

記 録

岡山県自然保護センター湿生植物園 7. 設立後14年目から21年目までの管理

岡山県自然保護センター 西本 孝

The 7th management report on the Marsh Lands Garden in the Okayama Prefectural Nature Conservation Center — Covering the 14th to the 21th year from its establishment —

Takashi NISHIMOTO, *Okayama Prefectural Nature Conservation Center*

キーワード：植生管理, 人工湿原, 水質, 電気伝導度, ビオトープ.

はじめに

岡山県自然保護センターにある湿生植物園は、自然にあった湿原を丸ごと移植して造成された人工湿原で、1991年に完成してから2012年で21年が経過した。自然の湿原として維持できるように基盤を整備し、管理した結果、長期間にわたって湿原状態が維持されている。

人工湿原に関して参考になる報告はほとんどなく、植生変遷や植生管理については、手探りの状態で進められてきた。数少ない事例として、人工湿原の植生や管理について報告を続けている。植生については、西の谷に調査区を設けてモニタリングを継続して実施しており、これまでに3年目（西本ほか, 1995）、5年目（西本・波田, 1996）、7年目（西本・波田, 1998）、9年目（西本・波田, 2000）、12年目（西本・波田, 2002）で、それぞれの年に実施した植生調査結果を報告した。これらの報告を受けて、12年間の植生変遷についてまとめた（Nishimoto & Hada, 2013）。植生管理については、湿原の完成後の3年目まで（西本, 1995）、4年目から6年目（西本, 1997a）、7年目から9年目（西本, 2000）、10年目から13年目（西本, 2004）の期間ごとに報告書にまとめた。さら

に初期の10年間を総括して植生変遷や植生管理の成果を総説の形でまとめた（西本, 2001）。また、水質調査の結果については1993年～1996年は西本（1997b）で、その後2000年までは西本（2001）の総説の中で、その後2003年までは10年目から13年目までの管理記録（西本, 2004）の中で報告した。

本報告書は移植後14年目～21年目にあたる平成16年度～平成23年度（2004年4月～2012年3月）までの8年間の植生管理について整理し、水質調査については、2004年1月～2011年12月の測定結果を示した。

本論に入るに先立ち、管理方法について引き続いて有益なご指導いただいた岡山理科大学波田善夫先生に感謝の意を表するとともに、湿原周辺域の間伐、草刈り、刈った草の搬出などを行っていただいた和気町シルバー人材センターの方々（以下シルバー）、草抜きなど様々な管理に協力いただいた岡山県自然保護センターボランティアの皆様（以下ボランティア）、さらに人工湿原に理解をいただいた多くの方々にも感謝の意を表したい。

湿生植物園の概要

1. 設置の目的と課題

設置の目的については波田（2001）が総括している。我が国では1970年代以降の高度経済成長に

連絡先：fvbs5491@mb.infoweb.ne.jp

伴う社会基盤整備のための開発やリゾート開発、宅地の造成などによって大小の多くの湿原が消滅する状況となった背景の中で、湿原自体を守るだけではなく、移植した場合にかかる自然に対する負担、経済的負担などについて検討する必要性に迫られていた。こうした社会的な要請に応えるとともに、盗掘によっても絶滅に瀕している湿生植物を育てることにより、遺伝子遺産を後世に引き継ぐという、希少種の保護も目的としている。完成後の湿生植物園では湿原生態系を保全するための基礎的な情報を得ることも重要な課題となったことから、湿原を丸ごと移植して造られた事例として、モニタリング調査を継続して実施することで、湿原植生の変遷についても明らかにすることが課題となっている。

2. 湿原の造成

湿生植物園は自然の湿原から湿原植生を土壤ごととはぎ取って移植する手法を使って造られた。人工湿原の土地造成を含む整備の経緯については波田ほか（1995）にまとめられている。

湿生植物園はセンターの敷地の北西部にあり、東の谷と西の谷から成り立っている（図1）。この場所には湿原が造成されるまでは田んぼがあった。西の谷では上流部に小さなため池（西谷池）があったが、貯水量が少なかったのに対して、東の谷では水量は豊富で、ため池をつくる必要がなく、湧水が常に流れていた。湿原の造成にあたって、東の谷の上部には平成池と呼ばれる人工の池が新しく掘られ、西谷池の水量を補完して利用できるように配慮された。湿原の下流部にはそれぞれの谷で新しく小さな池が造られ、地下に埋められた土管を通じて、さらに下流にあるタンチョウ

