

15) アコウネッタイラン

工事着工前の再踏査では、空港本体で4株が確認され、改変区域からの4株の移植を平成19年11月及び平成20年3月に行った。

移植地は生育適地の樹林地であるSt.5の1地点とした。

移植後9年後の生存率は100%と、高い生存率で安定して推移しており、開花や結実等の繁殖活動も確認されたことから、移植地において個体群は存続していると考えられる。

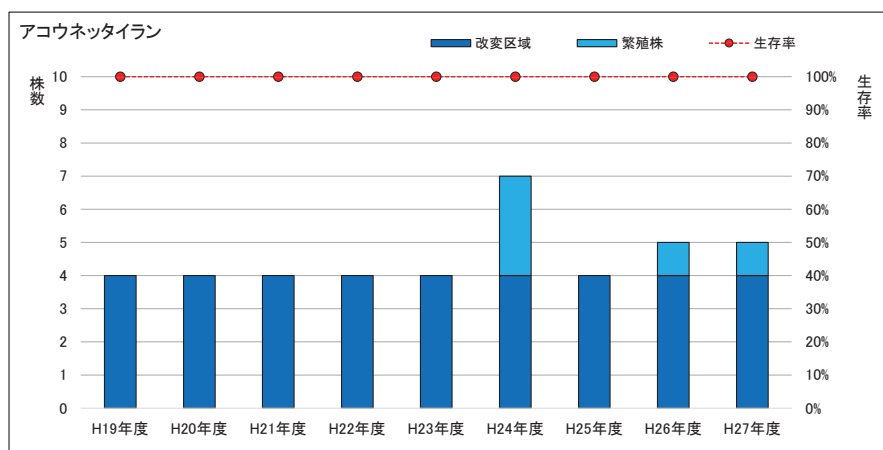


図 4.1.36 移植後の生育状況(アコウネッタイラン)

(2) 移植地の状況

本事業では、環境保全措置として講じた重要な植物種の移植による移植地周辺への攪乱状況についてもモニタリングを実施した。

樹林地である St. 1、St. 2、St. 3、St. 5 では、移植作業時に刈り取った下草(草本類)の回復が確認された。

草地である St. 8 では、草本類や木本類の侵入、繁茂が確認され、植生の自然遷移が確認された。

林縁部である St. 9、St. 10 ではマント群落の形成、新たに創出したビオトープでは侵入した下草(草本類)の生長に伴う植被率や出現種数の増加が一部で確認され、草地同様、植生の自然遷移が確認された。

全移植地において、植生の回復、自然遷移が確認されたものの、移植した重要種の異常な繁茂や特定の種の異常な繁殖・衰退などの移植作業に伴う周辺植生の攪乱は確認されなかった。

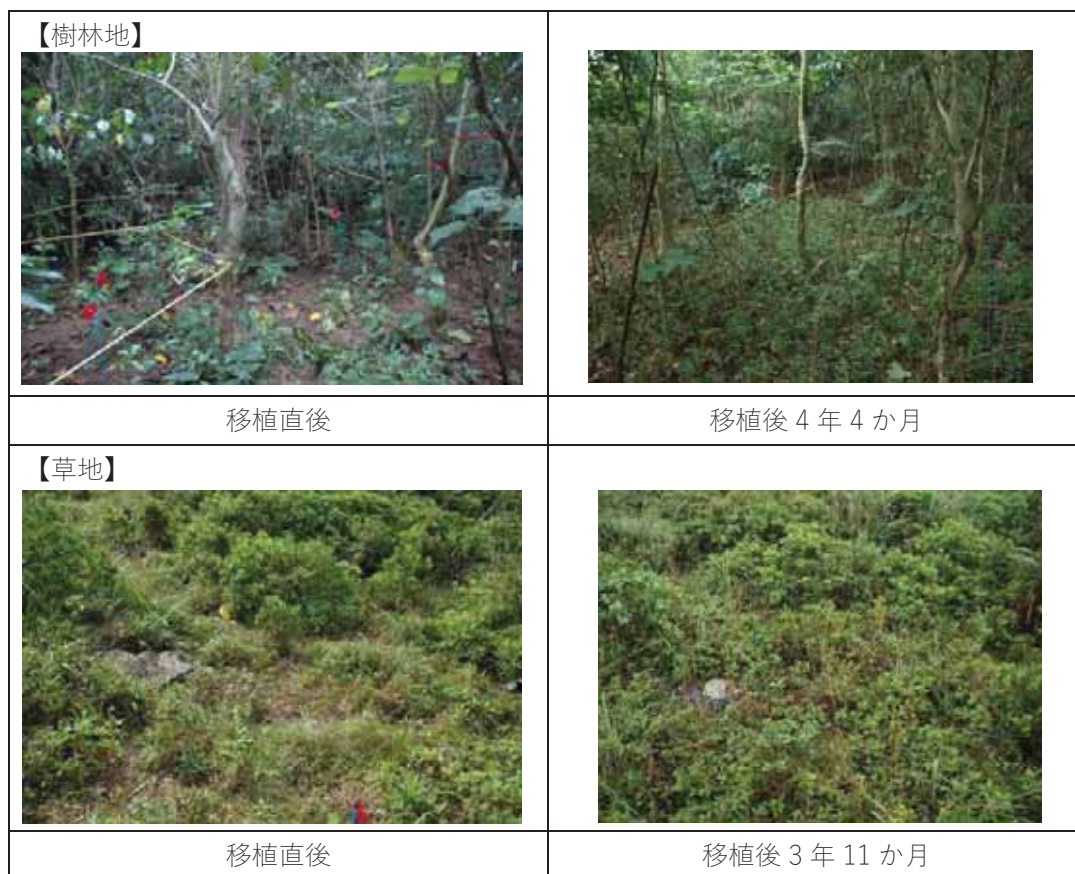


図 4.1.37 移植地の状況(樹林地、草地)


<p>【林縁部】</p> 	
<p>移植直後</p>	<p>移植後 3 年 0 か月</p>
<p>【ビオトープ】</p> 	
<p>移植直後</p>	<p>移植後 4 年 6 か月</p>

図 4.1.38 移植地の状況(林縁部、ビオトープ)

4.1.4 総合評価

(1) 航空障害灯における改変区域の見直し、縮小

航空障害灯においては、布設ルート及び施工幅の見直しを行い、ミヤコジマハナワラビ、アカハダグス、ヒジハリノキ、ツルランの生育地の消失を回避した。

(2) 移植後の生育状況

移植を行った15種のうち、ハンゲショウ、ハナシンボウギ、クサミズキ、ヒメノアサガオ、ヒジハリノキ、台湾アシカキ、ツルラン、バイケイラン、ヤエヤマクマガイソウ、アコウネツタイランの10種については、高い生存率を確認したほか、開花や結実等の繁殖活動も安定的に確認された。

ミヤコジマハナワラビ、ガランピネムチャ、ミゾコウジュの3種については、移植地での生育が確認されなかったものの、事業実施区域周辺において、個体群の分布が確認された。

トサカメオトラン、テツオサギソウの2種については、移植株の生存率が低く、地上部での確認が不安定であるものの、移植地内において、繁殖株が継続的に確認された。

また、移植地周辺において、移植した種や特定の種の異常な繁殖・衰退などの移植作業に伴う周辺植生の攪乱は確認されなかった。

以上のことから、生育適地や創出環境へ移植を行った15種については、移植地を含めた事業実施区域周辺での個体群が存続していることから、本事業による陸上植物への環境影響を低減することができたと考えられるほか、移植による移植地周辺への新たな環境影響は生じていないと考えられる。

(3) 再移植の実施

再移植を行った4種のうち、ハンゲショウ、ヒメノアサガオ、台湾アシカキの3種については、再移植後に、高い生存率を確認し、良好な生育が確認された。

以上のことから、移植後のモニタリング調査結果の適切なフィードバックが行えたと考えられる。

(4) 移植地の選定

植物の移植に際しては、移植対象種の特性や生育環境を把握し、生育適地への移植を行うことが重要である。

そこで、本事業においては、移植候補地環境調査及び試験移植を行い移植地の選定を行ったことで移植対象種の生育適地に移植することができたと考える。

ただし、ハンゲショウ、ガランピネムチャ、ヒメノアサガオの3種については、当初移植地の生育環境の変化が確認され、再移植を行う必要が生じた。

以上のことから、移植地環境が継続的に維持される箇所かどうかの長期的視点から移植地を選定することが重要であるほか、ビオトープなどの新たな創出環境を整備する際には、その環境が維持管理できるような体制づくりも重要と考えられる。

(5) 圃場での栽培管理、増殖

ミヤコジマハナワラビ、ハンゲショウ、ガランピネムチャ、ハナシンボウギ、クサミズキ、ヒジハリノキ、タイワンアシカキ、ツルラン、バイケイラン、トサカメオトラン、テツオサギソウ、ヤエヤマクマガイソウの12種については、個体移植による栽培管理に成功したほか、株分けや挿し木、播種により増殖することができた。

ヒメノアサガオ、ミゾコウジュの2種については、個体移植は困難であったものの、播種により増殖することができた。

イシガキカラスウリでは、個体移植ができなかったほか、挿し木による増殖も困難であり、有効な栽培管理、増殖方法の検討ができなかった。

以上のことから、栽培管理及び増殖することができた14種については、改変区域からの移植株とは別に、移植株を追加で確保することができたほか、本事業で得られた栽培管理・増殖結果は、今後、「移植地選定のための試験移植株の確保」や「移植株が枯死した場合の補植株の確保」を行う上で有用な知見になると考えられる。

ただし、限られた個体による増殖を行う際には、ガランピネムチャで示唆されたような少数個体同士の交雑の繰り返しによる遺伝子劣化の可能性も考慮する必要がある。

(6) 圃場の維持管理

本事業においては、工事着手直後に圃場の維持管理を止め、改変区域からの移植と同時に栽培管理株の移植を行ったため、移植株が枯死した際の補植株が保管できない状況となり、ガランピネムチャやヒメノアサガオについては、再移植時に補植することができなかった。

以上のことから、圃場での補植株の確保や増殖を行う際には、圃場の維持管理が長期的にできるような計画の検討が重要と考えられる。

(7) その他

本事業において実施した現地調査(平成13年～15年)では、事業実施区域を含む周辺で確認された維管束植物については、標本を採取、保管することとし、確認種リストとともに事業実施区域周辺に生育する種の記録に努めた。

