

○工法について

再生工事の経過，工事前～工事中～工事後の環境の変遷

●調査・計画

八幡湿原自然再生協議会では、霧ヶ谷地区における水文調査や動植物の調査(平成 15～16 年度)をもとに、まず、湿原再生の全体構想(17 年度)を立案し、構想にもとづく実施計画(18 年度)を策定した。

自然再生のコンセプトのもと、おもに下記のような具体的な整備手法を検討・立案し、再生工事に必要な設計計画を行った。

- ① コンクリート三面張り水路の撤去
- ② 自然形態の河川の整備
- ③ 河川の嵩上げ
- ④ 導水路の整備
- ⑤ 町道周辺の水路改修
- ⑥ 立木の伐採 など

設計計画で特に問題となった点として、河川の改変・整備に際して、下流部の営農地域に対する洪水の抑制にむけ、土砂流出を最小限に抑えなければならないという点に留意した。

●工事の経過

工事は平成 19～21 年度にかけて 3 か年で実施した。

年次別の主要な工種は下表に示すとおりである。

| 八幡湿原自然再生事業の概要 | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----------|---------|---------|--------|----|--|--|--|
| 1 年度別実績表 | | | | | | | | | |
| 工 種 | | 平成19年度 | 平成20年度 | 平成21年度 | 計 | | | | |
| 河川改修 | 流路工撤去・埋戻し | 272.0 m | 200.0 m | 40.0 m | 512.0 | m | | | |
| | 取水堰工 | 3.0 基 | — | — | 3.0 | 基 | | | |
| | 帯工 | 3.0 基 | 7.0 基 | — | 10.0 | 基 | | | |
| | 落差工 | 7.0 基 | 9.0 基 | 1.0 基 | 17.0 | 基 | | | |
| | 床固工 | — | — | 1.0 基 | 1.0 | 基 | | | |
| 導水路 | 幹線導水路(素掘り) | 320.0 m | 141.5 m | — | 461.5 | m | | | |
| | 補助導水路(素掘り) | 1384.0 m | 844.0 m | — | 2228.0 | m | | | |
| | 明渠埋戻し | 437.0 m | 148.0 m | — | 585.0 | m | | | |
| 既設水路撤去 | 管渠撤去 | 10.0 m | 9.7 m | 4.8 m | 24.5 | m | | | |
| | 側溝撤去 | — | 141.0 m | — | 141.0 | m | | | |
| 側溝改良 | 町道側溝等改良 | — | 23.0 箇所 | — | 23.0 | 箇所 | | | |
| 観察路 | 木道・木橋等 | — | — | 753.7 m | 753.7 | m | | | |
| 伐 採 | | 4.0 ha | 1.8 ha | — | 5.8 | ha | | | |
| 標 識 | 解説板・指導標 | — | — | 5.0 基 | 5.0 | 基 | | | |

●工事前の環境

・地形の概要

霧ヶ谷は四方を標高 900～1200m 級の西中国山地に囲まれ、中央部分には太田川の支流・柴木川の源流が流下している。

細長い鍋底型の地形をなし、南北方向に約 3%の勾配を持っている。

・目標としている環境想定

この事業で目標としている昭和 30 年代の霧ヶ谷は、草地で樹木がほとんどなく、みお筋には河川が蛇行し、山麓から供給される湧水による湿地が散在し、地元の古老の証言によれば、大雨が降ると一面が冠水するといった氾濫原の様相を呈していたようである。