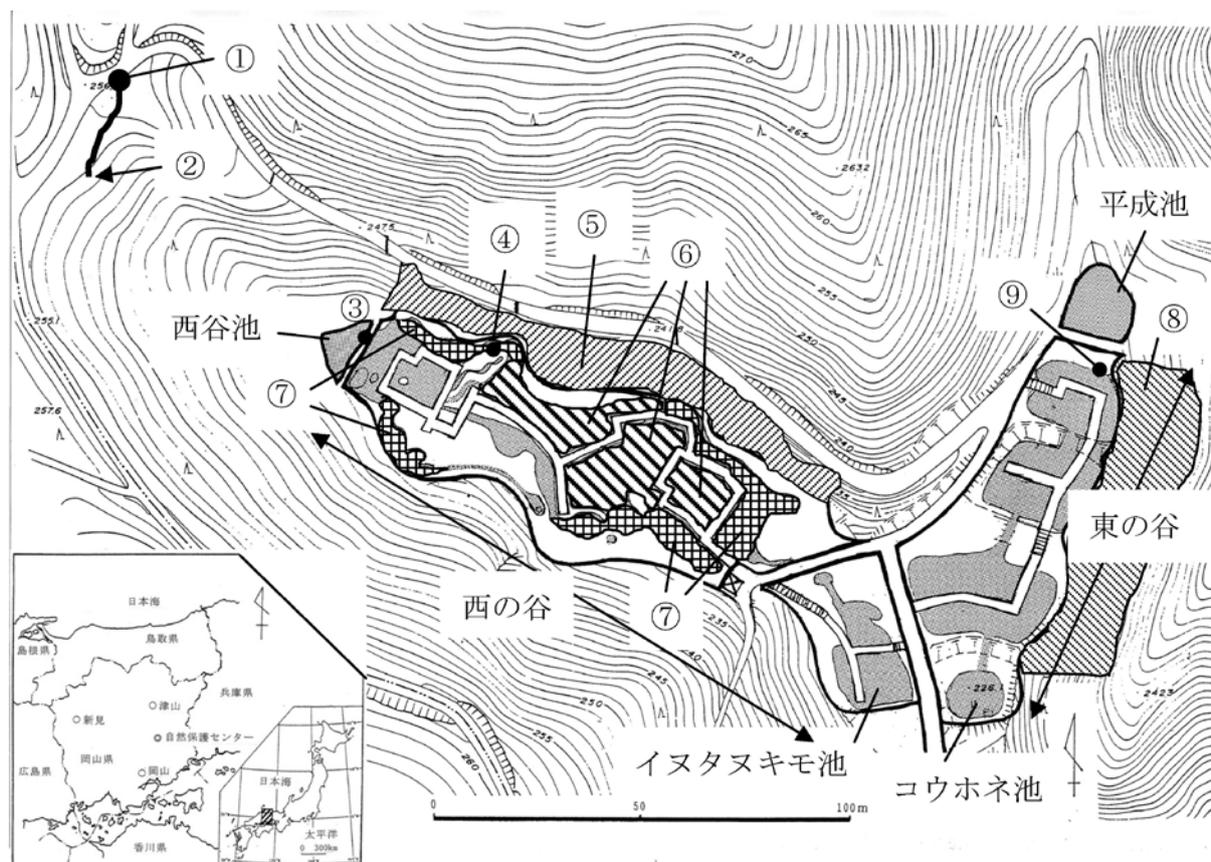


図1. 湿生植物園の位置および名称. 右側を「東の谷」、左側を「西の谷」と呼ぶ。網掛けで示した範囲は水が常時ある場所を示している。①井戸、②西の谷の上流部の井戸水放流点、③西谷池の樋、④集水柵と暗渠、⑤アカマツ-コナラ林でコナラの間伐や下刈りをした範囲、⑥カモノハシを除去した範囲、⑦乾燥化が進行していた範囲、⑧東の谷でアカマツ林内の下刈りした範囲、⑨東の谷への流出口。

飼育ケージの中へ流れるという経路が設けられた。

3. 完成後の13年目までの植生管理

移植初期の3年間とさらにそれに続く3年間は湿原として維持できるかどうか不明で、管理が最も大変な時期であった。しかし、その危機を乗り越えることができ、外観上は長期間にわたって湿原としての形態が保たれてきた。

初期の危険な時期を乗り越えてから、管理は年間を通じた作業スケジュールが固まってくるようになり、作業をお願いする方にも作業内容が理解され、簡単な打ち合わせだけで作業が順調に進められるようになった。7年目以降は大きな変更点もなくなり、毎年同じ作業を繰り返すことで、自然に近い湿原へ向けての動きも見えている。

管理で最も重要な点は、湿原域に流れる水質と水量を適正に保つことであった。懸案であった井戸掘りが完了して、井戸水が恒常的に使えるようになった1995年1月以降、水質は貧栄養状態が維持されると同時に、水量も必要とする量が確保できるようになった。

管理手法が固まり、水質・水量が良好な状態で維持されるに至った7年目以降は、移植した植物がうまく定着できたかどうかの目安になるイヌノハナヒゲ類の増加が確認できるようになった。ところが、9年目、12年目に実施したモニタリング調査から得られた植生資料を解析した結果からは、移植元の状態と比べて、種類構成がまだまだ大きく隔たっていることが明らかになった(西本・波田, 2000; 西本・波田, 2002)。

湿生植物の定着過程を見ると、初期の段階で裸地に移植元の苗を田植えの要領で20cm程度の間隔を開けながら植えた場所では、湿生植物は移植元の土壌の上でしか生育できず、植生のない裸地には外来種が侵入したり、チゴザサが繁殖したり、多量に導入したサギソウの球茎が生育地を拡大した。サギソウは多くの花が咲いたころから、サギソウの名所としても有名になった。同時に日当たりの良い場所を好むモウセンゴケ、ミミカキグサやイトイヌノヒゲも群生した。これらの植物は裸地の多い初期の湿原域に適した種類であった。

時間の経過とともに泥が貯まるようになった湿

原域では、ミミカキグサ類が広がり、カリマタグヤなどとともにイヌノハナヒゲ類がゆっくりと定着してきた。それまでサギソウが優占する群落であったが、サギソウと入れ替わってコイヌノハナヒゲが優占する群落に置き換わっていった。また、地形的に泥がたまりやすい場所ではチゴザサなど攪乱に強い植物が生育範囲を拡大したが、一時的な増加に終わって、大部分はイヌノハナヒゲ類に置き換わったが、一部の場所ではクサレダマが優占する群落に置き換わった。

9年目頃から目立って増加してきていたカモノハシは、12年目頃から広い範囲で群落を形成するようになった。特に、1999年の夏には暑く雨の少ない日が続いたことから、揚水量が例年よりも多くなり、井戸水の水質は富栄養状態が長く続いた。井戸水と雨水が混じり合うことで貧栄養状態が維持されている西谷池では、雨が降らなければ水質が富栄養化した。これに伴って湿原域を流れる水質も影響を受けて、それまで以上に富栄養になった。その結果として植物の成長が顕著となった。夏期の成長期にあたっていたこともあって、カモノハシが急激に繁茂するようになった。この変化は定点で定期的に撮影している写真でも記録され、明瞭に判断できるほどの変化として記録されている。こうした変化を受けて、2002年の10月にはカモノハシを除去する作業をこれまでの除草作業に加えて実施した。その後も範囲を決めてカモノハシを少しずつ順番に除去していった。

