意見を言える座談会は良い場であり、その長所は活かしたままにするため、座談

会の下部組織になる「天王川自然再生ワーキンググループ（以下、ワーキンググループ）」を立ち上げ、議論を進めることにした。

地域の意見を反映できるように様々な立場の方に声をかけ、有志から参集を得た。構成員は地元区長、地域のNPOなどの各団体、小学校、環境省、佐渡市、新潟県をメンバーとして、傍聴も可能とした。

毎回、県から基になる計画案を提示し、メンバーから自由な意見を出してもらい、県は次回までにその意見を計画に反映させ、また基になる案として提示する、ということを繰り返した。また、河川環境や魚類の専門家に講演をお願いした回もあり、講師と意見交換をすることでメンバーの自然再生への理解も深まった。

合意形成の手法を事業の展開に応じて転換することで、議論も進み平成27年度以降10回開催し、地域の意見をより具体化して反映させることができた。



写真-4 ワーキンググループ開催風景

5. 河川のレイアウトと環境要素

(1) 各種調査

水質調査(13項目)、水位観測による水文調査、ボーリングとサンプリングによる土質調査、生物モニタリング、流水中の浮遊砂量の各種の事前調査を行っている。



写真-5 計画箇所の航空写真

(2) 基本的なレイアウトの決定

河川諸元や調査結果、地域住民の意見を基に、以下の(3)から(8)で述べる必要とされる環境要素を踏まえて、基本的なレイアウトを決定した。

(3) 湿地・池の配置

トキの主な餌場になる水深10cm前後の湿地を上流側の

左右岸に配置し、水深50cm程度の池を下流側に配置した。トキの主な餌生物であるドジョウが産卵時に上流の湿地へ移動する生態を考慮したものである。また、川と湿地、川と池、湿地と池というそれぞれ異なる環境同士を互いに連続させ、多様な生物の生息・移動環境を確保した。

(4) 池の配置

土羽護岸になることに対して、加茂湖の漁業者から濁水の懸念が示された。カキの稚貝の生育環境を考慮すると、粒径1mm以下の浮遊砂が生育の支障であり、掃流砂が加茂湖へ流入するのは大きな問題ではないことから、浮遊砂を捕捉するため、沈砂池的な機能を必要とした。

(5) 低水路の配置

昭和22年の航空写真は既に河川の1次改修後であったために周辺地形を参考にした。左右岸の山の地形に沿い左右へ蛇行していたと考え、左岸側を山付きにすることで日射も遮断し、生物の生息・移動環境も確保した。

(6) リター供給量と日射遮断機能

河畔樹林による日射の遮断により水生植物による光合成の他に河川外からの有機物の供給が多くなる。河道内への落葉が底生生物の餌になり、秋から春にかけて供給量が多くなる。また、落下昆虫は魚類の餌になり、その供給量は夏に最大になる。このリター供給量（有機物の供給量）が河道内の生物多様性に大きく作用する。

また、流域が小さく水量が少ないため、左岸側（西側）の自然斜面を用いて水面を日陰にすることで夏季に水温が高くなることを防ぐと共に、一様でない日照環境を創出することで多様な生物の生息環境を創出する。

(7) ホタルの生息範囲の拡大

下流の河道内に自生するホタルの生息環境と同じ条件を設計箇所にも設けることとした。山付きにしてリター供給と日射の調整を行うことで、ホタルの餌生物のカワナナの餌になる藻の繁殖と、ホタルの産卵環境になる日陰の河岸のコケの生育環境を両立した。ホタルが自生できる河川環境を用意することで、ホタルの生息範囲が拡大していくことを期待する。

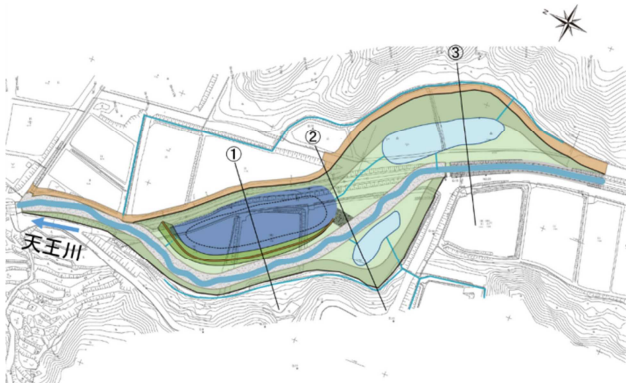


図-5 ワーキング検討後のレイアウト修正案

(8) 河川管理用通路の配置

通常、河川管理用通路は河川の両岸に3mずつ確保されることが多いが、河道と周辺環境との分断を生じさせるため右岸の片側のみに配置することとした。

6. 河川の詳細設計

(1) 求める環境の実現に向けて

必要とされる環境要素とレイアウトを実現するための水理条件について検討を進めた。

(2) 川幅水深比と掃流力の設定

天王川の流量は少なく、平水流量は $Q=0.25\text{m}^3/\text{s}$ である。川の営力を確保しつつ河道内の空間を最大にするため川幅水深比を3にした上で、低々水路（みお筋）を設定した。同時に掃流力の確認も行い⁴⁾、平均年最大流量 $Q=5.0\text{m}^3/\text{s}$ 時の無次元掃流力は $\tau_{*R} = 0.051 > 0.050$ であり、このとき単列砂州（交互砂州）が形成され、年平均最大流量より大きい流量の場合、砂州は形成されず攪乱が起こる。