その後、採取保管した標本については、平成27年に沖縄県県立博物館に移管し、生物資料とした。

4.2 ハナサキガエル類および河川水生生物に係るビオトープの整備

環境影響評価書におけるハナサキガエル類及び河川水生生物に係る検討について、以下に示した。

- 環境影響評価書において、平成 13～15 年度調査で河川水生生物については 77 種の重要な種が確認された。このうち、事業実施に伴い消失する河川では、甲殻類 5 種、貝類 6 種の計 11 種が確認された。また、新石垣空港の建設予定地となっているゴルフ場内の水路において、コガタハナサキガエル及びオオハナサキガエルの生息が確認された。
- ハナサキガエル類については、産卵場、幼生の生息場所の消失、成体の生息環境の消失を代償する措置として、近隣好適地への移動及びビオトープの創出を行う。
- 改変区域内の生息個体が消失することにより事業実施区域周辺の個体群が存続できないおそれがあるとされた河川水生生物の重要な種 4 種(サキシマヌマエビ、オカイシマキガイ、ムラクモカノコガイ、コハクカノコガイ)については、ボックスカルバートの下流に生息環境を創出し、工事着工前に踏査、捕獲を行い、移動を行うことにより、個体群の存続を図る。
- 代償措置としての移動地の位置は、空港視察予定地内のボックスカルバート下流側とする。
- ビオトープ候補地の環境要素は、コンクリート水路であり、特に損なわれる重要な環境要素はなく、生息環境として好適な緩やかな流れ、止水域、石積み、緑陰を造る樹木等の環境を創出する。
- 河川水生生物の移動対象種は両側回遊性であり、ビオトープ候補地の上流側において生息を確認していることから、移動先の環境の攪乱の要素は極めて少ないことから、実施に伴い生じるおそれがある環境への影響は小さいと判断される。

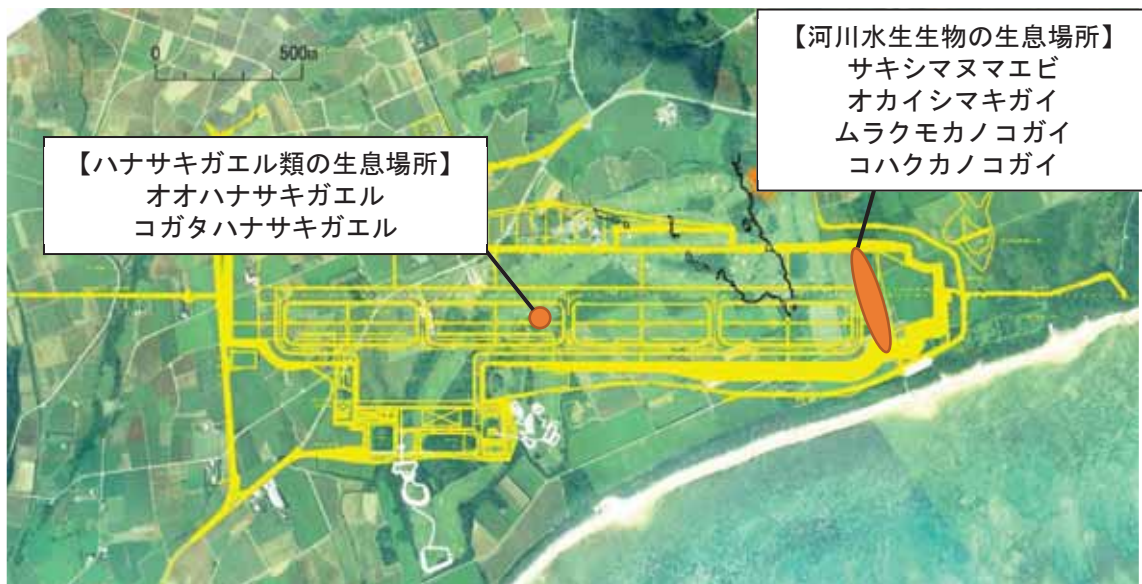


図 4.2.1 ハナサキガエル類および河川水生生物の生息場所

4.2.1 室内飼育

(1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

1) 捕獲

ハナサキガエル類については、平成16年5月～平成19年10月にかけて10回の捕獲を実施し、オオハナサキガエル成体24個体、幼体128個体、幼生120個体の計272個体を捕獲した。

なお、捕獲調査時にコガタハナサキガエルは確認されなかった。



ハナサキガエル類の生息環境(H18.4)



ハナサキガエル類の生息環境(H18.4)



岩陰で休息するオオハナサキガエル(H18.4)



捕獲状況(H19.10)

表 4.2.1 ハナサキガエル類捕獲結果概要

種名	捕獲日	捕獲数				備考
		成体	幼体	幼生	計	
オオハナサキガエル	平成 16 年 5 月	0	14	0	14	ビオトープが整備されていないことから、室内にて飼育した。
	平成 17 年 5 月 15 日～16 日	0	1	0	1	
	平成 17 年 5 月 26 日～27 日	0	54	0	54	
	平成 17 年 6 月 2 日～3 日	0	8	0	8	
	平成 18 年 4 月 26 日	0	19	0	19	
	平成 18 年 6 月 13 日～14 日	0	0	0	0	
	平成 19 年 4 月 11 日	0	3	19	22	
	平成 19 年 5 月 10 日	5	11	40	56	
	平成 19 年 5 月 24 日	2	18	61	81	
	平成 19 年 10 月 17 日	17	0	0	17	
	合計	24	128	120	272	

2) 室内飼育

現地調査において捕獲した個体については、創出する代替生息環境(ビオトープ)が整備されるまで、環境モニタリング調査の受注業者の室内において飼育した。

飼育室の気温は冷房により管理し、オオハナサキガエルの生息場所で取得した気温データを基に管理した。飼育水槽については、気温・水温・飼育個体の状態を毎日記録し、2～3日に1度の頻度となるよう給餌や換水等の日常の管理を実施した。成体の餌として主に市販のコオロギを与え、野外で採取した土壤生物等も必要に応じて与えた。水槽の底面には砂利を敷きならし、石や流木、水草を配置するなど、本種の生息環境を再現するよう努めた。飼育個体については、3ヶ月に1度個体数を計数した。幼生には、餌として熱帯魚用飼料(テトラフィン)や茹でたホウレンソウ等を与えた。



飼育水槽



飼育中のオオハナサキガエル

平成 16 年に捕獲した個体について飼育試験を開始し、事業の進捗により生息地が改変された平成 19 年までに多くの個体を捕獲・飼育した。また、飼育下での繁殖で得られた幼生や幼体の多くはビオトープへ移動したが、一部については継続飼育し、再生産に用いた。

捕獲や繁殖のカテゴリーごとに水槽を分け飼育していたが、平成 26 年 5 月からは、平成 19 年捕獲個体、平成 19 年繁殖個体、平成 22 年繁殖個体を混合し、7 水槽に分け飼育を行った。

飼育年数が増加するにつれ、飼育個体の老齢化や長期飼育によるストレス等によると思われる繁殖成功率の低下が確認された。卵の奇形や発生不良、産卵行動の異常化等が確認され、ビオトープに移動する幼生が得られなくなる可能性が考えられたことから、繁殖状況を改善するために新石垣空港周辺において個体を捕獲し、飼育に加えることとした。新石垣空港周辺の遺伝子の攪乱の影響が小さいと判断された範囲において、平成 26 年 12 月～平成 27 年 3 月に 13 個体を捕獲した。捕獲個体については飼育環境に順応させ、平成 27 年 12 月から既存の飼育個体との混合飼育を実施した。



卵の発生不良(平成 23 年 12 月)



産卵行動異常：陸上産卵(平成 26 年 6 月)

表 4.2.2 オオハナサキガエルの飼育状況

捕獲年	個体数			生存率(%)	
	捕獲・繁殖時	H26.4	H30.3	捕獲・繁殖時から	平成 29 年度
平成 16 年	14	0	0	0	-
平成 17 年	63	0	0	0	-
平成 18 年	19	0	0	0	-
平成 19 年	幼体	152			
	成体	24			
繁殖個体(H19)	153	27	16	2.5	76
繁殖個体(H22)	200				
平成 26 年	13				
合計	638	27	16	2.5	76

平成 16 年から平成 30 年 3 月まで、飼育下において述べ述べ 48 回の産卵が確認された(表 4.2.3、図 4.2.2)。

産卵数は、132~4,242 卵の間で推移した。受精不良等により未発生の欄や不完全発形で孵化に至らない卵もみられ、孵化率は 0~97%であった。

飼育の長期化に伴い、平成 23 年頃から平成 25 年にかけて卵の奇形や産卵行動の異常、発生不良等が増加し孵化率が低下した。平成 27 年から、野外で捕獲した個体との混合飼育を実施しており、未発生卵が多数を占めることもあったが、順調に発生した卵も多く多数の幼生が得られた。



包接ペア(平成 26 年 3 月)



水槽内で産卵するペア(平成 28 年 3 月)



水槽内での産卵(平成 26 年 3 月)



孵化した幼生(平成 27 年 4 月)



成長した幼生(平成 27 年 3 月)



変態後上陸した幼体(平成 22 年 4 月)