湿生植物園には元からあった西谷池をはじめとして、新たに造成された3つの池を含めて4つの池がある(図1)。東の谷では上流部に平成池、下流部にコウホネ池がある。平成池ではコウホネが移植されたが、水深が深いためにコウホネは急に広がらず、鳥によって持ち込まれたと考えられるフトヒルムシロが徐々に増えていった。コウホネ池ではコウホネ以外にもオグラノフサモなどの希少種を移植したが、コウホネが急激に増加して優占したために希少種は定着しなかった。イヌタヌキモ池と名づけられた池では、初期には導入したイヌタヌキモが群生していたが、その後コウホネ、ジュンサイ、ヒツジグサとともに絶滅危惧種のアサザ、マルバオモダカ、ヒシモドキ、ミツガシワなどを移植した。移植後はこれらの絶滅危惧

種は定着したが、カサスゲとコウホネが増えてきた。カサスゲを除去したところ、それまでカサスゲが優占した場所ではミツガシワが徐々に広がってきた。いずれの池も水位変動のない止水域の池としての環境が整っていたことから、移植した絶滅危惧種が順調に定着していったと考えられる。

湿生植物園の管理

14年目から21年目までの期間では、湿原の管理は、年間を通じてほぼ同じ作業が毎年繰り返されるようになった。これまでの報告と同様に、項目をあげて管理内容についてまとめた。この期間では通常の管理の他に、20年目となった2010年11～12月には西の谷を中心として大規模に修理を行った。この作業はシルバーの協力を得て実施した。通常の草刈りに加えて、湿原域に侵入して大きくなっていったアカマツやハンノキを伐採したり、ススキやケネザサが群生するようになった場所で全面的に刈り取ったりする作業を行うと同時に、乾燥気味であった場所へ水を誘導するために流路の補修などを行った。西の谷では、湿原の外観を定期的に撮影しており、定点で撮影した写真を並べて植生の経年変化がわかるようにした(写真1～8)。特に、大修理を行った後の外観は前年までと比べて大きく異なっていた(写真8)。

1. 湿原域での植生管理

湿原域の植生管理は、不要植物の除去や増えすぎた湿生植物の管理、植生への適度な攪乱など、湿生植物の適正な生育を促すための、様々な管理が必要であった。特に湿原域に生育する不要植物の除去は、移植直後からの重要な作業であり、この作業の中でも、繁殖力の強い外来種の除去が湿原植生を適正に保つためには最も重要な作業となった。除去作業は腰をかがめて、根気よく続ける大変な作業であることから、作業には趣旨に賛同したボランティアの協力が欠かせないものであった。除去の手法や注意点などの要領については西本(2001)に詳しくまとめた。

1) 除去した草本植物の種類

メリケンカルカヤ、セイタカアワダチソウ、ヒメジョオン、アメリカセンダングサ、アレチマツヨイグサ、キショウブ、ヤノネグサ、アキノウナ

ギツカミ、ヤハズソウ、クサネム、チゴザサ、ケネザサ、イボクサ、コブナグサ、クズ、ススキ、ガマ、ヒメガマ、ツルヨシなどが対象となったが、このうちこの期間に重点的に除去する必要があったのは、メリケンカルカヤ、セイタカアワダチソウ、クサネム、フジ、ススキであった。

2) 除去した木本植物の種類

湿生植物の生育に対して脅威となる木本類もあわせて除去した。湿原域に生えてきた種類はハンノキ、サクラバハンノキ、ヤマヤナギ、アカマツ、ウツギ、フジ、ナツフジ、スイカズラ、ミヤコイバラである。

3) 除草の時期

除草作業は筆者が通年で行う作業と、ボランティアに協力を依頼して行う作業、シルバーに協力を依頼して行う作業の3つの方法で行った。

筆者が行う作業は、通常の巡回中に行う作業で、少しずつ気がついた不要植物の除去や落葉・落枝の除去などである。6月から10月にかけてはサギソウ、トキソウなどをはじめとして湿生植物が花を咲かせる時期であり、生育を妨げないように配慮して、必要最低限度の除草作業にとどめた。定期的な巡回の中で目についた繁茂するとやっかいなものや、木道の下や脇で生育して歩行の邪魔になる植物を中心に除去した。木道脇に生育する植物はフジ、ススキ、ケネザサ、メリケンカルカヤ、セイタカアワダチソウなどで、剪定ばさみ、ノコ鎌を使って除去した。

ボランティアの協力を得て行う除草作業は主に10～11月に行った。この期間は大部分の湿生植物が繁殖期間を終了し、雑草の種子をまき散らす前であり、気候的にも作業がやりやすい時期であった。ボランティアに依頼しての作業は毎年3～4日間行い、毎回5人程度の方に手伝っていただいた(写真9)。この作業は雨の日でもカッパを着て実施した。10月の初旬に実施した作業では、セイタカアワダチソウを中心に抜き取った。この時期のセイタカアワダチソウは花を咲かせ始める時期であり、黄色く目立っているために見つけやすくなっているため、ノコ鎌を使って地下茎まで抜き取るように心がけていただいた。セイタカアワダチソウを除去した後は、他の雑草と共にカモノハシを除去する作業を行った。カモノハシは湿生

植物であるが、増えすぎたために除去することとして、この期間に除去した。なお、2011年には6月初旬にも1日だけボランティアに依頼して作業を行った。2010年11月～12月にかけて行った大修理によって、湿原周辺のアカマツが切り倒された跡地や湿原域では雑草が繁茂することが予想されていたことから、この時期にも設定した。湿原周辺で増えてきたセイタカアワダチソウやフジ、湿原域で増えてきたアキノウナギツカミやツルヨシを中心に、植物体が伸び始めてばかりでサイズが小さい内に取り除いていただいた。

シルバーによる作業は主に12月から2月の間で、他の作業との調整をして、都合のいい時期に実施していただいた。草刈りと刈った草の搬出に4日程度、ハンノキの除去に2日程度の作業であった。20年目の大修理では、通常よりも早い11月から開始していただき、通常よりは10日程度の追加作業となった。

4) フジの除去

西の谷では周辺の斜面からフジがつるを伸ばして湿原域に侵入して生育するようになってきた。特に木道の下に根付いた個体は、そこを拠点として湿原域にまで広がるようになった。フジが新しい葉を伸ばして活動する5～6月には定期的に少しずつ剪定ばさみやノコ鎌を使って切る作業を行った。できる限り根元に近いところから切り落としていった。新しい芽を出さないようするために、地際で切るようにしたが、取り切れなかった芽からつるが次々と伸びてきたために、大変な作業となった。湿原域に侵入したものは放置しておく、湿生植物の生育に影響が及ぶため、早い時期につるを巻き取りながら根に近いところで切るように心がけた。大修理を実施した2010年の12月以降では、ススキやケネザサなどに覆われていた場所でフジがつるを縦横に張り巡らしていることが判明した。張り巡らされたつるからは多くのわき芽が新しいつるを伸ばしたため、除去作業には多くの時間が必要となった。

