

## 第2章 自然環境再生事業の全県的な展開に当たっての課題等の整理

### 1. 慶佐次川のヒルギ林内生態系再生の必要性

慶佐次川の国指定天然記念物であるヒルギ林は、豊かな生態系を育み地域に暮らす人々に豊かな恵みをもたらし、地域の人達が自然とふれあう場所となっていた。

しかしながら、慶佐次川流域内での開発等による赤土等の流出により、ヒルギ林では土砂堆積が進行し、様々な水生動物が利用する湿生環境が陸化し、上流側からヒルギ林が陸生植生へと入れ替わりも進み、モクマオウなどの外来種も林内に侵入・定着している状況にある。

このように慶佐次川ヒルギ林内ではヒルギ林生態系が損なわれつつあり、今後も土砂の堆積が進行した場合、ヒルギ林内生態系への影響が懸念され、また、ヒルギ林の更なる衰退が想定される。

そのため、ヒルギ林の陸化に歯止めをかけたヒルギ林内生態系の再生が必要である。自然豊かなヒルギ林を取り戻し、それにより地元を含めた多くの人々が訪れ、自然とふれあい学べる場を維持・活用することで、地域振興にも繋がるものと考えられる。ヒルギ林内生態系の再生のためには、ヒルギ林内の土砂堆積を抑制し、土砂排出を促進させる対策が重要である。

### 2. 県内における河川の土砂堆積問題

沖縄県内の河川は、全てが中小河川として分類され、基本的には河口閉塞が発生する可能性を内在しており、河道内に土砂が堆積する傾向となる。流域からの土砂流出が大きいほどこの傾向が強くなる。また、落差工や取水堰といった河川横断工作物などが下流に位置すると、更に土砂堆積傾向が強くなるものと考えられる。河口閉塞や河道内の土砂堆積は、河川の自然環境再生における重要な課題となる。

慶佐次川においても、漁港の建設によって河口の閉塞傾向が強まり、更にヒルギ林による土砂補足効果も相まって河道内の土砂堆積傾向は強まっているものと考えられる。

### 3. ヒルギ林内生態系の再生手法

ヒルギ林内では土砂堆積による陸化により、湿地環境が損なわれ、また、陸化に伴い、外来種も侵入するなど、ヒルギ林内生態系の衰退が考えられる。

ヒルギ林内の湿地環境を再生するためには、土砂の流出源を減らして陸化速度を低減する土砂堆積の抑制策、海域側への排砂をスムーズにしてヒルギ林内に堆積する土砂の浸食・流下機能を向上させる河口対策、ヒルギ林内の土砂を浸食して陸化を防ぐ土砂排出の促進策、ヒルギ林内の土砂を固定化させない陸化防止策が挙げられる。

ヒルギ林生態系再生における湿地環境の再生の手法として、土砂堆積の抑制策では営農的対策（赤土等流出防止対策）、河口対策では導流堤整備等、土砂排出の促進策では水路開削、陸化防止策では外来種駆除やヒルギの間引きなどが挙げられる。

### 4. 本モデル事業における再生の適用手法と全県的な展開に当たっての課題等

かつて慶佐次川のヒルギ林内には、水路が存在し豊かな生態系を育てていたが、近年、水路の河床が土砂堆積で高くなり水路の体をなしていない区間が存在する。また、水路の一部では陸化し、外来種のモクマオウ類が侵入して土砂を固定している部分もある。

今回、慶佐次川のヒルギ林の生態系の再生手法として、水路復元を行うことにより土砂排出の促進させる取組を行った。本モデル事業を通して得たノウハウ、課題を以下のとおり整理する（表 2-1～表 2-6）。