表 4.2.3 オオハナサキガエルの繁殖状況一覧

回数	区分	卵塊・幼生確認日	産卵数	卵殻	未発生卵・ 不完全発生卵	孵化率(%)	幼生数
1	H16捕獲 個体	平成19年1月20日	153	—	—	—	153
2		平成20年4月11日	221	—	—	—	221
3		平成21年2月16日	617	594	23	96.3	594
4		平成21年11月30日	697	0	697	0	0
5		平成22年12月7日	373	0	373	0	0
6	H19捕獲 個体	平成19年11月5日	511	248	1	48.5	510
7		平成19年11月8日	471	280	53	59.4	418
8		平成20年1月20日	1,137	130	4	11.4	1133
9		平成20年2月10日	685	182	24	26.6	661
10		平成20年4月11日	221	—	—	—	221
11		平成20年10月20日	677	575	102	84.9	544
12		平成20年12月20日	502	490	12	97.6	483
13		平成20年12月22日	662	609	53	92.0	414
14		平成21年5月12日	342	314	28	91.8	263
15		平成21年11月4日	819	185	634	22.6	20
16		平成22年2月4日	751	631	120	84.0	10
17		平成22年2月6日	386	378	8	97.9	30
18		平成22年5月12日	806	752	54	93.3	690
19		平成22年12月1日	615	401	112	65.2	503
20		平成22年12月3日	1,199	959	113	80.0	1086
21		平成23年4月4日	781	728	47	93.2	734
22		平成24年3月5日	290	69	221	23.8	0
23		平成24年6月7日	132	0	132	0.0	0
24		室内繁殖 個体	平成23年5月16日	500	0	500	0.0
25	平成23年5月24日		679	0	679	0.0	0
26	平成24年3月5日		1,123	67	1056	6.0	0
27	平成24年5月16日		375	15	360	4.0	12
28	平成25年2月5日		627	0	627	0.0	0
29	平成25年3月16日	179	0	179	0.0	0	
30	野外からの 捕獲個 体との混 合飼育	平成28年1月1日	1,592	1,524	68	95.7%	571
31		平成28年3月24日	1,855	724	754	59.4%	1,101
32		平成28年3月28日	745	62	557	25.2%	188
33		平成28年5月9日	210	0	184	12.4%	26
34		平成29年1月7日	1,716	1,407	107	93.8%	1,609
35		平成29年1月7日	1,545	0	1,545	0.0%	0
36		平成29年1月10日	1,877	1,099	126	93.3%	1,751
37		平成29年1月30日	1,082	0	1,082	0.0%	0
38		平成29年1月31日	724	0	724	0.0%	0
39		平成29年3月31日	1,136	0	1,136	0.0%	0
40		平成29年4月6日	472	23	392	16.9%	80
41		平成29年4月12日	1,641	1,446	50	97.0%	1,591
42		平成29年4月13日	603	0	603	0.0%	0
43		平成29年4月14日	1,534	1,208	104	93.2%	1,430
44		平成29年4月17日	1,233	0	1,233	0.0%	0
45		平成29年4月17日	1,486	0	1,486	0.0%	0
46		平成29年12月16日	4,242	1,766	2,476	40.5%	1,720
47		平成29年12月19日					
48	平成30年3月23日	1,272	0	1,272	0.0%	0	

- 注 1). 灰色の網掛けは水槽内での産卵を確認できず、幼生の出現により繁殖が確認されたものである。
 注 2). 産卵数は卵殻+未受精卵を示した。また、卵殻、未受精卵は孵化が完了した段階で取り除いて計数したため、幼生数よりも少ない場合がある。
 注 3). 孵化率は卵殻/産卵数*100 で求めた。
 注 4). 幼生数は幼生の成長が安定した段階で全数をカウントしたもの。
 注 5). 飼育の区分ごとに集計していることから、回数は一部時系列となっていない。

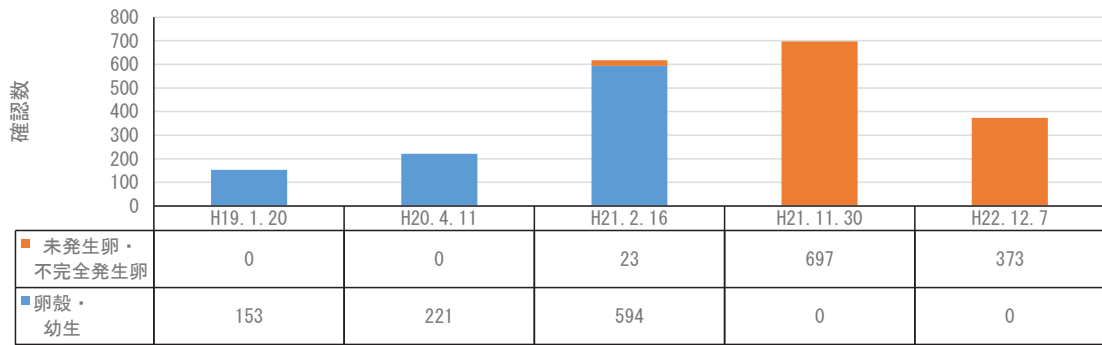


図 4.2.2 オオハナサキガエルの繁殖状況 (H16 捕獲個体)

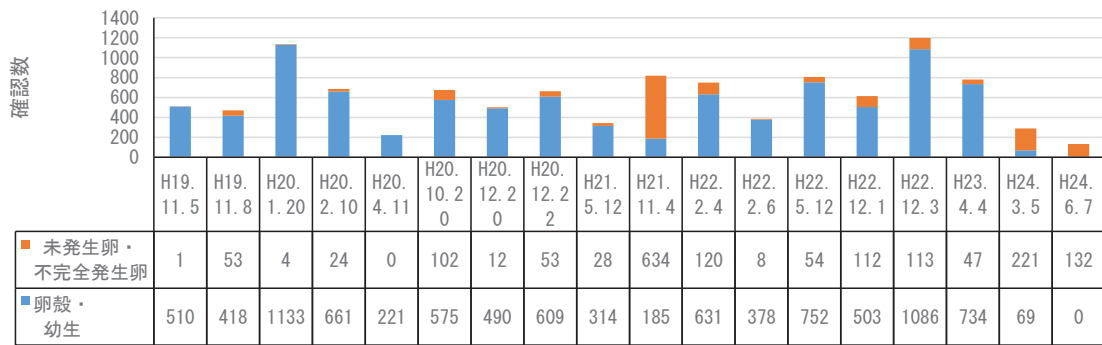


図 4.2.3 オオハナサキガエルの繁殖状況 (H19 捕獲個体)

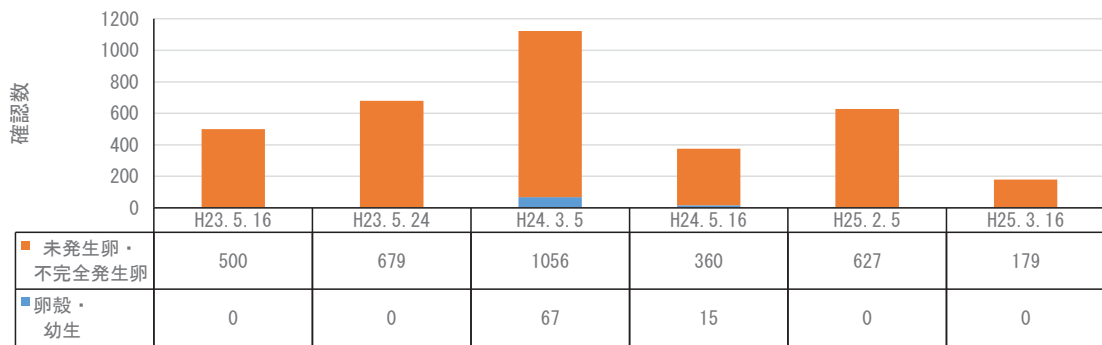


図 4.2.4 オオハナサキガエルの繁殖状況 (H19 繁殖個体)

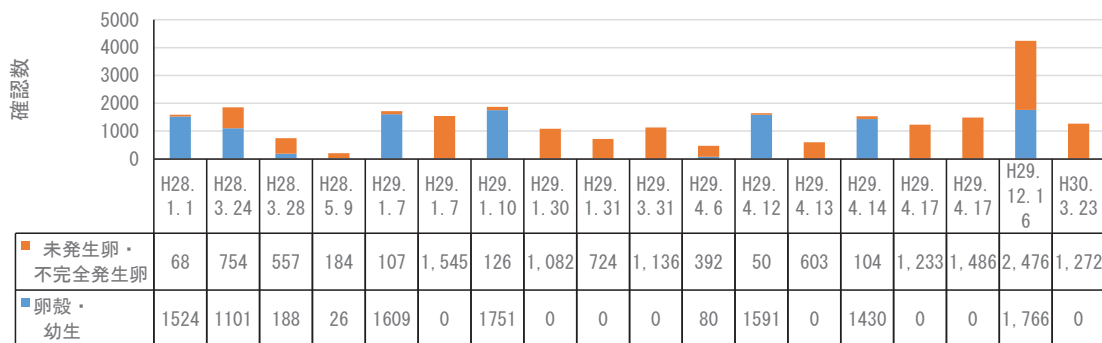


図 4.2.5 オオハナサキガエルの繁殖状況 (野外からの捕獲個体との混合飼育)

繁殖により得られた幼生や幼体について、相当数を創出したビオトープに移動することができたことから、室内飼育は平成30年3月をもって終了した。飼育していたオオハナサキガエルの成体16個体については、平成30年6月に宮島水族館へ譲渡した。



企画展「ガマコレ」でのオオハナサキガエルの展示状況(平成30年6月)

(2) 河川水生生物

1) 捕獲

河川水生生物の捕獲は、平成 21 年 4 月～6 月にかけて実施した。

表 4.2.4 に示すように、ムラクモカノコガイ 87 個体、コハクカノコガイ 1,450 個体、サキシマヌマエビ 14 個体が捕獲された。



河川水生生物の生息環境 (H21. 4)



河川水生生物の生息環境 (H21. 6)



捕獲状況 (H21. 6)



ムラクモカノコガイ



コハクカノコガイ



サキシマヌマエビ

表 4.2.4 河川水生生物捕獲結果

種名	捕獲日	捕獲数	飼育(H22.3時点)			備考
			確認数	死亡確認数	未確認個体数	
ムラクモ カノコ ガイ	平成21年4月27日～28日	57	43	9	5	殻長に番号を施し、 個体識別をした。
	平成21年6月1日～2日	25	22	2	1	
	平成21年6月25日～26日	5	4	0	1	
	合計	87	69	11	7	
コハクカ ノコガイ	平成21年4月27日～28日	161	471	0	979	個体が小さいため、 個体識別をしていない。
	平成21年6月1日～2日	919				
	平成21年6月25日～26日	370				
	合計	1,450				
サキシマ ヌマエビ	平成21年4月27日～28日	0	7	0	8	個体識別をしていない。
	平成21年6月1日～2日	5				
	平成21年6月25日～26日	10				
	合計	15				

2) 室内飼育

現地調査において捕獲した個体については、創出する代替生息環境(ビオトープ)が整備されるまで、環境モニタリング調査の受注業者の室内において飼育した。

水質の安定、排泄物及び食べ残した餌の除去を目的に、2週間に1度、1/4程度の水替えを行った。使用した水は汲み置きした水道水(飼育施設内のバケツに溜めて2日間ほど曝気)を用いた。

また、飼育環境を把握するために、代表として3水槽について「水温計ミニ(観賞用)APH-90(平尾計量器製作所)」で水温を1日1回、pHを週1回測定した。照明は照射時間が野外と同じになるよう、タイマーで調整した。