5) ススキの除去

木道脇には木道の下と共に湿原との間に乾燥した部分がわずかにある。この部分にはメリケンカルカヤやススキなどが生えやすくなっている。メリケンカルカヤは丁寧に除去する作業を行ったこ

とから少なくなってきたが、逆に、ススキは次第に目立つようになってきた。特に2011年2月に依頼された業者が木道脇に生えていた植物を両脇50cm幅で刈り取った作業を行った後、その年の夏頃からススキが急激に目立つようになってきた。また、湿原域にもススキの株が見られるようになった。そのため2011年秋以降、目立ってきたススキの刈り取りに時間がかかるようになった。ススキは秋には穂と共に黄色くなった葉が目立つが、その外側には20～30cm程度の長さの緑色の葉を出している。この緑色の葉もあわせて株全体を丁寧に除去するように心がけた。

6) カモノハシの除去

東の谷では当初5年間実施した全面刈り取りをやめたところ、6年目以降カモノハシが優占したものの、その後10年以上の時間を経て、カモノハシは徐々に衰退して、株の間からヌマガヤ、ノハナショウブ、クサレダマ、ミソハギなどの高茎草本が生育するようになった。2010年頃からはカモノハシの株がなくなってしまい、トキソウなどの背の低い湿生植物が生育するようになったところも見られるようになった。このことから、カモノハシはいったんは増えるものの、その後は株の中には別の湿生植物が生育していたり、株自体が消滅したりすることが経験的にわかった。このため、カモノハシは刈り取らず、株の中で育っている湿生植物を生かすようにして茎を丁寧に取り除けば、湿生植物の定着を助けることができることがわかってきた。

そこで西の谷に群生してきたカモノハシの除去作業を2002年の秋以降、範囲を決めて順番に少しずつ行うようにした(図1⑥)。作業はボランティアの協力を得て、株立ちしているカモノハシを株から茎を一本一本丁寧に抜き取る手法で実施した。途中で切れてしまわないように、両手で茎と上部を持って根までをつけて引き抜くようにした(写真10)。この時ゴムなどの滑り止めがついた軍手で行えば、比較的楽に抜くことができた。また、引き抜く方向など力加減がわかれば、それほど力はいらないことがわかってきた。抜いた後には直径20cm、高さ10cm程度のカモノハシの株が残ることがあったが、そのままに放置した。腰をかがめて抜き取る作業は決して楽な作業ではないため、

慣れない場合には時間を限って実施していただいた。カモノハシを抜き取った跡には、イヌノハナヒゲ類やヤマイなどの湿生植物が群生する様子が観察された(写真11, 12)。

7) ハンノキの除去

この期間も、湿原域には湿原の周辺部に移植したハンノキやサクラバハンノキから落下した種子から芽生えた稚樹が目立っていた。両種はとも個体数が増えすぎれば、湿生植物の生育への影響が懸念され、放置すれば乾燥が進行してしまう恐れがあることから、これまでと同様に少しずつ除去することにした。巡回中に行う通常の作業では、ハンノキやサクラバハンノキの枝を切り落として、葉が湿原域に落ちて富栄養となる原因をつくらないように配慮した。

除去作業はシルバーさんをお願いして、冬期の草刈り作業の時期に合わせて行っていただいた。作業方法については、2mを超える大きな個体は、3m程度の長さの3本の丸太で櫓を組み、3方に分けて湿原面に立て、滑車に巻き付けたチェーンをハンノキの幹に引っかけて引き抜くという方法で行った(写真13)。このとき根も引きずりあげること、根を残さないように注意していただいた。1m程度の小さな個体は唐ぐわをつかって根ごと掘り起こして引きずり出していただいた。抜き取った跡にできた水たまりは、その後湿生植物が生育するのに適した場所となった(写真14)。抜き取った本数は、記録したもので、2009年12月に1m程度のものが東の谷で260本、西の谷で100本ほどであった。除去した個体はそれまでは別の場所まで搬出していたが、搬出した先で定着してしまったために、この年はイヌタヌキモ池の脇に穴を掘って埋めた。また2012年1月には、15m程度の太木になっているハンノキを4本伐採して搬出した(写真15)。

8) イノシシによる攪乱

1997年7月以降、湿原域には定期的にイノシシによると見られる掘り跡ができるようになった(写真16)。その後定期的に訪れるようになったイノシシは、湿原域やその周辺域でカモノハシなど大型の植物が茂った場所を中心に掘り起こした。湿原域では掘り起こされた跡には、直径1m程度の適当な大きさの水たまりが多数できあがった。

イノシシによる攪乱によって、高茎草本の増えた場所が裸地や小さな池になり、湿原が初期状態にもどることになった。この場所では1年生の湿生植物が再生してくることを期待していたが、期待通りミミカキグサやイトイヌノヒゲなどの小型の湿生植物が芽生えてきて、良好な植生が再現されるようになった。

2. 湿原周辺の植生管理

1) 西の谷周辺の法面

西の谷では水質を貧栄養な状態に保つために、湿原の周辺域では草を刈り、刈った草は持ち出すという作業を毎年継続して行っている。

この草刈り作業はシルバーにお願いし、草刈り機で刈り取った後、搬出は束ねてわらでくくって運び出すという昔ながらの手作業によるものであった(写真17, 18)。作業量は10人程度で行えば、西の谷だけで4日間で終了する量であった。刈り取った草は通称フォークとよばれる先がフォークの形をした道具を使って、束にした草を突き刺し、肩に担ぎ林道まで運び出した(写真18)。運び出した草はまとめてキャタピラー付きの運搬車で別の場所まで運び、焼却処理した。