■昭和 51 年の空中写真

河川に三面張りが施工される前で、蛇行し、牧場内には樹木がほとんどない状況が読み取れる。



・河川や町道等の整備

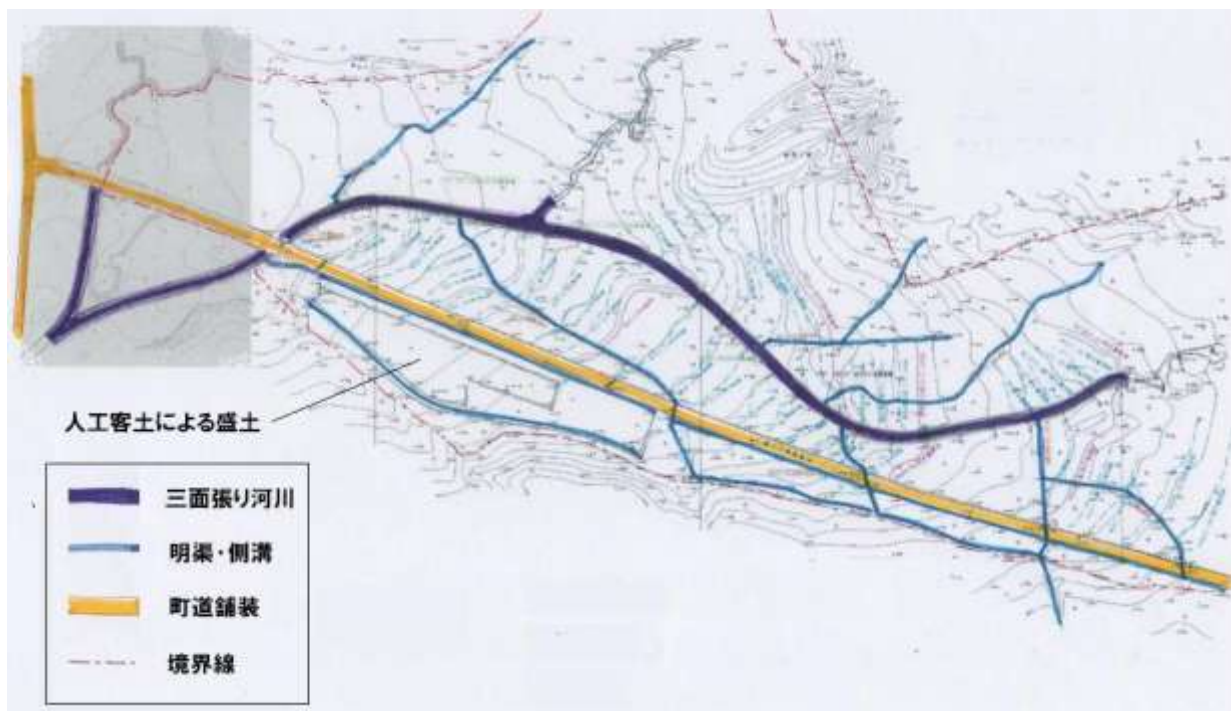
牧場開発に伴い、みお筋にはコンクリートの三面張り河川が整備され、周囲の林縁部への排水用の明渠、三面張りの側面には排水用の暗渠が整備された。また、中央部分の町道に舗装や排水側溝が整備されたことで、水みちが遮断された。



■河川の三面張り、排水暗渠の施工状況



■明渠の施工状況



・植生環境

こうした整備によって、湿地の乾燥化が促進され、しだいに草地の環境に樹木が浸入しはじめるようになり、工事直前には、ほとんど藪の様相（高木層から草本層まで見通しの効かないほど繁茂した状態）を呈するに至った。