飼育水槽設置状況

給餌は、ムラクモカノコガイにはアワビの養殖に用いる飼料(配合飼料S-B3型)、昆

布、付着藻類を適宜与えた。コハクカノコガイは食性実験を行ったが餌を判明するには至っていないため、給餌は行っていない。

また、サキシマヌマエビには市販の3種類の飼料（テトラフィン、ザリガニ用の餌、ヌマエビ用の餌）を毎日与えた。

表 4.2.5 飼料の種類及び給餌頻度

種類	飼料の種類	給餌頻度
ムラクモカノコガイ	アワビの養殖に用いる飼料、昆布、付着藻類	適宜
コハクカノコガイ	与えていない	-
サキシマヌマエビ	テトラフィン、ザリガニ用の餌、ヌマエビ用の餌	毎日



配合飼料（S-B3型）



昆布



付着藻類



テトラフィン



ザリガニ用の餌
飼育に用いた飼料



ヌマエビ用の餌

ムラクモカノコガイについては、全個体の殻長や特徴を記録した後に殻表に番号を施し、個体識別を行い、月に1度特定の10個体の殻長、湿重量を測定した。

コハクカノコガイについては、個体の大きさが数ミリ程度と非常に小さいため、個体に番号を施さずに水槽に収容した。死亡個体は毎日の観察で把握すると共に、3ヶ月に1度、水槽内の環境を攪乱しない程度に全個体を計数した。また、月に1度、ランダムに選択した10個体の殻幅、湿重量を測定した。

サキシマヌマエビについては、日常管理の際に抱卵や脱皮といった個体の状況を記録し、毎月水槽外からの観察により個体数を記録した。

表 4.2.6 個体の測定項目

種類	頻度	測定部位	計量	測定個体
ムラクモカノコガイ	毎月	殻長	湿重量	特定の10個体
コハクカノコガイ	毎月	殻幅		任意の10個体
サキシマヌマエビ	-	-		-



ムラクモカノコガイの殻長測定



ムラクモカノコガイ個体識別番号の貼付け



コハクカノコガイの殻幅測定



測定状況

個体の測定状況

4.2.2 第3ビオトープの整備

第3ビオトープは、環境影響評価書に記載した環境保全措置である第1ビオトープの整備が遅れていたため、緊急的な対策としてゴルフ場のポンプ施設を利用し整備した施設である。整備位置はハナサキガエル類が確認されたゴルフ場の水路と近く、地下水をポンプでくみ上げ流水を確保し、室内で飼育しているオオハナサキガエルの生息環境とした。



図 4.2.6 第3ビオトープの位置



図 4.2.7 第3ビオトープ平面図



第3 ビオトープの整備状況

オオハナサキガエルの第3ビオトープへの移動を開始した平成20年頃(整備後2年)は水路に日の当たる開けた環境であったが、施工後の年数経過とともに草本や植栽樹木の伸長により水路に緑陰が形成された。モニタリング調査時に確認された現地の状況から、河床の浸透対策(モルタルによる防水処理)や水路への遮光ネットの展張といった対策を講じている。



平成20年度(施工後2年)



平成23年度(施工後5年)



平成27年度(施工後9年)



平成31年度(施工後11年)

第3ビオトープ整備後の環境変化

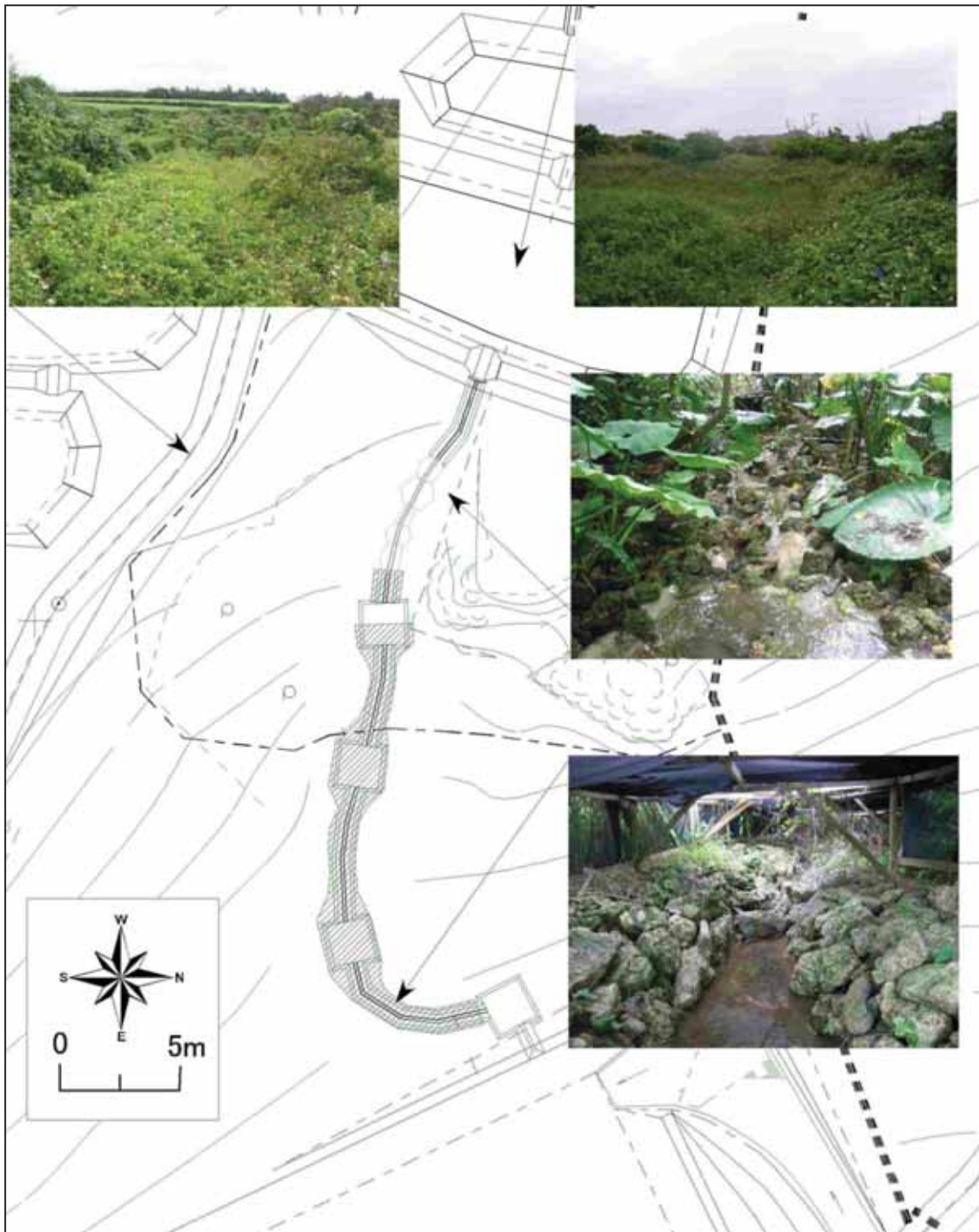


図 4.2.8 第3ビオトープの環境

4.2.3 モニタリング調査(第3ビオトープ)

(1) 調査項目

1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

(2) 調査時期

1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

① 移動：平成20年4月11日、5月11日、7月25日、12月15日、平成21年4月27日、6月25日、平成22年7月13日、平成23年4月26日、7月4日、平成24年8月31日

② 移動後のモニタリング：繁殖期に年6回(2月、3月、4月、5月、11月、12月)

(3) 調査方法

1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

① 移動

移動する幼生について、健康状態を確認しながらカウンターを用いて個体数を計数後、移動用バケツの3分の1程度に水槽の水を張り、バケツ1つあたり300個体程度の幼生を収容しエアレーションを施しながら輸送した。

第1ビオトープに到着後、直ちに個体の健康状態(異常個体、衰弱個体の有無)を確認した。バケツを移動先の水に入れてしばらく静置し水温をあわせ、少しずつ様子を見ながらビオトープの水を入れ(水あわせ)、移動先の水質に慣らした後に放流した。放流は、他の動物からの捕食の危険性を回避するため夕刻に行った。



個体の状態チェックと水あわせ、放流

② 移動後のモニタリング

日中および夜間に踏査し、個体の生息・繁殖状況を確認した。個体(成体、幼体、幼生)の確認の他、卵塊等に留意し調査を実施した。また、捕食者(鳥類など)についても記録した。