毎年刈り取りを行っている西の谷南側斜面の奥では、造成直後に松枯れによって伐採した後に芽生えて来たアカマツが次第に大きくなり、アカマツの低木林から亜高木林へと変化したが、このうちの5本程度が2010年頃から松枯れによって枯死したため、2011年に伐採した。

アカマツとコナラが優占する西の谷の北側の湿原域と林道との間にある斜面では(図1⑤)、これまでアカマツ林に誘導するために、コナラやソヨゴ等の間引きや下刈りを実施してきた。この期間も同様に、コナラの間伐や低木の下刈りを行った。刈り取った低木やススキなどの草本類はすべて搬出した。アカマツ林として維持することで、湿原に良好な水環境が保てるようにするのが目的で、伐採にあたっては、アカマツの芽生えや稚樹は残すようにし、ツツジ類も同様に切らないように配慮してもらった。その結果、日当たりがよくなって、新たに出た枝に多くの花のついたコバノミツバツツジやモチツツジが目立つようになった。コバノミツバツツジの花が群生するアカマツ

林という景観を作り出すことができた(写真19)。

2) 東の谷の周辺の法面

東の谷では段差のある3つの湿原面があり、その間には法面がある。この法面にはススキなどの草本類やアカマツなどの木本類が生えてきた。草本類は毎年全面的に刈り取り、ススキの他にはメリケンカルカヤ、セイタカアワダチソウなども生え、一部にはツルヨシが群生するようになっていた。造成初期に種子から芽生えたアカマツが大きくなり、植栽したハンノキも大木になったことから、このうちの何本かを抜き切りした。

3) 東の谷の東斜面

東の谷の東側には斜面があり、朝日が遮られる(図1⑧)。湿原域には十分に日光が当たるのが湿生植物の生育に重要であることから、十分な日照を得る目的で、湿原の東側斜面に生育する森林で下刈りや大木の間引きを実施してきた。この期間も同様にシルバーに依頼して作業をしていただいた。草刈りを実施すると共に、ヒサカキ、ソヨゴなどのひこばえを刈り取って搬出するとともに、コナラやリョウブなどの高木も伐採した。

3. 水量の管理

水の管理は、水量や水質を適正に保つことが重要な目的である。水量は湿原域に乾燥する部分ができないように総量を適正に保ち、滞りなく流す必要がある。水源は雨水と井戸水である。

西の谷では谷の上流部の井戸から井戸水を流し、井戸水が滞りなく利用できるようにするとともに、東の谷では平成池からの取水が順調に行われるように、池からの暗渠排水口が詰まらないように管理した。同時に湿原域では、流路が泥や落ち葉などで滞らないように定期的に補修した。

1) 井戸の管理

西の谷では当初から水量が不足していたのを受けて、井戸を掘削して、1995年1月1月から井戸水を供給した(図1①)。これによって湿原域の水量は安定した。井戸からの供給量は、季節や天気に関係なく一定として、通常1日約8~10トンとした。

井戸のシステムは、井戸水を水中ポンプにより5トンの容量を持つタンクにいったんくみ上げ、そこから必要な量を流すことができるように設計

されており、タンクが一杯になれば自動的にくみ上げが停止するように自動制御されている。制御する部分を司るリレーの部品は、過電流が流れると自動的に止まるようになっているが、雷には弱く、しばしば壊れてしまった。センター付近では夏によく落雷が起きるため、落雷による揚水のストップは、湿原にとって大きなダメージを受けることになった。このため、早期に発見して交換する必要がある、毎年少なくとも1~2回の交換を行った。避雷して過電流が流れたときに回避するためのシステムを導入してからは交換する回数減った。2009年6月にはこのシステムが故障したため、自動で制御できなくなり、手動で水中ポンプを動かしてタンクに水をくみ上げ、満水になったら止めるという作業を、修理が完了するまでの1週間ほど行った。また、同年9月には流量計が設置後初めて故障したため、取り替えることになった。交換には1か月が必要であり、この間の水量や水質は計測できなかった。

また、2007年9月には井戸水をくみ上げるための水中ポンプが設置後初めて故障した。水中ポンプは設置してから12年9か月の間動き続けたことになる。交換までに約1か月かかり、その間は井戸ができるまで使っていた消防ポンプを使った平成池から西谷池への送水を再開した。平成池から西谷池までのパイプは途中で長年放置されていたため、途中で水が噴き出している場所が2か所見つかった。草刈り機によって傷つけられたものと思われた。パイプをいったん切ってジョイントをつけてつなぎ合わせた。1日に1~2回運転して、西谷池の水量を確保するように努めた。

夏季の一時期には、これまで通り井戸水の揚水量を通常約3倍に増やした。これはタンチョウの飼育に協力して、冷たい井戸水によりケージ内の水温の上昇を抑える目的で実施するもので、午前6時から午後6時までの12時間連続して水を流した。流量は一日の湿原の流量とあわせて総量が約30トンとなるように調整した。

2) 西谷池の管理

井戸水は井戸から山中に引き込んだパイプの先(図1②)から流下させて西谷池に貯めた。貯まった水は西谷池に設置した樋からあふれ出させて(図1③)、湿原域に誘導した。樋から流れ出る水

量は井戸水と雨水によるものであるが、その量は測定していない。

西谷池からの水の出口となっている樋にはしばしば落葉・落枝がつまることがあり、流出量が減少することがあった。この対策として家庭用のステンレス製のざるを流出口にかぶせておいた。ザルにはゴミやアオミドロなどがついて穴をふさぐため、定期的に取り除く必要があった。井戸水が順調に得られている期間には、樋は4つある内の一番上の樋を開けておいたが、水中ポンプが故障したときには、水位にあわせて下の段の樋を利用することがあった。多量の雨が降ったときには池に流れ込む水量が増すが、それによる増加分も制限せずに樋から流すようにした。池の水が満水にならないように設置されているオーバーフロー用のパイプには、この期間には超えた形跡が見られなかった。なお、西谷池にはヒツジグサ、フトヒルムロ、ジュンサイ、イヌタヌキモが生育している。いずれも植えた記憶がないので、時折池にいるのを見かけていたカモ類が持ち込んだと思われる。カモ類は冬季にしばしば池に入って水草の葉を食べた形跡が残されていた。