■町道沿いの藪化した植生状況



配置 ■河川と町道の交差部付近の植生状況



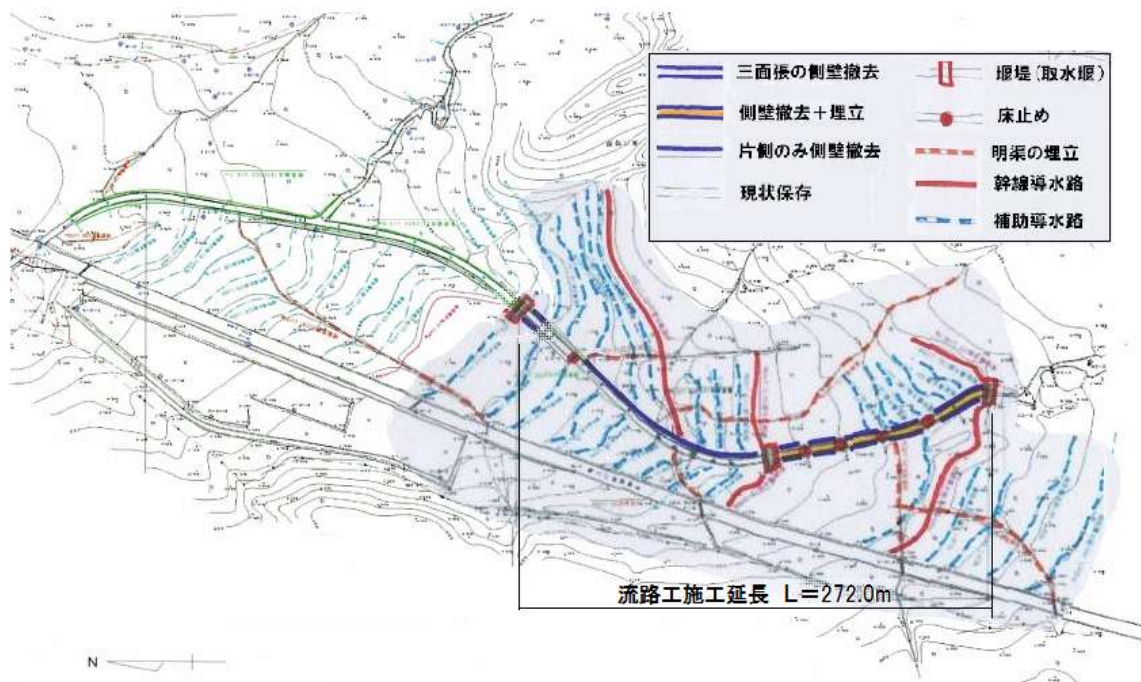
写真■ UAVによる空撮画像(左:平成18年6月5日撮影;右:平成19年6月5日撮影)

● 工事中の環境

再生工事はH19・20・21の三か年度で実施された。

・19年度工事

工事初年度の平成19年度は、藪化した樹木を伐採し、上流部(南側L=272m)のコンクリート水路の撤去・埋戻しを行い、同じく導水路の整備を実施した。



■ 19年度工事の概要図

計画地の大部分で胸径φ15cm以下の樹木の伐採が行われたことで、藪の大半が取り払われ、かつての

草地環境の記憶を取り戻すような景観が出現した。

太陽光が地面まで届くようになったことで、もともと潜在していた背丈の低い植物が、出現するといった環境の変化が見られた。

工事に際して、工事用車両の進入ルートでは、重機による土壌の締め固めなどにより、一部の植生に影響している可能性がある。

上流部分(南側半分)の三面張りの取り壊しと岩塊による埋戻しによって、河川が伏流するといった状況が出現した。その一方で、表流水の見られる箇所や導水路には、早くもタカハヤなど魚類の復活が見られた。

導水路の給水による、急激な湿性環境への変化で、一部にミゾソバなどの大量の開花が見られた。



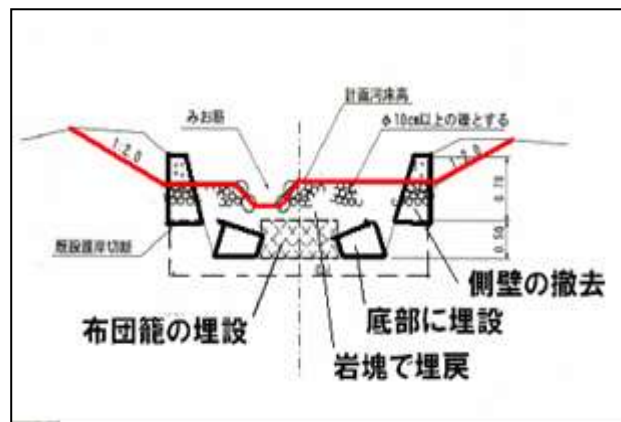
■伐採後による開放的な空間が出現



■三面張り河川のコンクリート取り壊し、埋設工事



■河川水が伏流している状況 (完成当初)



■流路工の施工イメージ (説明図)