(4) 調査地点

1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

図 4.2.9 に示す第3 ビオトープである。

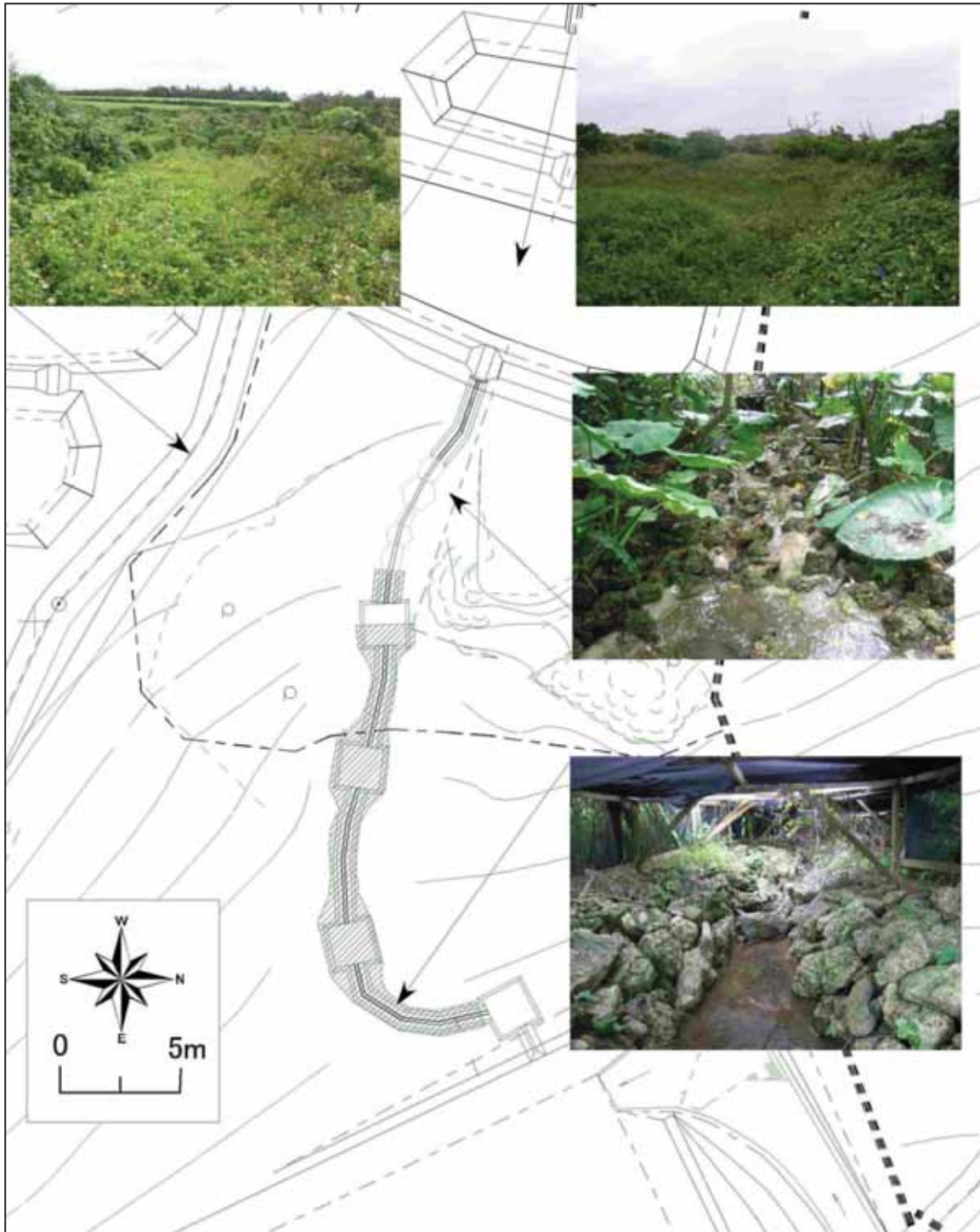


図 4.2.9 ハナサキガエル類調査地点(第3 ビオトープ)

4.2.4 モニタリング調査結果と効果の検証(第3ビオトープ)

(1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

1) 移動

第3ビオトープでは、飼育下の繁殖でオオハナサキガエルの幼生及び幼体について、平成20年から24年にかけて延べ12回の移動を実施した。移動個体数は、幼生5,485個体、幼体590個体の計6,075個体を移動した(図4.2.10)。



ビオトープへの輸送(平成20年4月)



第3ビオトープへの放流(平成20年4月)



放流された幼生(平成20年4月)



第3ビオトープの環境(平成20年4月)

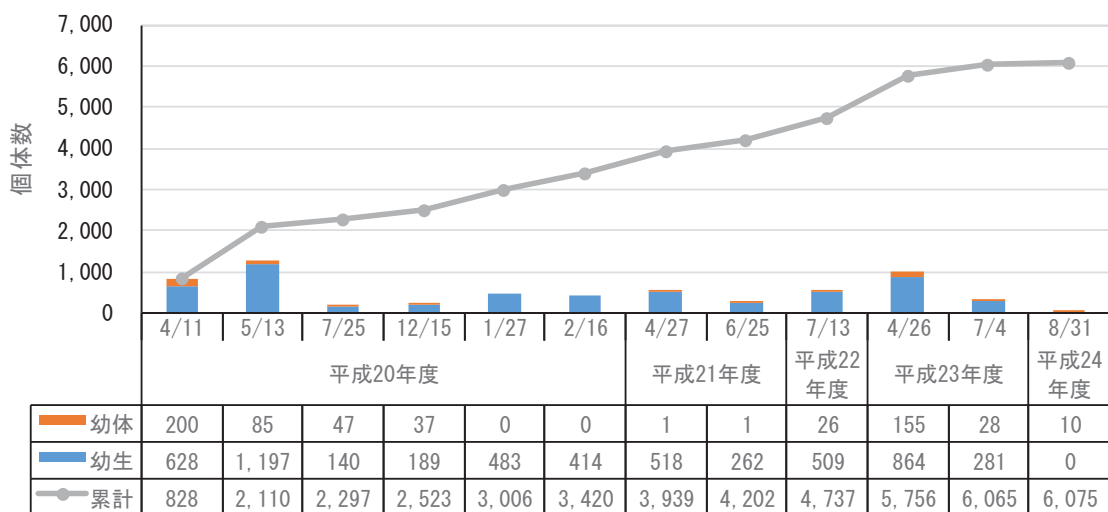


図 4.2.10 ビオトープへの移動状況(第3ビオトープ)

2) 移動後のモニタリング

第3ビオトープでは平成20年4月より個体の移動を実施しているが、個体が成長して成体となり繁殖期に水場へ集まってくるまで移動個体の確認は困難と考えられたことから、移動後のモニタリングは3年後の平成23年度より実施した。

平成23年のモニタリング開始から平成25年度まで、最大で4個体のオオハナサキガエルが確認された。第3ビオトープは、周辺のオオハナサキガエルの生息地から隔離されているため野生の個体が進入することは考え難く、移動した幼生や幼体が成長したものと考えられる。平成26年3月以降は、偶発的な確認と考えられる鳴き声1例を除き個体の確認はい。現地調査では鳴いている状況も確認され、ビオトープを繁殖場として認識していたことを示唆しているが、何らかの要因により繁殖には至らず定着できなかったものと考えられる。

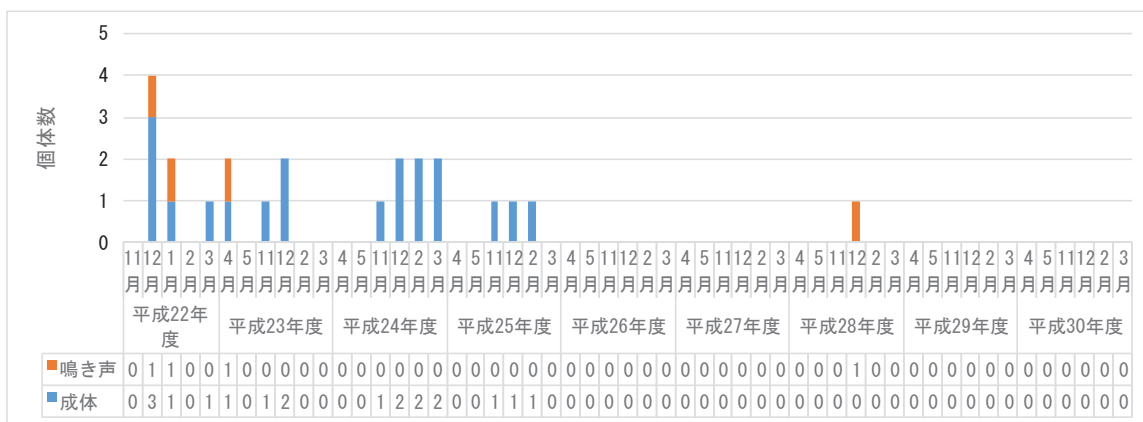
第3ビオトープでは、飼育下の繁殖で得られた幼生や幼体について早急に移動しなければならず、第1ビオトープの整備が間に合わないころから緊急的に整備された施設であったことから、生息環境が十分に整わない状況での移動となった。このことにより移動後の初期の生残個体が少なかったことで、個体群を維持できるまでの生息数とならなかったものと考えられる。



確認された成体(平成23年4月)



最後の確認個体(平成26年2月)



注). 平成28年12月の鳴き声の確認は、補足的に実施した長期音声録音による確認である。その後の確認はなく、移動個体の偶発的な確認と考えられる。

図 4.2.11 ハナサキガエル類の移動後の確認状況(第3ビオトープ)

第3ビオトープでは、平成26年2月を最後にオオハナサキガエルの成体の確認はなかった。地下水のくみ上げポンプについては継続的に稼働させていたが、平成30年3月までの5年間、個体が確認されなかったことから、オオハナサキガエルは定着できなかったものと判断し、ポンプを停止した。その後、水生生物等の生息環境を可能な限り維持するため、水の供給については雨水の排水路を切り回し、第3ビオトープへ引き込む施工を行った。

ポンプ停止後の環境を把握するため、令和元年8月及び12月に第3ビオトープの水生物調査を実施した。第3ビオトープの水路にはワンドに水が残っており、降雨には水路に水が供給されていることが確認された。水生生物については、表4.2.7に示すように貝類、甲殻類、昆虫類の計12種が確認された。



滑走路増設工事状況(平成30年11月)



雨水切り回し水路(平成30年11月)



第3ビオトープの状況(平成30年11月)



第3ビオトープの状況(令和元年12月)

表 4.2.7 第3 ビオトープにおける水生生物の確認種一覧

No.	分類	種類	学名	重要種	外来種	生活型	令和元年 8月	令和元年 12月
1	貝類	カリサ ^ン ショウカ ^イ	カリサ ^ン ショウカ ^イ 科	Assimineidae		-		2
2		サカマキカ ^イ	サカマキカ ^イ	<i>Physa acuta</i>		●	淡水	32
3		トウカ ^ク タカワ ^ナ	スノオカ ^ク タカワ ^ナ	<i>Melanoides tuberculatus</i>	環境省NT		淡水	
4	甲殻類	ハマトビ ^{ムシ}	ハマトビ ^{ムシ} 科	Talitridae		-		2
5		-	ワラジ ^{ムシ} 亜目	Oniscidea		-		4
6	昆虫類	トンボ ^ク	コブキョウジ ^ク ヨウトンボ ^ク	<i>Orthetrum pruinosum neglectum</i>			淡水	2
7		ゲンゴ ^ウ ロウ	チャイロチビ ^ク ゲンゴ ^ウ ロウ	<i>Liodesus megacephalus</i>			淡水	1
8		カ ^{ムシ}	リュウキョウセシ ^ク ゲンゴ ^ウ ロウ	<i>Copelatus andamanicus</i>			淡水	3
9			ウスク ^ク モヒラカ ^{ムシ}	<i>Enochrus uniformis</i>			淡水	4
10			ミナミヒカ ^{ムシ}	<i>Sternolophus inconspicuus</i>			淡水	2
11		マルハナミ	トビ ^イ マルハナミ属	<i>Scirtes</i> sp.			淡水	7
12		ハナアブ ^ク	ハナアブ ^ク 科	Syrphidae			淡水	5
出現種数				1	1	-	11	5