表 2-1 ヒルギ林水路復元にあたっての技術的な成果

項目	モデル事業の実施による成果等		全県的に展開する上での課題等	
	成果	課題・問題点	ノウハウ	課題
手法・工法	<p>水路掘削の方法として、重機、バキューム、人力などの工法があるが、天然記念物や国立公園地域の指定地域であるため、本モデル事業では、ヒルギへの影響が生じず、人力より時間がかからないバキューム方式を採用した。</p> <p>バキューム方式は、実施計画のとおり復元することができるとともに、周辺環境への影響を軽減することができた。</p> <p>重機に比べ、作業時間はかかるものの、環境配慮型の工法となった。</p>	<p>バキューム方式を採用した場合、吸引ホースの延長に制限がある(200～250m以内)。</p> <p>小石、礫が多く含まれる土砂であると吸引能力が落ち、吸引ホースの詰まりが発生しやすいので、吸引の際は小石、礫を人力で取り除く作業が発生する。</p> <p>吸引車・高圧洗浄車を配置させるスペースが必要となる。また、吸引した土砂の処分場所を確保する必要がある。</p>	<p>水路復元は、陸化抑制に即効性があり、効果的であるため、ヒルギ林内生態系再生の手法として、有効である。</p> <p>採用した工法は、周辺環境への影響を軽減する手法・工法として有効である。</p>	<p>応急措置として水路復元を行っても、流域全体の課題も含め、総合的に再生事業を行わないと一時的な課題解消となる。</p> <p>掘削においては、人為的に実施する他に、洪水効果も期待する場合、実施する時期にも注意しなければならない。</p> <p>バキューム方式を採用した場合、吸引ホースの延長制限、吸引車・高圧洗浄車の配置場所の確保や土砂処分場所の確保等の条件を満たす必要がある。また、小石、礫が多く含まれる土砂には作業効率が落ちる場合があるので注意する必要がある。</p>
モニタリングの考え方	<p>モニタリングは、短期的に効果がみられる水位・流速、分派流発生状況などの物理的な指標で行った。</p> <p>調査の結果、工事後には、流速の増加、分派流発生状況も滞筋の数・幅・深さの増加が確認され、水路掘削によるヒルギ林内の土砂浸食の傾向が確認できた。</p>	<p>ヒルギ林内の生態系を構成する生物や基盤となる地形は、時間が経過するとともに少しずつ変化することから、<u>モニタリング調査は指標によっては長期的な観点から実施する必要</u>がある。</p> <p>本来は長期的に実施する予定であったが、手続きが押したことにより、短期的に効果が評価できる指標のモニタリングとなった。また、今回、水路掘削が台風時を過ぎてしまい、効果確認は、潮汐によるものだけで、<u>洪水による効果は確認できなかった</u>ことから今後、確認することが必要である。</p>	<p>物理的なモニタリング指標（水位・流速、分派流発生状況）も取組の効果を評価する手法の一つである。</p>	<p>ヒルギ林内の生態系を構成する生物や基盤となる地形は、時間が経過するとともに少しずつ変化することから、短期間でそのような効果を確認することは困難である。</p> <p>モニタリングは、<u>生物、地形把握等なども加えた指標によって、長期的なスパンで実施する必要</u>がある。</p>

表 2-2 関係者間における認識の共有及び合意形成の成果

項目	モデル事業の実施による成果等		全県的に展開する上での課題等	
	成果	課題・問題点	ノウハウ	課題
関係者間における認識の共有と合意形成	<p>平成 29 年度第 1 回慶佐次川自然環境再生協議会において、「ヒルギ林内生態系再生実施計画」の承認を得るなど、関係者の合意形成を図った。</p> <p>慶佐次区区長に対し、本再生実施計画や再生の取組による効果の説明を行い、理解を得た。また、水路掘削作業着手前、工事完了等について報告するなど常に情報提供を行った。</p> <p>慶佐次川を利用している観光事業者である東村観光推進協議会に対し、本再生実施計画や再生の取組による効果の説明を行った。水路掘削作業時間（干潮時）がカヌー利用時（満潮時）と重ならないことを説明し理解を得た。また、水路掘削作業着手前、工事完了等について報告するなど常に情報提供を行った。</p> <p>水路掘削作業時に慶佐次川左岸の農道に吸引ホースを敷設し、作業関係者の車が往来することについて、農道を利用する農家の方に作業概要を説明し理解を得た。</p> <p>河川管理者である東村に対して水路掘削に関する河川協議を行い、承認を得た。</p> <p>慶佐次川は国指定天然記念物及び国立公園特別地域に指定されていることから、文化庁・沖縄県文化財課・東村教育委員会並びに環境省に対して作業概要を説明し、所定の許可申請を行った。</p> <p>道路を使用するため名護警察署及び国頭地区東消防署に使用許可等を行った。</p>	<p>慶佐次川は国立公園特別地域に指定され、「特別地域内土地の形状変更及び工作物の新築許可申請書」を提出したが、事前説明も含め審査期間が、5月中旬～10月始めの4.5ヶ月間と時間を要してしまつたため、当初、夏季ごろ台風時季の前に水路掘削作業を実施したかったが、実際は10月からの作業開始となり、洪水イベントの効果確認ができなかった。</p>	<p>自然環境再生協議会など会議体が存在すると合意形成が図りやすい。</p> <p>再生の取組は、地域の代表者（区長等）と連携して進めることが重要である。</p> <p>ヒルギ林を利用する観光事業者の理解が必要で、再生の取組による効果を説明することが重要である。</p> <p>道路等を占有したりする場合は、所定の許可申請を行う。また、道路等を利用する関係者への理解を得る必要がある。</p> <p>作業地域にかかる法規制等を事前に調査する必要がある。また、天然記念物や国立公園地域など法規制等があるヒルギ林においては、所定の許可申請が生じる。</p>	<p>国立公園の申請のように、時間を要するものもあり、想定した作業時期に実施できない場合もあるので留意する。</p> <p>道路等を利用する場合、関係者への理解が得られないで再生の取組を進めると関係者とトラブルを生じる可能性がある。</p>