■幹線導水路



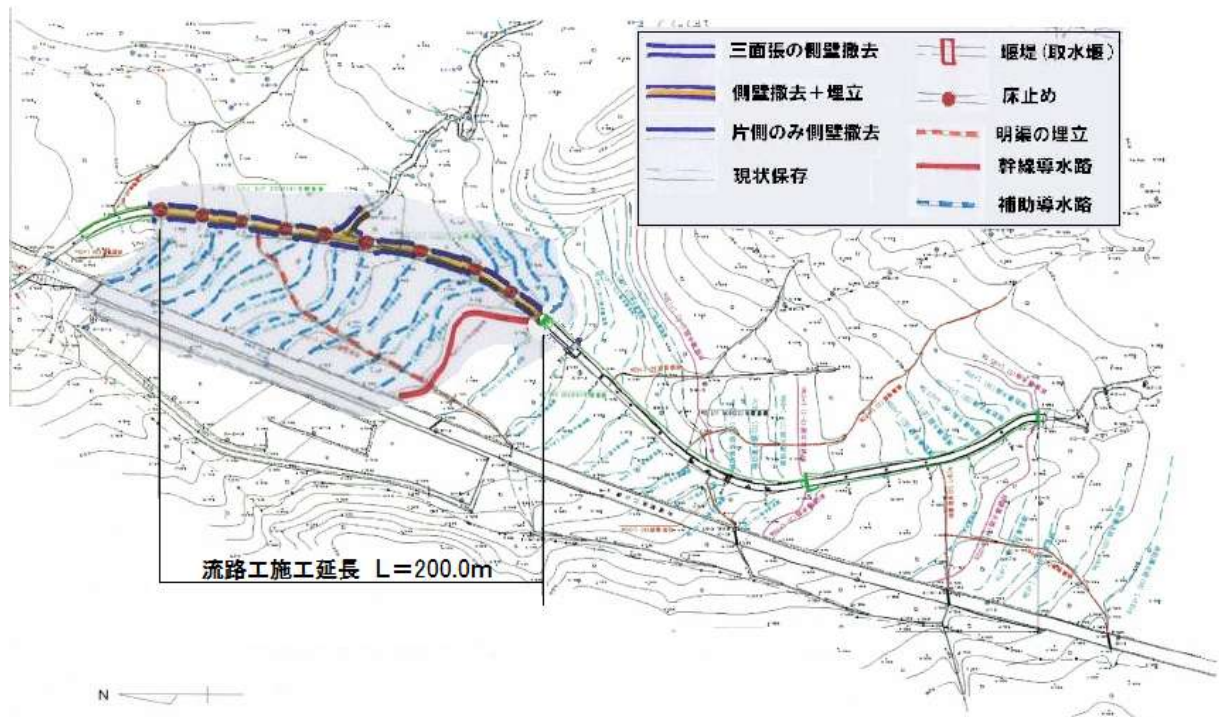
■補助導水路



写真■ UAVによる空撮画像 撮影日:平成19年11月6日

・20年度工事

工事の二年目にあたる翌20年度は、中流部(北側L=200m)のコンクリート水路の撤去・埋戻しを行い、同じく導水路の整備を実施した。



■20年度工事の概要図

中・下流部分(北側半分)の三面張りの取り壊し、導水路などの施工に伴って、前年と同様な環境の変化が見られた。

前年の施工箇所には、流水部分を主体にイ草が大量に繁茂した。導水路をはじめ、全体に多数の水場ができたことで、計画地の湿原的な風景の基盤が、概ねこの時点で出来上がった。