注 1). 重要な種の指定状況は以下のとおり。

- ・天然記念物：文化財保護法又は条例により地域を定めずに天然記念物に指定されている種及び亜種
特：国指定特別天然記念物
国：国指定天然記念物
県：沖縄県指定天然記念物
市：石垣市指定天然記念物
- ・環境省：「レッドデータブック 2017-日本の絶滅のおそれのある野生生物-4 汽水・淡水魚類、5 昆虫類、6 貝類、7 その他無脊椎動物」（2017年 環境省）
- ・環境省：「海洋生物レッドリスト」（2017年 環境省）
- ・沖縄県：「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物（動物編）-レッドデータおきなわ-（沖縄県 2017）」に選定されている種及び亜種
絶滅：絶滅（すで絶滅したと考えられるもの）
CR+EN：絶滅危惧 I 類（絶滅の危機に瀕しているもの）
CR：絶滅危惧 IA 類（ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの）
EN：絶滅危惧 IB 類（IA 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの）
VU：絶滅危惧 II 類（絶滅の危険が増大しているもの）
NT：準絶滅危惧（存続基盤が脆弱なもの）
LP：絶滅のおそれのある個体群（地域的に孤立しており、地域レベルでの絶滅のおそれが高い個体群）

注 2). 外来種は「我が国の移入種(外来種)リスト URL <http://www.env.go.jp/nature/report/h14-01/index.html>、野生生物保護対策検討会移入種問題分科会(移入種検討会) 2002年」に従った。凡例は以下のとおりである。

- 特：外来生物法により、外来生物(海外起源の外来種)であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、又は及ぼすおそれがあるものの中から指定された種。
- 要：外来生物法の規制対象ではないが、利用に関わる個人や事業者などに対し、適切な取り扱いについての理解と協力が求められる種。環境省が選定する。

●：上記以外の外来種

注 3). ▲：周縁性、降下回遊性、両側回遊性のいずれかで海と川を行き来する種。

4.2.5 第1ビオトープの整備

第1ビオトープは、環境影響評価書において、改変区域に生息するハナサキガエル類、河川水生生物の個体群の存続を図るため、消失する生息地を代償する生息環境を創出するとした施設である。

新石垣空港の改変される既存の河川についてはボックスカルバートに付け替え、ボックスカルバートから水を引き込み下流側に第1ビオトープが整備された。引き込まれた河川水は緩衝池1を介して水路へ水が供給される。

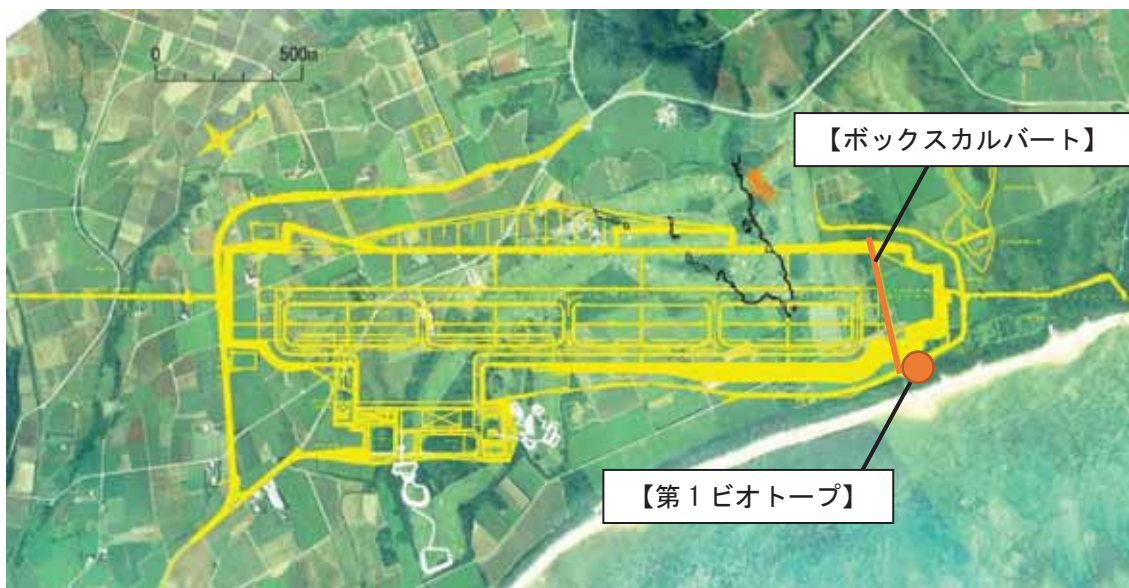


図 4.2.12 第1ビオトープの位置

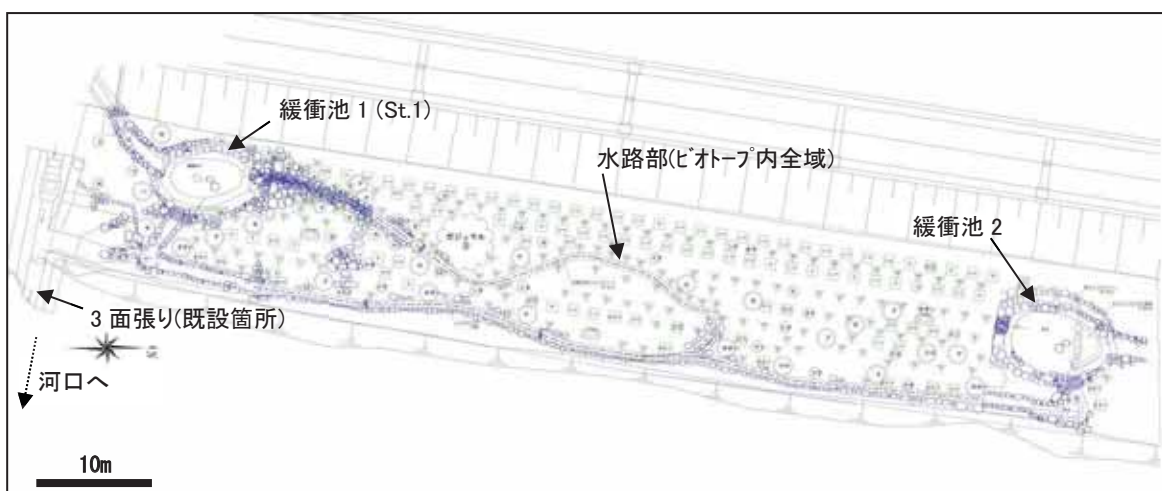


図 4.2.13 第1ビオトープ平面図



第1 ビオトープの整備状況

第1ビオトープについては平成22年には河川水生生物の移動を開始している。整備後2年ほど経過しており、ビオトープに植栽された樹木の生長がみられるが、水路にはまだ日が当たる箇所が多い開けた環境であった。整備後5年程度経過すると、植栽樹木が生長し水路に緑陰が形成されたことから、平成26年にはオオハナサキガエルの移動を実施している。施工後10年程度経過し、ビオトープ内は樹林内を小河川が流れるような水場環境が維持されている。



平成22年度(施工後1年)



平成26年度(施工後5年)



平成27年度(施工後6年)



平成30年度(施工後9年)

第1ビオトープ整備後の環境変化

モニタリング調査中には少雨による渇水や台風・大雨によるビオトープ内への土砂流入等が生じたことから、緊急的な給水、ビオトープのワンド内に堆積した泥や土砂の排出等の環境改善を実施した。



ポンプによる緩衝池内にたまった泥の攪拌、
排出



緩衝池内に流入した土砂の排出

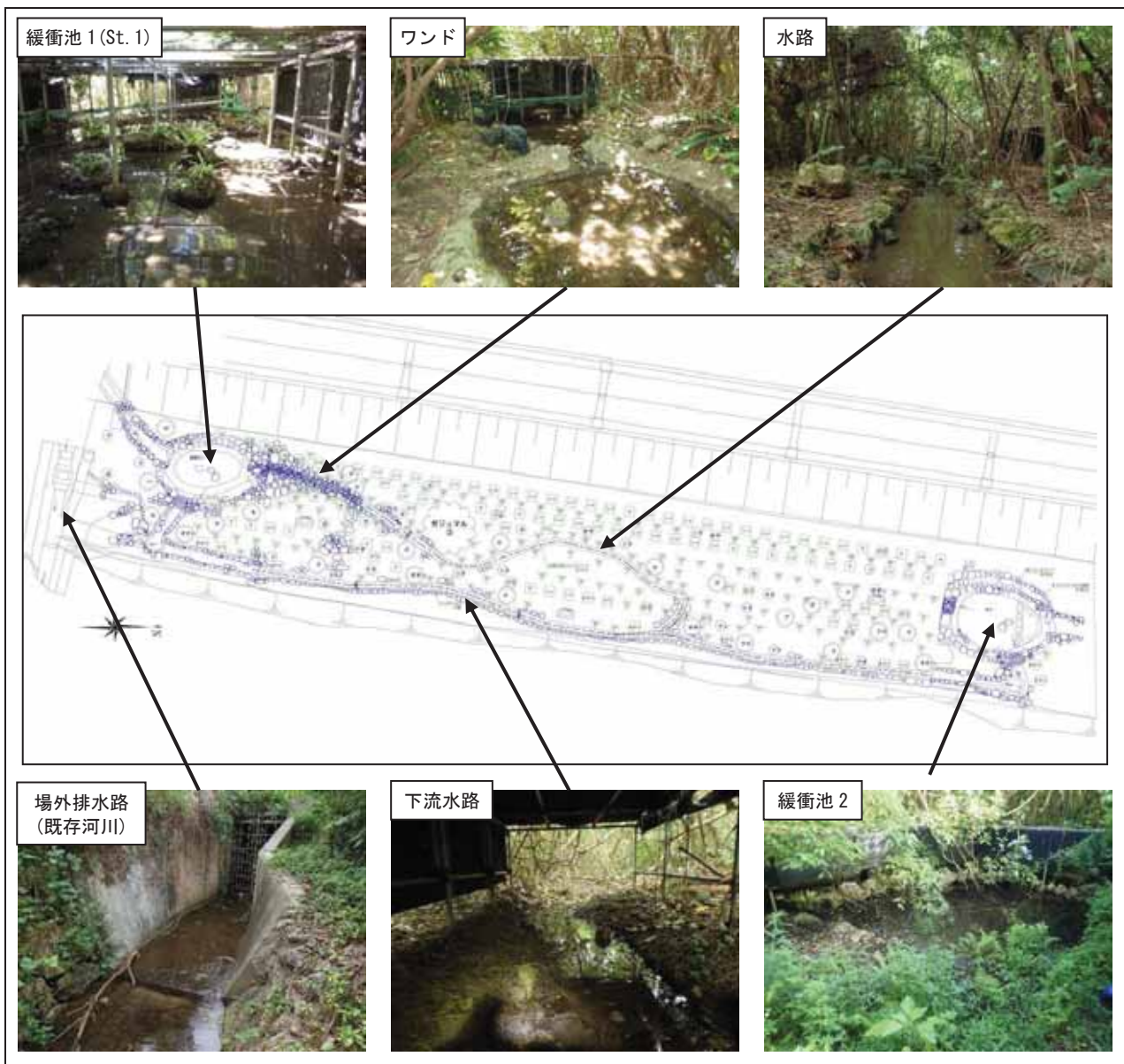


図 4.2.14 第1ビオトープの環境

(1) 水位

第1ビオトープに生息する生物にとって、ビオトープに水が供給されているがどうかが生息状況に大きく影響する。ボックスカルバートから第1ビオトープに引き込まれた水はまず緩衝池(St.1)にたまり、オーバーフローした水が下流側の水路に供給されることから、モニタリングちょうさではSt.1の水位を注視してきた。