3) 平成池の管理

東の谷の湿原域には平成池からの水を土手に埋めた管を通じて供給している(図1⑨)。湿原側の出口には水量調節用のバルブがあって取水量を調節できるようになっている。通常は一定量流れるように管理しているが、水量は計測していない。春には平成池で繁殖しているウシガエルのおたまじゃくしが侵入してパイプを詰まらせて、水が流れ出さなくなることがあったことから、定期的な巡回の際に繰り返し除去する必要があった。平成池では貯水量は年間を通じて安定していた。東の谷では集水域が広いこともあって、湿原への水量としては不足することはなかった。

4) 湿原域の管理

湿原全体を良好な状態に保つためには、限られた水量を効率よく回して、湿った状態を維持することが求められる。

通常の巡回では、湿原域で水の流れに滞りがないか注意する必要があった。流路が滞ったり、変わったりする原因は、雨の間隔が長くなったり、イノシシが泥の移動をさせたり、植物が茂ったり

するなどの植生の変化によるものなど、様々な原因が考えられる。流路の停滞や変化に対しては、その都度対応する必要があった。放置すると水が湿原の中央部に集まって、周辺部は乾燥し、中央部には早い流れができてしまうため、放置は避けるべきことであった。

また、湿原域には暗渠によって結ばれている部分もあり(図1④)、パイプが詰まって水の流れが滞ることもしばしばであった。流路に泥や葉がたまって水の流れが停滞した場合には、別の経路ができたり、一部の流路に水が集まったりして、湿原内の水が偏ることになった。増水した際の水の逃げ道のために用意されているオーバーフローの経路に流れこんでしまい、湿原の下流部に到達する水量が減少することもあった。こうした場合には落ち葉や泥などの障害物を除去して再び流れるようにするとともに、イノシシによって泥が移動された場合には、泥を元に戻して小さなたまりをつくって、水がゆっくりと流れるようにした。

湿原域で水が届かなくなって、乾燥気味な場所が出来た場合には、その上流域から浅い水路を掘り、等高線に沿う形で段々畑の要領で細長くて浅いたまりを造った。ここから周囲にしみ出すことで、周囲の地面が水で満たされるように工夫した。特に、20年目に行った大修理の際に、湿原域で乾燥気味になった場所で草刈りや木の伐採をしたところ、西の谷の北側で中流部から下流部にかけての範囲で水が届かずに乾燥してしまっていた場所が見つかった(図1⑦、写真20)。この部分に水が回るようにするために水路を修理して、上流部からの水を誘導するようにした。湿原ではいったん乾燥化してしまった場所での水の流れは、水がしみこむのに時間がかかるために、少しずつ手を加えながら修理していくことが大切であった。水の流れを確認しながら、湿原の中央部へ流れ下る水量を減らして、周辺部を流れる水を増やすように心がけた(写真21)。また、水量を確保するためには、泥を盛り上げてたまりをつくったり、排水口の周辺に土盛りをつくったりして、オーバーフローの経路に流れ込む水量を減らすようにするなど、きめ細かい対応を行った。大修理している間には、雨による流水で土手が流されたり、イノシシが掘り返したりしたために、幾度となく補修

を余儀なくされた。こうした作業は大修理が終わった2010年12月から2011年1～3月にかけて集中して行った。水の流れが確認できるようにするために、この範囲は全面的に刈り取りを行った(図1⑦)。井戸水の汲み上げる量も通常の2倍ほどに増やして、西の谷の水量を増やして流れの変化がわかるようにした。作業を始めて1か月もしないうちに、西の谷北側の最下流部にも水が貯まるようになった(写真22)。雨量が少ない時期であったことから、全体に水が回って多数の水たまりが確認できるようになるまでには至らなかった。3月以降雨が降り多くなる時期になって、水は安定して貯まるようにはなったが、その後植物が生育するようになってくると、乾燥気味になることがしばしばであった。水量を確保しながら、大修理をする前の状態に戻らないように配慮して、作業を続けた。

4. 水質の管理

水の管理を行う目的で、湿原を流れる水の水質について湿原内に設けたポイントで定期的に測定した。湿原植生を適正に管理する上で最も重要な水質については電気伝導度(EC)を取り上げた。ECの値は、湿原植生の成立を説明する上で重要な指標となることが経験的にわかっており、この値が低い場所では、貧栄養型の植生が成立することが知られている(波田ほか, 1995)。

貧栄養型の植生を維持することを目標としている西の谷では、水質が富栄養にならないように、水量を調整するなどの管理することが重要となっている。これに対して、東の谷では平成池の水質がやや富栄養であることから、それに合わせた高茎草本型の植生を再現することを目指しており、しかも東の谷の水質は比較的安定しているため水質は特に注意する必要はなかった。

西谷池の水質は、湿原を造成する前の調査でECの値が $35 \mu\text{S}/\text{cm}$ と貧栄養な状態を示す値であり、雨水の影響を直接受けたものと考えられていた(波田ほか, 1995)。井戸水はやや富栄養な値を示していたが、水中ポンプで汲み上げた水を谷の斜面に流し、斜面を流下させて西の谷に貯まった水は、 $40 \mu\text{S}/\text{cm}$ 程度まで低下していた。従来から貧栄養であった西谷池の水質と混じり合うことで、井戸水が薄められる形でECの値が低下した

ものと考えられた。西谷池の水量は元々少なかったため、井戸水を加えることによって水量が増えると共に、貧栄養な水量も確保できたことから、水質、水量共に適正な水が西の谷に供給されることになった。この水質が維持できれば、西の谷では貧栄養型の植生を目指して管理できると考えられることから、この値が高くなるように管理していくことが求められた。