また翌春には、導水路や水たまりに、カエルの卵やオタマジャクシなどが、一気に大量に発生するという現象が見られた。

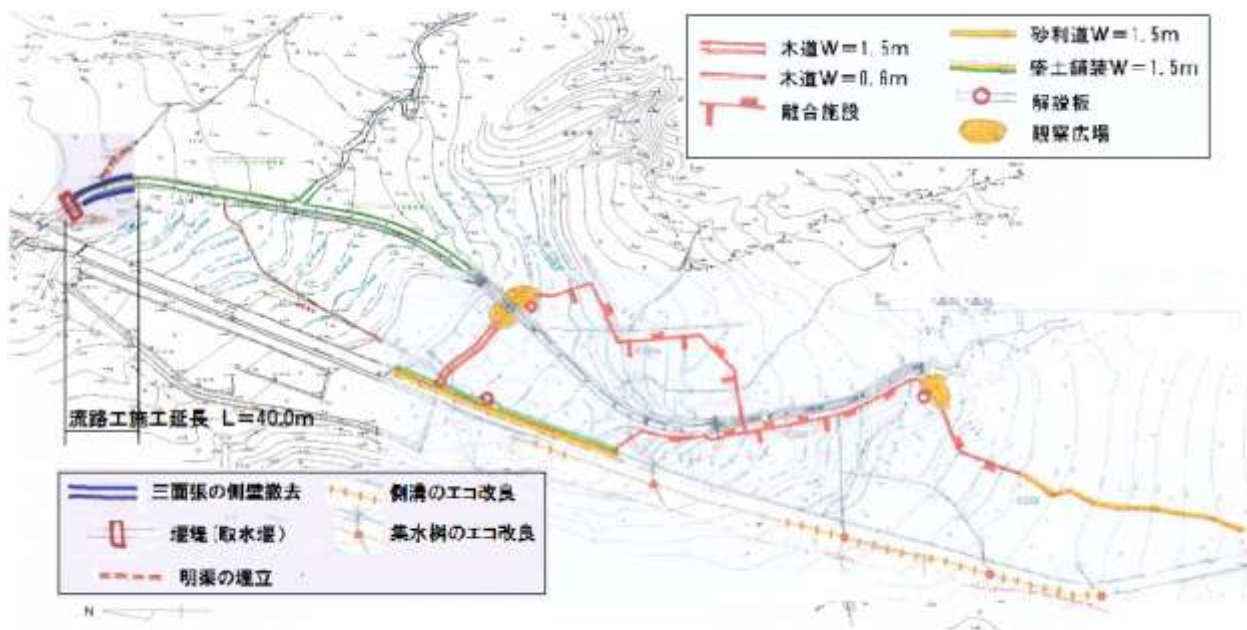


写真■ UAVによる空撮画像 撮影日:平成20年8月25日

既に区域内に開放水面や導水路からの氾濫跡が確認できるなど工事の効果がみとめられる。

・21年度工事

最終施工年度となる21年度は、最下流部の堰堤とコンクリート水路の撤去・埋戻し(L=40m)を行い、観察路、町道への歩道設置、案内表示などを実施したほか、町道部分の側溝に小動物が這い上がる(エコ改良)を施した。



■ 21 年度工事の概要図

最下流部の堰堤の設置で全体の再生基盤の工事が完了した。

また、観察路や町道への歩道設置、案内表示といった、利活用に向けた工事によって、湿原観察や環境学習への環境インフラとしての体裁が整った。

観察路の設置工事に際しては、重機による基礎の掘削や周辺土壌の攪乱・締め固めなどにより、一部の植生に影響が大きかったと思われる。

町道の山川側溝に小動物が這い上がれる(エコ改良)等を加えることで、翌春には集水柵にカスミサンショウウオなどの生息・産卵がみられるようになった。



■ 下流端部の堰堤 中間部に設けた土砂溜りの観察により、最小規模の堰堤に到着した



■車いす対応のW=1.5mの観察路



■標準W=0.6mの観察路、拡幅部は離合のため



■砂利道によるW=1.5mの観察路



■町道の一部に観察路を併設



■大型の案内表示板(3か所設置)



■側溝から小動物が這い上がれるエコ改良



写真■ UAVによる空撮画像(撮影日:平成21年9月7日)

※この時期には掛頭山側からの河川との合流地点では床固工箇所の崩壊が見られ、河川に沿って氾濫原が発生している。この攪乱と今後の植生の変化との関係にも注意が必要である。

さらに、流量の増加に伴い設置された導水路に水が流入していることやミゾソバやツリフネソウなど湿性の植物が群落として繁茂し始めていることも現地の状況調査と併せて確認されている。一方で乾燥した箇所ではススキや低木類の再生も見られるなど立地条件や前生樹の影響によるものと思われる変化も認められた。



写真■ UAVによる空撮画像(撮影日:平成22年9月7日)

導水路への流入や開放水面の形成は安定しているようであるが、植生が繁茂している箇所では地上からは確認できない。植生はミゾソバを中心とした群落が繁茂する区域が広がるとともに、導水路周辺にはイを中心とした群落がモザイク状に分布している。アメリカセンダングサなどの外来種も部分的に増えているような印象である。画像では正確に判別しにくいだが、アブラガヤが目立つようになり、またオタカラコウも点在するようになった。一方でやはり乾燥した箇所、特に河川沿いではススキやヨモギなどの群落、区域全体としては低木類の萌芽も徐々に増えてきたことが現地調査も含めて確認された。