表 2-3 水路掘削の効果・評価

項目	モデル事業の実施による成果等		全県的に展開する上での課題等	
	成果	課題・問題点	ノウハウ	課題
水路掘削の 効果評価	<p>水路掘削により、濇筋の数・幅・深さの増加が確認され、土砂の浸食効果傾向がみられた。</p> <p>水路掘削によるヒルギ林内の<u>土砂浸食の傾向</u>が確認できた。</p>	<p>本来は長期的に実施する予定であったが、手続きが押したことによりモニタリングは短期的に効果が確認できる指標（水位・流速、分派流発生状況）の調査となつてしまい、洪水イベント効果も確認できなかった。</p> <p>モニタリングは、<u>生物、地形把握等</u>なども加えた指標によって、<u>長期的なスパンで実施</u>する必要がある。</p>	<p>水路掘削は、ヒルギ林内の土砂浸食を促進する効果がある。</p>	<p>ヒルギ林内の生態系を構成する生物や基盤となる地形は、時間が経過するとともに少しずつ変化することから、短期間でそのような効果を<u>確認することは困難</u>である。</p> <p>効果評価には、生物、地形把握等なども加えたモニタリング指標によって、<u>長期的なスパンで実施</u>する必要がある。</p>

表 2-4 濁水発生の可能性と利活用への影響

項目	モデル事業の実施による成果等		全県的に展開する上での課題等	
	成果	課題・問題点	ノウハウ	課題
濁水発生の可能性と利活用への影響	<p>水路掘削では、安全側にたった場合、濁水防止膜を設置して実施することが望ましいが、満潮時のカヌー利用に支障をきたすため、防止膜を設置しなかった。</p> <p>周辺環境に配慮した工法として、干潮時にバキュームホースによる吸引と水路を仕切りながら掘削を行うことにより、濁水発生を抑えた。</p> <p>水分を含んだ吸引土砂を仮設ヤード内の窯場で貯留し、上水を貯水槽に通して沈降濾過させてから河川へ放流し濁水発生を抑えた。</p>	<p>濁水発生は最小限に抑えられたが、濁水防止幕を水路掘削区間の下流側に設置できれば更なる濁水拡散の防止効果が期待できるが、満潮時のカヌー利用に支障をきたすため、濁水防止幕を設置していない。</p>	<p>水路掘削において、ウォータージェットで堆積土砂を崩し、バキュームホースで土砂を吸引する工法や、水路を仕切りながら掘削する工法は濁水の発生を抑え、感潮域の利活用状況に影響を及ぼさない工法として有効である。</p>	<p>土砂掘削に伴い、濁水発生が見込まれる場合は、濁水防止幕の設置が必要となるが、満潮時のカヌー利用等の利活用を行っている場合、支障をきたさないよう注意する必要がある。</p>

表 2-5 比屋根湿地整備の既存事例等(1)

比屋根湿地整備の既存事例 内容	本モデル事業 の適用等	全県的に展開する上での課題等	
		ノウハウ	課題
<p>&lt;比屋根湿地の環境改善整備方針&gt;</p> <p>①基本理念： ふるさとを感じる比屋根湿地・泡瀬海岸</p> <p>②基本方針： マングローブや野鳥等が生育生息する多様な生物の生息空間の形成</p> <p>③整備目標： 水質改善に寄与する環境の再生、多様な生物が生育・生息する自然環境再生</p> <p>④場の設定： 南側は湿地環境保全ゾーン、北側は水質浄化促進ゾーンに区分</p> <p>⑤整備計画の概要： 水質浄化施設の整備、湿地環境の改善</p>	<p>地域や関係者との情報共有や合意形成を図る自然環境再生協議会を設立し、全体構想や実施計画を作成しモデル事業に取り組んでいる。</p>	<p>比屋根湿地整備事業は、公共事業として行政が主体となつて、住民からの要望、専門家からの意見を吸い上げ整備の方針・計画を策定している。これは、「沖縄県自然環境再生指針」(H27.3 沖縄県)における「<u>インフラ整備連携事業</u>」である。</p> <p>一方、本モデル事業は、地域や関係者との情報共有や合意形成を図る自然環境再生協議会を設立し、全体構想や実施計画を作成し再生に取り組む「<u>自然環境再生重視型事業</u>」である。</p>	<p>「<u>インフラ整備連携事業</u>」タイプに近い再生への整備は、多くの公共事業の中で進められている。本モデル事業のような「<u>自然環境再生重視型事業</u>」タイプの再生の取組は、地元行政の協力や地域住民の積極的な参加が必要で、関係者の合意形成も含め取組実施まで多大な時間と労力を要するため、このタイプの再生の取組は県内では数少ない。</p> <p>今後、「<u>自然環境再生重視型事業</u>」タイプを全県的に展開するためには、失敗例とその対処策などの具体的事例によるノウハウ集や手引書が必要である。また、全体構想や実施計画の策定に多大な労力と理解力を要するため、<u>実践的なマニュアル(手順書)</u>も必要となるものと考えられる。</p>
<p>&lt;整備の際の環境配慮事項&gt;</p> <p>①コハクオカミミガイ等の移動及び生息場の創出 →北側湿地に生息していた個体を南側湿地の適地に分散移動 →一部個体を飼育し、北側湿地の創出環境へ早期回復のための移動</p> <p>②改変区域からの生物移動 →南側湿地の工事前に改変される箇所から、非改変の箇所への生物移動</p>	<p>水路掘削前に水路内の底生動物を近傍の類似した生息環境へと移動した。工事中進入路ではイボタクサギを移動し仮置きして工事終了後の同場所に移植を行った。水路内に入り込んだヒルギの根の除去に際して、切断の影響を低減する対策を行った。</p>	<p>取組により改変される場合には、本モデル事業のように、直接的な影響を受ける生物を類似した環境へ移動させる必要がある。</p> <p>また、改変により、やむを得ず、在来植物を撤去する必要がある場合、影響を最小限に留める対策を行う必要がある。</p>	<p>改変される場所が<u>天然記念物や国立公園地域など法規制等である場合、所定の許可申請が生じる</u>。また、<u>沖縄県の採捕許可が必要となる場合もある</u>ので、法規制等を事前に調査する必要がある。</p>