水質調査は1993年6月25日から継続して実施している。湿原域に測定ポイントを10か所設定して、泥が貯まるなどして途中から測定できなくなった3か所を除いて、通常7か所で測定した。この期間は引き続き月に3回(上旬、中旬、下旬)実施していたが、水質が安定してきた2008年8月以降は月に2回(前半と後半)に変更して測定を続けた。できる限り雨の日は避けて、雨の後、少なくとも3日程度はあけるようにして測定した。調査は毎回9～10時に行い、調査項目はpH、電気伝導度、溶存酸素、水温で、掘場製の水質チェッカーを使用した。これまでの調査結果は西本(1997b)、西本(2001)、西本(2004)に報告した。今回の報告でも、前回と同様に水質管理に最も重要である3つの測定ポイント(井戸、西谷池、平成池)について、電気伝導度(EC)の変化を年ごとにグラフにして示した(図2)。なお、測定できなかった期間が何度かあり、2004年6月と7月には水質チェッカーの故障、2007年9月と10月には水中ポンプの故障で井戸水が計測不能、2010年9月～12月には水質チェッカーの故障によるものであり、それぞれ欠測期間となっている。

通常の場合、全期間を通じたそれぞれの測定ポイントでのECのおおよその値は、井戸で $60 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、西谷池で $40 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、平成池で $70 \mu\text{S}/\text{cm}$ となっていた。例年8月から9月にかけては、揚水量を増やすことによって井戸水のECの値が上昇した。井戸水のECの値が上昇したことによる西谷池の水質への影響は、2004年、2005年のように、連動してわずかではあるが高くなる年があった。ところが2006年、2008年、2011年のように影響を受けず、低く保たれていた年もあった。影響を受けた場合でも、くみ上げる量を減らすとすぐに元の値に戻った。また、水中ポンプの故障によって井戸水をくみ上げることができなくなった2007年に

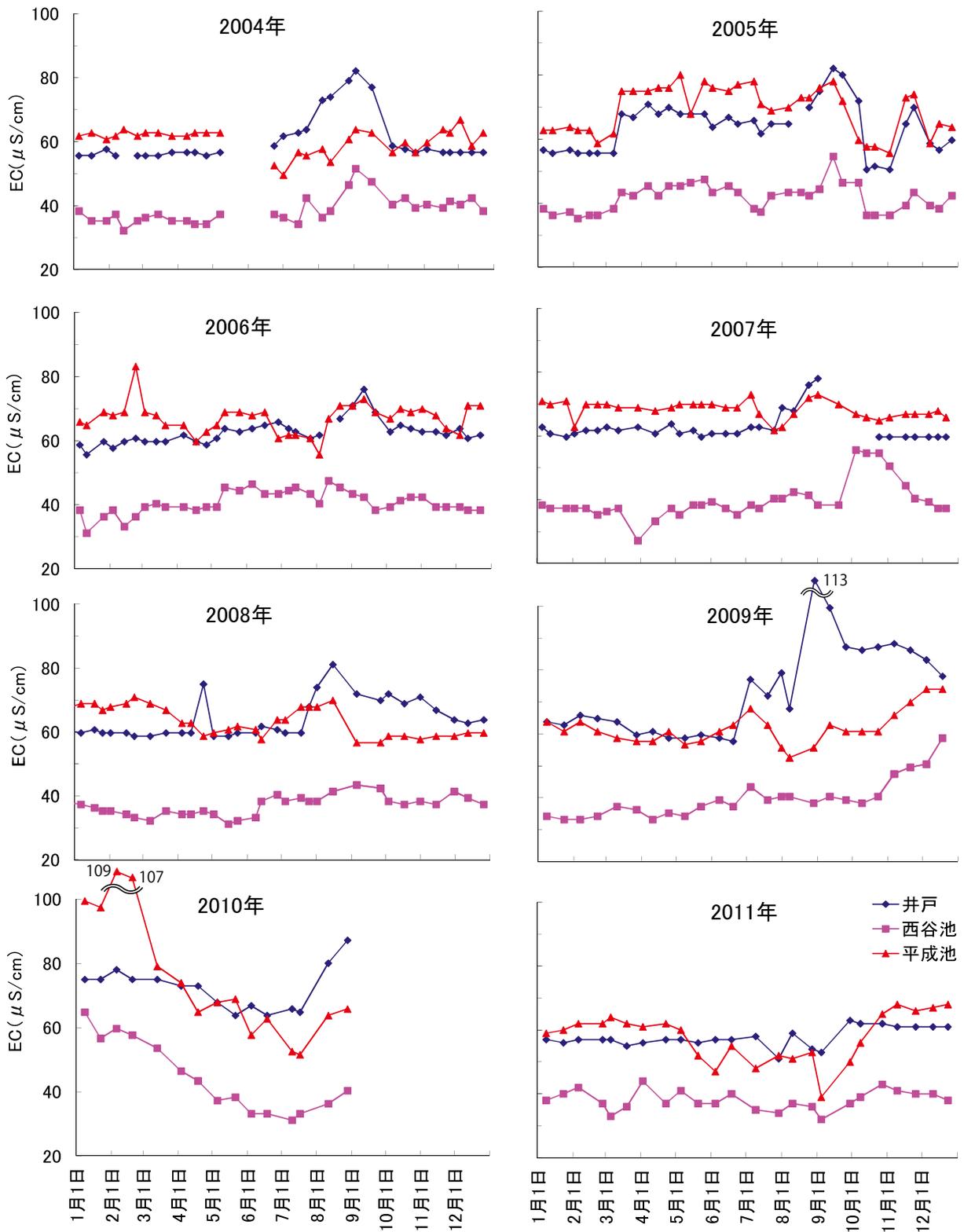


図2. 電気伝導度 (EC) の2004年から2011年までの変化. 記録が途切れている期間は、井戸水をくみ上げる水中ポンプの故障、水質調査機器の故障などによる欠測期間である。

は、井戸水を使う前のように、平成池からの給水が続けた影響が直接現れて、一時的に西谷池の水質は富栄養になった。修理後1か月たった12月には元に戻り、影響は2か月間に押さえることができた。

2009年には、井戸水のECの値が7月になってくみ上げる量を増やす前から上昇をはじめ、例年のように量を増やすと一気に100 μ S/cmを超える値を示した。その後も高い状態が続き、翌年の2010年6月になってやっと下がってきたが、8月になってくみ上げる量を増やすとまた高くなっていた。このときは、西谷池では影響が直ぐに現れず、通常よりは遅い11月から上昇しはじめ、翌年の3月までは高い状態となっていた。植物の生育期ではなかったために、直接の影響はなかったと考えられる。2010年の7月には例年のようにくみ上げ量を増やしたところ、井戸水のECの値は上昇して、それに連動するように西谷池の水質も悪化した。9月以降計器が故障したために測定ができなくなり、修理が不能とわかり、新しい水質チェッカーによる測定を翌年2011年の年明けから行った。この時点で、ECの値は通常の値に戻っていた。