●22年度以降の工事

22年度以降においては、県道に訪問者が霧ヶ谷地区を訪れるための「案内表示」が整備された。

また現在、県道から再生地北端の二川キャンプ場に至る町道区間の道路改良工事が本年度工事として実施中である。



■湿原の案内表示



■町道区間の拡幅改良工事

●工事後の環境

*ここでは、工事前との比較・差異の「総論」に触れるに留める。

水文環境や動植物の個別事象の詳細は、事項の「モニタリング結果と現状」にて述べる

総論として、3か年の工事を終了し、この事業のコンセプト「環境条件の整備を通じ自然の回復力で行う」と定めた、その基礎条件である水文環境が整うとともに、「湿原植生への遷移の誘導」への時間軸の大幅な短縮効果が得られたものと評価している。

<工事前との比較>

- ① まず藪と化していた樹木の大規模な伐採によって、広々とした草原あるいは湿原空間が再現されたこと。
 - ② 導水路による積極的な給水によって、至る所に水辺環境が再現されたこと。
 - ③ 観察路の整備によって、多数の人が地区内を容易に観察できるようになったこと。
 - ④ 案内板の表示によって、湿原の再生事業への理解の助けとなっていること
- などが挙げられる。

つまり、一般社会に向けての、優れた環境インフラとして、

- ① 自然との触れ合いの場の提供
- ② 子どもや大人の環境学習の場の提供
- ③ 専門家の学術研究の場の提供

として、積極的に利活用して頂ける環境整備ができたものと評価している。

なお、計画段階で懸念された、下流部への災害懸念に対しても、コンクリートの三面張りを壊し、導水路をもって広いエリアへの湛水による「ダム効果」によって、下流部への「洪水の調整機能」が見られた点を付記しておく。



写真■ UAVによる空撮画像(撮影日:平成23年9月7日)

全体的には2010年撮影の画像から大きな変化は見られなかったが、導水路が植生に被陰されてほとんど見えなくなった箇所があることや、ハンノキの稚樹が目立ってきたことなどいくつかの変化が挙げられる。



写真■ UAVによる空撮画像(撮影日:平成24年9月4日)

2011年との比較では、ハンノキの稚樹がさらに生長し、特に取水堰東側周辺で低木化しつつある。また撮影時には観察木道周辺でアブラガヤの繁茂が目立った。一方、乾燥した箇所ではヨモギやススキの群落も広がっており、東側林縁部ではノイバラなどが繁茂している。

事業開始前との比較においては、河川の親水化や導水路の設置による水分条件の変化により、上述のとおり湿性植物が群落として繁茂している区域が確実に増加しており、当初の目標を十分にクリアしているものと評価される。しかしながら、樹林化が再び進行している区域や、より乾燥に強い群落が拡大している区域も見られる。

●土木工事に関する考察

ここでは、工事が完了しその後の推移を含めた、「再生基盤の整備」という観点から考察します。

○樹木の伐採などに関する考察

- ・ やぶ状に樹林化した状態が切り払われて、広大な草原風景が再生された。
- ・ アカマツが、再生地に残っているので、もっと水を回すか、林縁部を含めて伐採してはどうか。
- ・ ハンノキが成長し過ぎる懸念があり、更に実生、幼木が多く見られるので、一部の間引きや除去が必要。但し、鳥類の生息環境への配慮が必要。

○河川整備に関する考察

- ・ 三面張りコンクリートの除去で、自然再生モードへの転換という事業インパクトが得られた。
- ・ 河川水の利用で、霧ヶ谷全体の水文環境の改善に寄与した。
- ・ コンクリートは壊したものの、未だ自然河川のもつ機能や景観には至っていない。
- ・ 河川部分は全体的に瀬や淵が十分に生成されておらず、湿原に相応しい環境とは言えない。上流部から供給される流出土砂(目詰まり)による、水位上昇に期待したい。
- ・ 現状の河川は、まだ水生昆虫が棲める環境ではない。小砂利の堆積による、ヨシなど植生の育つ環境を目指したい。
- ・ 町道を横断している河川部分は、再生地にそぐわない三面張りの景観が目立つ。当初の計画に沿って、下流部には開放水面の出現が望まれる。洪水調整機能を含めた、生物の多様な生息空間にも期待したい。
- ・ 下流の二川合流点付近は、かつての氾濫原だが、現状では乾燥化が進行している。本川からの越流に期待したい。