St.1の水深が21cmを超えると越流する。事後調査期間を通じて概ね越流している割合は100%となっている(常に水路に水が供給されている)が、越流の割合が低くなる期間がみられる。特に平成23年度、平成26年度、平成29年度に越流の割合が著しく低い値を示しているが、当該期間は石垣島が少雨傾向にあった期間と一致しており、第1ビオトープにおいて渇水が起こっていた。これらの期間は生物の生息環境としては厳しい状況であったものと考えられ、水生生物の調査においても種数や個体数の減少が確認されている。ただし、少雨の解消により再びビオトープに水が供給されると、生物の生息状況にも回復が確認された。

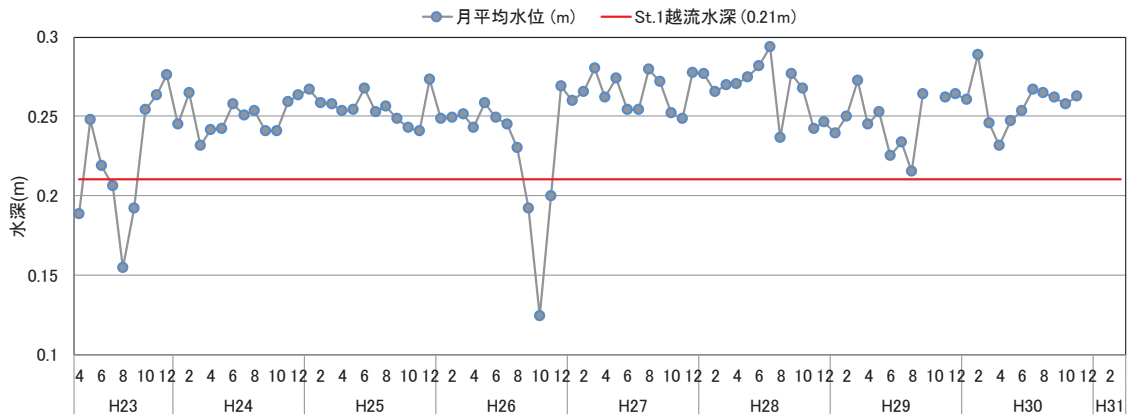


図 4.2.15 第1ビオトープの水位観測結果

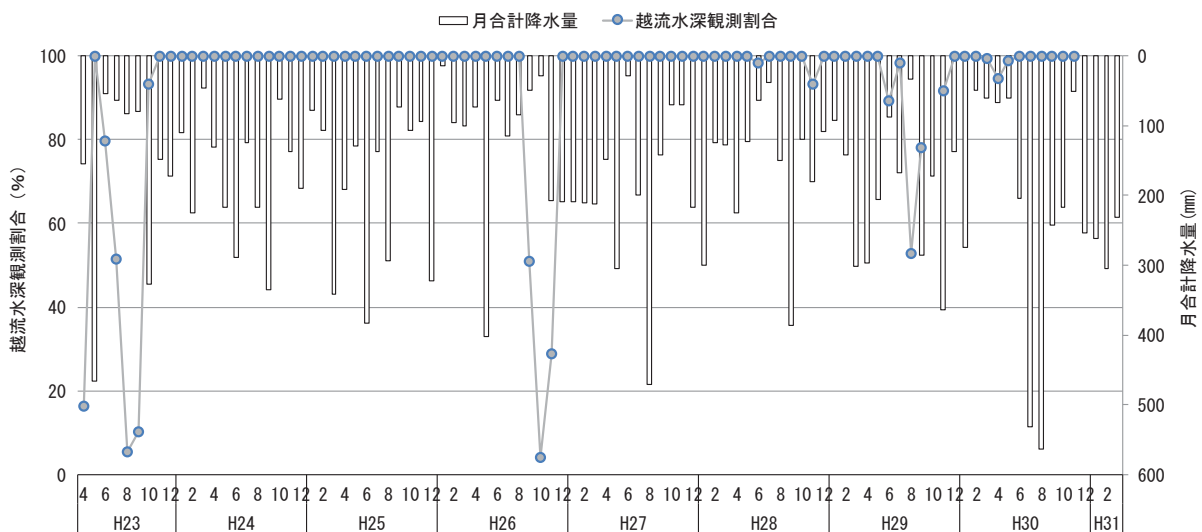


図 4.2.16 降雨量と第1ビオトープの越流割合

(2) 水質

ビオトープの水質について緩衝池 1(St. 1)において計測を実施した。

pH は 7.4~8.7 で推移しており、旧生息場所での測定値 8.4 と同程度であった。

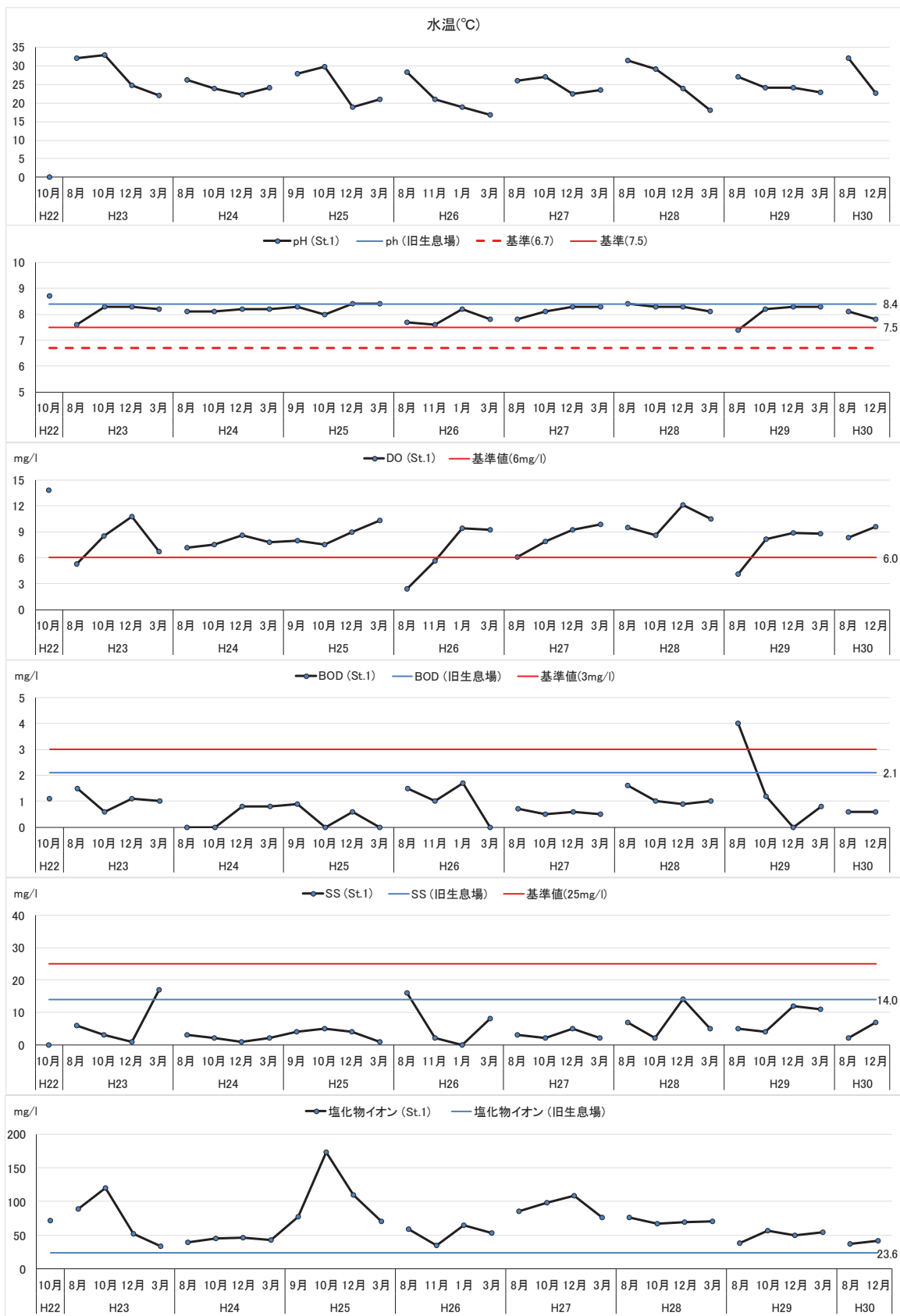
DO は 2.4~13.8mg/L で推移しており、ほとんどが基準値である 6.0mg/l 以上となっていた。平成 26 年度及び平成 29 年度に基準値を大きく下回る期間がみられるが、石垣島において少雨傾向が続いた期間であり、渇水により St. 1 内の水交換がなく滞留している状態であったことに起因している。

BOD は 0.5 未満~4.0mg/L で推移しており、概ね旧生息場より低い値となっていた。渇水状態であった平成 29 年度の夏季に基準値を超える値を記録しているが、渇水が解消された秋季には回復している。

SS は 1 未満~17mg/L で推移しており、事後調査期間を通じて基準値を超過することはなかった。また、概ね旧生息場での計測値を下回っており、良好な状態が維持されていたものと考えられる。