西谷池での水質は、夏の高温期間が長期化した場合には、汲み上げ期間も長期化することになり、その結果として井戸水のECの値が高い状態が長期間にわたることになるため、雨水で薄められる効果も期待できなくなり、西谷池のECの値が上昇したことによる西の谷の水質が悪化することがあった。このような場合には、高温の影響もあって、湿生植物だけでなく、除去の対象となっている植物の成長にも影響が及び、湿原全体の植生の成長量の増大につながり、その後に行われる雑草の除去にも影響が現れていた。

一方、平成池の水質はECの値が70 μ S/cm前後で安定しており、雨量が増したときには一時50 μ S/cmを下回ることがあった。東の谷にも同程度の値の水が流れていると考えられるため、湿原植生としては広い面積でやや富栄養型の高茎草本植生が維持されていた。山際からの貧栄養な流入水がある最上流部の西側では、その影響が及ぶ範囲では貧栄養型の湿原植生が比較的良好な状態に保たれた場所があり、サギソウやトキソウと共に、

ミミカキグサの仲間の植物が生育しており、ハッチョウトンボも発生数も多くなっている。この地域では山際からの湧水が貧栄養であることを示している事実であるといえる。

引用文献

- 波田善夫, 2001. 湿原を移植するに至った背景と移植技術. 岡山県自然保護センター研究報告(9): 31-32.
- 波田善夫・西本 孝・光本信治, 1995. 岡山県自然保護センター湿生植物園1. 基盤地形の造成と植生移植の方法. 岡山県自然保護センター研究報告(3): 41-56.
- 西本 孝, 1995. 岡山県自然保護センター湿生植物園2. 開設から3年目までの管理. 岡山県自然保護センター研究報告(3): 57-66.
- 西本 孝, 1997a. 岡山県自然保護センター湿生植物園3. 設立後4年目から6年目までの管理. 岡山県自然保護センター研究報告(5): 43-51.
- 西本 孝, 1997b. 岡山県自然保護センター湿生植物園4. 水質調査記録(1993年~1996年). 岡山県自然保護センター研究報告(5): 53-70.
- 西本 孝, 2000. 岡山県自然保護センター湿生植物園5. 設立後7年目から9年目までの管理. 岡山県自然保護センター研究報告(8): 47-57.
- 西本 孝, 2001. 湿原の管理と植生遷移. 岡山県自然保護センター研究報告(9): 35-58.
- 西本 孝, 2004. 岡山県自然保護センター湿生植物園6. 設立後10年目から13年目までの管理. 岡山県自然保護センター研究報告(12): 39-48.
- 西本 孝・波田善夫, 1996. 岡山県自然保護センターの湿生植物園の植生2. 移植後5年目間の植生変遷. 岡山県自然保護センター研究報告(4): 39-50.
- 西本 孝・波田善夫, 1998. 岡山県自然保護センターの湿生植物園の植生3. 移植後7年目の植生. 岡山県自然保護センター研究報告(6): 15-28.
- 西本 孝・波田善夫, 2000. 岡山県自然保護センターの湿生植物園の植生4. 移植後9年目の植生. 岡山県自然保護センター研究報告(8): 11-24.
- 西本 孝・波田善夫, 2002. 岡山県自然保護セン

- ターの湿生植物園の植生 5. 移植後12年目の植生. 岡山県自然保護センター研究報告(10) : 35-48.
- Nishimoto, T. & Hada, Y. 2013. Twelve years of vegetation change in an artificial marsh after the transfer of plants and hydrological restoration. *Landscape Ecol. Eng.* 9:131-142.
- 西本 孝・宮下和之・波田善夫, 1995. 岡山県自然保護センターの湿生植物園の植生 1. 移植後3年目の植生. 岡山県自然保護センター研究報告(3) : 11-22.



写真1. 湿生植物園西の谷 (2004年8月27日).



写真4. 湿生植物園西の谷 (2007年8月11日).



写真2. 湿生植物園西の谷 (2005年8月17日).



写真5. 湿生植物園西の谷 (2008年8月15日).



写真3. 湿生植物園西の谷 (2006年8月21日).



写真6. 湿生植物園西の谷 (2009年8月28日).



写真7. 湿生植物園西の谷 (2010年8月28日).



写真10. カモノハシの株から、カモノハシの茎を根元から丁寧に引き抜く (2006年10月27日).



写真8. 湿生植物園西の谷 (2011年8月27日).



写真11. カモノハシの株に生育する湿生植物 (2011年11月5日).



写真9. 西の谷で木道脇の草抜きをするボランティア (2006年10月6日).



写真12. カモノハシを丁寧に除去した跡には、湿生植物が群生していた (2008年10月31日).



写真13. 滑車とチェーンを利用してハンノキをつり上げて除去した(2008年1月24日).



写真16. 西の谷で、カモノハシが群生していた場所でのイノシシの掘り跡(2008年7月17日).



写真14. ハンノキを掘りとった跡にはたくさんの小さなたまりができた(2008年1月28日).



写真17. 東の谷でのシルバーによる草刈り作業(2008年1月16日).



写真15. 造成時に移植して、15m近くにまで大きくなったハンノキも伐採した(2012年1月21日).



写真18. 刈った草や木の枝などは束ねて林道まで運び出し、運搬車で運搬して焼却した(2010年11月19日).



写真19. 湿原周辺域ではコバノミツバツツジなどのツツジ類が花を咲かせる日当たりのよい林となった(2011年4月21日).



写真21. 水を上流から誘導して湿った状態を維持できるように土手などを造り、水を貯めるようにした(2010年12月12日).



写真20. 乾燥気味になっていた場所ではアカマツを伐採して日当たりをよくした(2010年11月21日).



写真22. 最下流部で水がなくなっていた場所にも水が貯まるようになった(2011年1月7日).