○導水路に関する考察

- ・ 導水路を巡らすことで、ほぼ霧ヶ谷全体に湿原環境を再生できた。
- ・ 給水供給エリアによって過大と過小が見られる。エリアごとの水需給について、給水量を見直す必要がある。
- ・ 一部に表流水が多すぎるか所があり、土砂分が流失して小石が浮いている。流量を抑制する必要がある。
- ・ 一部に水が届かない場所があり、とくに上流取水堰から右岸側に水が回ってない。埋まった土砂を除去する必要がある。
- ・ 全体に河川水による涵養が主体になり過ぎている。本来の供給源である林縁部からの湧水を主体とするよう転換を図りたい。

○町道改良に関する考察

- ・ 町道の一部への歩道設置により、車両を分離することで、観察者の安全が確保された。
- ・ エコ改良によって、両生類等の生態回復がみられるようになった。
- ・ 小動物の移動が十分とは言えない。横断暗渠の改良あるいは暗渠をもっと増築したい。
- ・ 町道法面の蛇かごが水みちになっており、路体の管理上よくない。漏水を止める措置を施す必要がある。
- ・ 町道の人為的な街路樹(サクラ、コブシなど)は、自然再生にそぐわない。伐採すべき。
- ・ 町道西・下流側の人為的な造成地が放置されている。土砂を撤去して自然に戻すべき。一部に生息していたハッチョウトンボの生息環境に配慮したい。
- ・ 町道の利活用については未だ議論がある。観察者と自動車の利用状況に応じて判断したい。

○利活用施設(観察路や標識)に関する考察

- ・ 観察路の整備に伴い、利活用が拡大した。
- ・ 観察路が狭くて、離合が困難となることがある。今後の利用者の推移に応じて、観察路の増設や、一部の拡幅が望ましい。
- ・ 下流のエリアは町道からしか観察できない。二川キャンプ場まで、町道と河川沿いのダブルルートが望ましい。
- ・ 主要な説明板が3か所しかない。補助的な表示板の追加がほしい。
- ・ 観察の入り口とかコース案内がない。モデルコースの表示が望ましい。

○その他の考察

- ・ 自然再生のモデル工事として取り組んだが、西日本の貴重な湿原価値が十分に浸透したか若干の不安を感じる。今後の取組として、八幡高原の周辺エリアの自然資源を含めた、「適切な利活用」の拡大を推進したい。

●自然再生技術を広義の事業展開へ

この事業の狭義の目的を若干逸脱するが、広義の自然再生に関わる「基盤工事の意義」について言及しておきたい。

我が国の中山間地域には、小規模な水田が多数散在している。そして同時に、この中山間地は高齢化が進行し、限界集落とも言われる人口の激減地域であり、既に「耕作放棄田」が急激に進行している地域でもある。住民による管理の手を離れ、そのまま放置された場合に、発生するであろう「様々なリスク」に対して、誰が責任を持って対処するのか。

例えば、源流部の自然環境を守り、水源を涵養し、洪水を抑制することは、中山間地域の住民だけでなく下流部の都市生活者にとっても、「健康で安全・安心な暮らし」を営むために、極めて重要なことである。この先無人化してゆくとされる中山間地を、如何にして「安定的な美しい自然環境に戻すのか」。そこには、様々な自然再生技術が必要となるはずである。

つまり、霧ヶ谷の自然再生事業というのは、今後中山間地で多数必要になるであろう、自然再生技術のテストケースであり、その研究モデルになると考えられるため、自然再生への取組み、普及活動に向けて、継続的に注力したい。

○景観について

空中写真による評価, 人(写真家)目線での評価

● 空中写真による評価

既出の空撮画像は広島県立総合技術研究所林業技術センターが東京大学, 早稲田大学, 東京海洋大学などと共同で, UAV(小型自律飛行ロボット)を用いて撮影・編集したものである。このグループでは植生観測システムの現地試験を2005年から毎年1回~2回実施している。ここではこのグループの取り組みを紹介する(写真1は平成24年度に空撮に関わったメンバー)。