表 2-6 比屋根湿地整備の既存事例等(2)

比屋根湿地整備の既存事例内容	本モデル事業の適用等	全県的に展開する上での課題等	
		ノウハウ	課題
<p>&lt;比屋根湿地の整備工事&gt;</p> <p>①北側湿地での浄化池整備</p> <p>②中央水路(浄化護岸)、連絡水路の開削による北側と南側の水循環の効率化</p> <p>③南側湿地での<u>ヒルギの間引き、水路開削</u></p>	<p>水路掘削を行っているが、慶佐次川のヒルギ林は、国指定天然記念物及び国立公園地域にあり、<u>ヒルギの間引き</u>は行っていない。</p>	<p>湿地の水質改善策として浄化池や浄化護岸・連絡水路の整備、水路開削が挙げられる。また、湿地環境改善策は<u>ヒルギの間引きや水路開削</u>が挙げられる。</p>	<p>湿地環境改善策はヒルギの間引きや水路開削が挙げられるが、国指定天然記念物及び国立公園地域など法規制がある地域では、土地やヒルギ自体の改変には制限があることに留意する。</p>
<p>&lt;比屋根湿地の整備効果&gt;</p> <p>H17年度～H24年度の変化状況</p> <p>①水生生物確認種の変化 →魚類の種類数が増加(開放水面の増加で生息場の拡大、海水交換の向上が要因)</p> <p>②植生状況の変化 →外来種のヒイラギギクの駆除に成功(ヒルギ類の間引きにより、干潟環境が改善)</p> <p>③鳥類の飛来状況の変化 →北側湿地開放水面で利用する鳥類増加</p> <p>④海水交換の状況 →海水交換量の向上(3倍)により、汚れを希釈する効果が増大</p>	<p>取組の効果を確認するため、評価指標及び評価基準を、流速の増加、分派流発生状況(滯筋の数・幅・深さの増加)としている。</p> <p>ただし、ヒルギ林内生態系の再生を期待するものであるため、今後、生物、地形測量等の<u>長期的な観点からのモニタリングが必要</u>である。</p>	<p>取組の効果を確認するため、評価指標及び評価基準として、植生状況の変化や水生生物の種類数増加、鳥類の増加のほか、水質の改善(海水交換量)が挙げられ、<u>長期的に調査を実施する必要</u>である。</p>	<p>取組の効果を確認するためには<u>生物、地形測量等の変化を確認することが重要</u>となる。</p> <p><u>生物、地形測量等の変化は長期的遷移をみるため、モニタリングは、長期的に実施する必要</u>がある。</p>
<p>&lt;比屋根湿地の保全・利用&gt;</p> <p>①環境学習(沖縄県主催): 地域の子供たちに生き物の観察会の実施</p> <p>②清掃活動(沖縄市主催): ゴミ収集、除草の実施</p>	<p>掘削水路は、今後、カヌー利用コースとして利活用され、環境学習の場となることを期待している。</p>	<p>湿地の環境改善整備後は、利活用の面で環境学習が、維持管理の面で清掃活動が行うことが望まれる。</p>	<p>利活用により再生の取組を実施した場所の環境への影響が生じないように、関係者の利用ルール等をまとめた<u>利活用計画の作成が必要</u>である。</p>