これにより河床材料を常に動かしつつ、攪乱を受けやすい寄州を河道内に形成することができる。

(3) 年間20～30回の氾濫による攪乱効果

河川の営力を用いて攪乱を起こすことで湿地環境を確保し、水生生物の生息環境の確保、植物繁茂の抑制、陸生遷移を防ぎ外来種の侵入を防止する。このため年20～30回程度、河道から湿地へ河川水を氾濫させることとして、低々水路（みお筋）の流量を $Q=0.5\text{m}^3/\text{s}$ とした。また、上流の湿地では河道は自由に動くことを許容する。

(4) 河床材料の設定

土質調査より計画河床高の土質は平均粒径 $d=0.25\text{mm}$ 前後の砂質土であるが、天王川の上下流の現況の河床材料は $D_{50}=58\text{mm}$ の礫である。上流には土砂供給を阻害する横断構造物がないため、長期間の河川の作用で河床材料は同様に再生・形成されるが、下流への濁水対策のため自然の河床形成を待てないことから平均粒径 $D_{50}=58\text{mm}$ 前後の河床材料を計画河床に敷設することとした。

(5) 不等流計算による水理条件の確認

拡幅した河道内の水理諸元を不等流計算によって確認した。特に河道と池で分流する箇所では、合流点での出発水位を等しくし、分流個所の水位が等しくなるまで分流の比率を変えて複数回トライアル計算を行った。これにより、河道と池の分流量に加え、流速、水面形を求めることができた。池への分流量が分かることで、沈砂池の計算を用いて土砂の補足量を算出した。

また、不等流計算によって調整池の効果についても算出でき、1/3確率雨量時に流量で $1.0\text{m}^3/\text{s}$ (7.0%)、水位で

7.0cm(4.2%)低減させることができた。これは同じく新潟県が施工した刈谷田川遊水地(流量の10.3%,水位を3.7%低減)と同等の割合の効果を発揮することが分かり副次的に遊水地的な機能も有することが分かった。

(6) 成果

ワーキンググループで検討を重ね、座談会やアドバイザーからの意見を反映して設計を進めることができた。写真-5は現況の航空写真図であり、ワーキンググループでの検討により、図-5のレイアウト修正案が完成し、座談会で地域の合意を得た。その後、アドバイザー会議を経て、得られた意見を基に計画平面図に描き起こしたものが図-6であり、一連の取り組みの成果となった。



図-6 設計平面図

6. まとめ

(1) 考察

この天王川の自然再生事業は河川だけでなく、周辺環境も含む流域全体を考慮した計画になっており、他に事例の少ないことであると思う。さらに、他の環境整備事業では生物の指標を1種類程度で評価している事業が多いと思われるが、トキの餌生物全般を対象とし、生物多様性を創出しようとしている点も特長だと考えている。

順応的・段階的な整備方針に加え、地域住民とのパートナーシップにより地域全体で議論し実践するプロセスが重要だと考えている。これを計画段階から実践してきたが、議論を重ねるたびに地域住民の理解が深まってくことを感じた。また、県の柔軟な姿勢や意見に耳を傾ける努力に対して、地域住民から好評をいただくこともあった。今回、設計を進めることができたが、それ以上に地域との信頼関係を築けたことが成果と言えるのではないかと感じている。

このまま地域との話し合いを続けていくことで、今後生じるであろう維持管理や利活用の問題も解決していきたいと考えている。事業のために始めた合意形成ではあるが、この取り組みが地域づくりや地方創生のような大きな流れにつながっていったらと思う。

なお、本稿で紹介した取り組みが多自然川づくりや自然再生事業にとってのモデル的な事業になり、今後、他の河川で展開される事業の参考となれば幸いである。

(2) 維持管理への展開

本稿で述べた設計を基に、今秋から現場施工に着手する予定としている。それと並行して、地域との話し合いは維持管理の段階へと進んでいる。計画箇所は完成後には、河川管理者による通常の維持管理に加えて、地域住民による利活用や維持管理を想定している。

すでに地元団体による河川内の生物調査などが行われており、利活用の面では一歩進んでいる部分もある。今後は、地元団体が主体的に携わる維持管理の枠組みづくりを検討しており、企業CSRの導入の検討や、県と地元企業が協働してヒツジを用いた除草の実証実験なども行っている。



写真-6 ヒツジによる除草の実証実験

(3) 最後に

今回、専門家や地域住民の皆さんから多くの意見やご協力を頂いて天王川中流域の設計を進めることができた。これについて謝意を表したい。

最近では事業について、新潟日報⁵⁾や読売新聞⁶⁾、日経コンストラクション⁷⁾でも取り上げられ、注目を集め始めている。今後はできるだけ早く現場を形にして、一日も早くトキが舞う河川にしていきたい。その頃には全国から佐渡に観光客を集め、かつ地域住民が地元を誇りを持ってようになるための重要な場として機能する事を切に願っている。

付録：

天王川の自然再生についての事業紹介—新潟県佐渡地域振興局地域整備部ホームページ

http://www.pref.niigata.lg.jp/sado_seibi/1222192933458.html

参考文献

- 1)新潟県佐渡市：佐渡島環境大全改訂版，p38，2012.
- 2)新潟県佐渡市：佐渡島環境大全改訂版，p40，2012.
- 3)環境省：トキかわら版(2016年9月号).
- 4)多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ，p21，2011.
- 5)新潟日報：平成27年7月4日記事，平成27年8月26日記事，平成28年2月4日記事，平成28年9月17日記事
- 6)読売新聞：平成27年7月16日記事，平成27年12月4日記事.
- 7)日経コンストラクション：2015.9.28号，p13.