使用する機体のサイズは長さ1.2m, 幅1.7m, 総重量が約2kgで, 分解すれば必要な時に現地に容易に自家用車で運搬することが可能である(写真2)。動力は電動モーターで, 機体内部には地上管制局(写真3)と通信しながら自律飛行ができるプログラムとGPS, そして近赤外線も同時撮影できるカメラシステムが搭載(写真4)されている。飛行は手投げで離陸(写真5)した後, あらかじめプログラムで設定した高度(実施時は対地上高90m程度)で任意の目標点を通過させ, 安全な場所に誘導・着陸させることができる。

撮影された画像は機体の傾きや位置情報などを参照しながら自動的に補正・合成される。合成画像の地上分解能(/pixel)は2cm程度で, 大きな個体であれば目視で確認できるくらいの高解像度である。

こうした合成画像は, 上述のとおり工事や災害による現況把握のための基礎資料となるだけでなく, 平成23年度の植物群落調査・解析業務では実際の現地調査や植生図作成の際に積極的に活用していただいた。

今後は土壌の湿潤化や低木の繁茂により観察道以外のアクセスが難しくなり, 現況を地上からモニタリングしていくことが困難になると考えられる。また立地条件により単純化する植生もある一方でさまざまな群落が複雑なモザイク分布となる可能性もある。そのため, これまで続けてきたUAVによる低空・高解像度空撮を継続する必要がある。と同時に, 得られた画像を効率的に合成し解析・評価するシステムの開発も必要である。さらに, これらの空撮および画像解析技術に対して必要な費用を持続的に負担可能なモニタリング体制が望まれる。



写真1 平成24年度の空撮メンバー



写真2 使用したUAV



写真3 地上管制局



写真4 カメラシステム



写真5 離陸時の様子

●人(写真家)目線での評価

平成19年から始まった工事、22年に工事は終わり3年過ぎた、時折霧ヶ谷湿原を覗いてみる、今まで数少ない植物が数多く観られる四季を通じて楽しい湿原と移り変わった。近郊のアマチュアのカメラマンが夜明けと同時にシャッターを押している姿はこの湿原が魅力のある景観に変わったと裏付けられる。

ただこのままでよいとは思わない、ノイバラ、まつ、カラコギカエデ等の雑木が増え始めたこのままだと昔の雑木林に替わっていくのは明らかだ。

導水路も場所によっては水が行きわたってないこまめな維持管理が必要と痛感する。手が入らないのは、湿原がデリケートな事と各委員が規制をかけ、遠慮もあるのではないかと？雑木が増え景観が変わるのは好ましくないと思う。

年間計画を立て維持管理を実行してこそ景観が保たれるのではないかと。

湿原の顔とも言える景観が良くなることを望みます。



乾燥地に若木が増えている、元の雑木林になれば見通しが悪く景観が悪くなるのではないかと？



小さな水溜まりには水草・モリアオガエルの産卵がみられた。

1 (3) 事業評価の目的

自然再生推進法では、自然再生事業の基本理念として、同法第3条第4項に、「自然再生事業の着手後においても自然再生の状況を監視し、その監視結果に科学的な評価を加え、これを当該自然再生事業に反映させる方法により実施しなければならない」と掲げている。

また、生物多様性基本法第3条第3項においても、「生物の多様性の保全及び持続可能な利用は、・・・(中略)・・・科学的知見の充実に努めつつ・・・事業等の着手後においても生物の多様性の状況を監視し、その監視の結果に科学的な評価を加え、これを当該事業等に反映させる順応的な取組方法により対応することを旨として行わなければならない。」ことを基本原則として掲げている。

これらを踏まえ、八幡湿原自然再生事業地においても、モニタリングを行い、その結果に科学的な評価を加えて、順応的管理を行うことが求められる。

そこで、八幡湿原自然再生事業の全体構想に掲げている目標の達成状況について、平成19～21年度に行った再生工事及び平成22年度から実施しているモニタリング調査の結果を踏まえ、現状での評価を行うとともに、平成26年度以降の維持管理及びモニタリング等に活用する。