塩化物イオンについては 33.2~173mg/L で推移した。ビオトープが海岸近くに整備されていることもあり、旧生息場所よりも総じて高い値となっている。台風襲来時は、台風の進路によっては東よりの強風が卓越し、ビオトープ内に海水が入り込む状況もあったことから、突出して高くなっている状況も確認された。

このように、第 1 ビオトープの水質は、台風の襲来や渇水といった気象状況の影響を受け一時的に生物の生息に適さない期間があったものの、概ね旧生息場と同様良好な環境が維持されていたものと考えられる。



注). 資料: 「水産用水基準 (2005年版)」日本水産資源保護協会

図 4.2.17 第1ビオトープの水質の経年変化

(3) 底質

ビオトープの底質については、平成 22 年から緩衝池 1 (St. 1) で調査を実施した。

粒度組成は中礫分が約 90%と大部分を占める状況であったが、経年的に多様に変化してきた。整備後数年が経過すると粒度の構成はある程度安定していたが、平成 30 年度の夏季の大雨により、ボックスカルバート上流側で実施していた管理用道路工事の路盤材が流され第 1 ビオトープ内に多量に流入した。8 月の調査結果をみると粒径の最も粗い粗礫分が過年度の変動範囲を大きく超えて増加している。一方、粒径の細かいシルト分についても顕著に増加している。粗礫分については 11 月、12 月に実施した土砂排出作業の効果により流入前のレベルにまで減少しているが、シルト分については顕著な減少はみられなかった。

第 1 ビオトープでは、台風の強風や高波による海岸砂の流入、大雨によるカルバート上流からの土砂の流入等により水路が閉塞し、水路の水の水質悪化や枯渇するといった事象が度々生じ、土砂や流入した漂着物の排出等の管理を実施してきた。今後も同様の事業が生じるものと考えらえることから、台風や大雨、少雨等の自然災害が発生した際にはビオトープの状況を確認し、必要な対策を講じることが重要と考える。

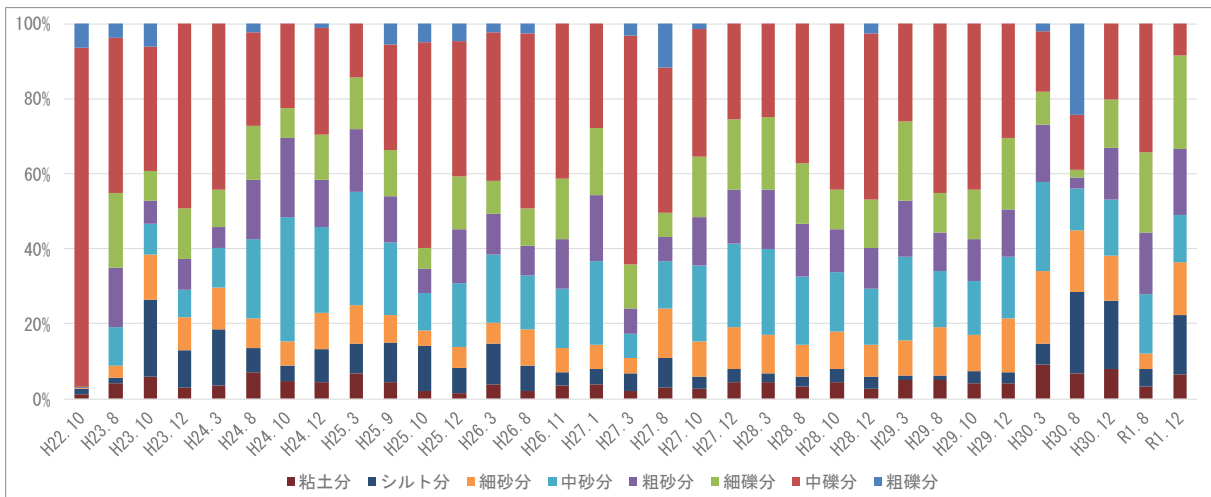


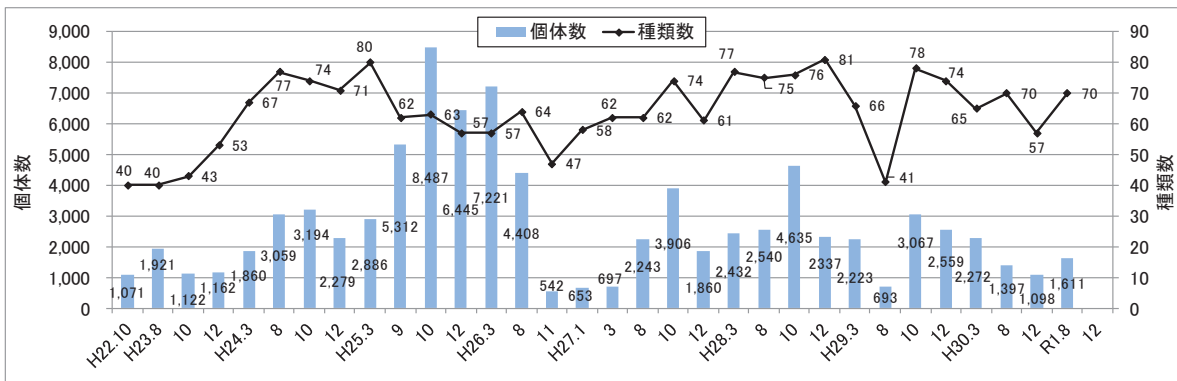
図 4.2.18 第 1 ビオトープの底質の経年変化

(4) 水生生物

平成 22 年から令和元年 12 月までの調査で確認された水生生物は、ウズムシ類 1 種、貝類 21 種、貧毛類 3 種、ヒル類 2 種、甲殻類 35 種、昆虫類 146 種、魚類 9 種の合計 217 種であった。

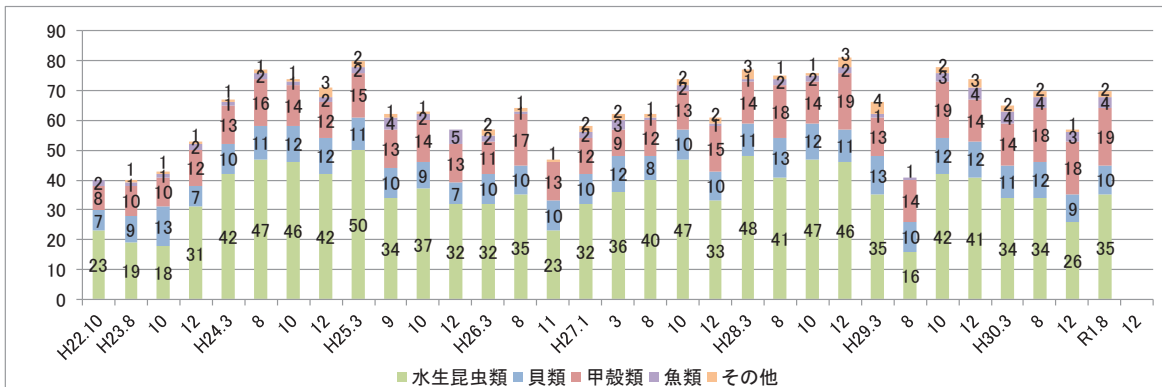
ビオトープの整備間もない平成 22 年度は確認種類数、個体数ともには少なかったが、年数の経過とともに種数が増加し、平成 25 年 3 月調査では 80 種に達した。ビオトープの下流河川は河口部で通常閉塞しているが、台風襲来時や大雨等により河川とつながり往来が可能となった際に回遊性の種が遡上し、ビオトープの水生生物相の主な構成種となっているものと考えられる。その後は比較的安定した種類数を示しているが、平成 26 年 11 月、平成 29 年 8 月調査において確認種類数が顕著に減少している。これらの時期は石垣島が少雨傾向にあり、河川からの水の供給が少なくビオトープ内が渇水している状況であった。特に平成 26 年は大規模な渇水が生じ、周辺河川でも水のない状態が続いていた。確認個体数も顕著に減少しており、ビオトープの水生生物相は少雨により大きな打撃を受けたものと考えられる。以降渇水の解消とともに種類数、個体数ともに増加し、渇水前と同程度に回復した。

今後のビオトープの水生生物相についても、大雨や台風による攪乱が生じることで淡水性種の減少と回遊性種の遡上が起こるほか、数年に 1 度の渇水による全体の減少や水位の安定による淡水性種の増加が繰り返されると考えられる。



注) 令和元年 12 月実施分については同定中

図 4.2.19 水生生物の出現種類数及び個体数の変化



注) 令和元年 12 月実施分については同定中

図 4.2.20 季節別水生生物の分類群別の出現種類数の推移

4.2.6 モニタリング調査(第1ビオトープ)

(1) 調査項目

- 1) 陸域生態系(ハナサキガエル)
- 2) 河川水生生物

(2) 調査時期

- 1) 陸域生態系(ハナサキガエル)

① 移動：平成26年7月14日、平成27年4月27日、平成27年5月20日、平成28年3月1日、平成28年5月23日、平成28年6月17日、平成29年2月2日、平成29年3月8日、平成29年6月6日、平成29年6月19日、平成30年2月15日、

② 移動後のモニタリング：繁殖期に年6回(2月、3月、4月、5月、11月、12月)

- 2) 河川水生生物

移動後の生息状況：年4回(8月、10～11月、12～1月、3月)

(3) 調査方法

- 1) 陸域生態系(ハナサキガエル)

① 移動：第3ビオトープと同様の方法で実施した。

② 移動後のモニタリング：第3ビオトープと同様の方法で実施した。

- 2) 河川水生生物

① 移動

正確な個体数と個体の健康状態を記録し、エアレーションしたバケツに収容して第1ビオトープへ輸送した。現地到着後、個体の健康状態を確認後、現地の環境(水温、水質等)に慣らし、静かに放流した。



ムラクモカノコガイ



コハクカノコガイ



サキシマヌマエビ

② 移動後のモニタリング

年4回(4季)第1ビオトープを訪れ、重要な種を放流したSt.1とその周辺域(水路、流末など)を日中及び夜間に踏査し、生息個体数や位置、遡上個体などを記録すると共に、移動分散状況についても把握した。



河川水生生物調査状況

(4) 調査地点

図 4.2.21 に示す第1 ビオトープ及び周辺河川である。

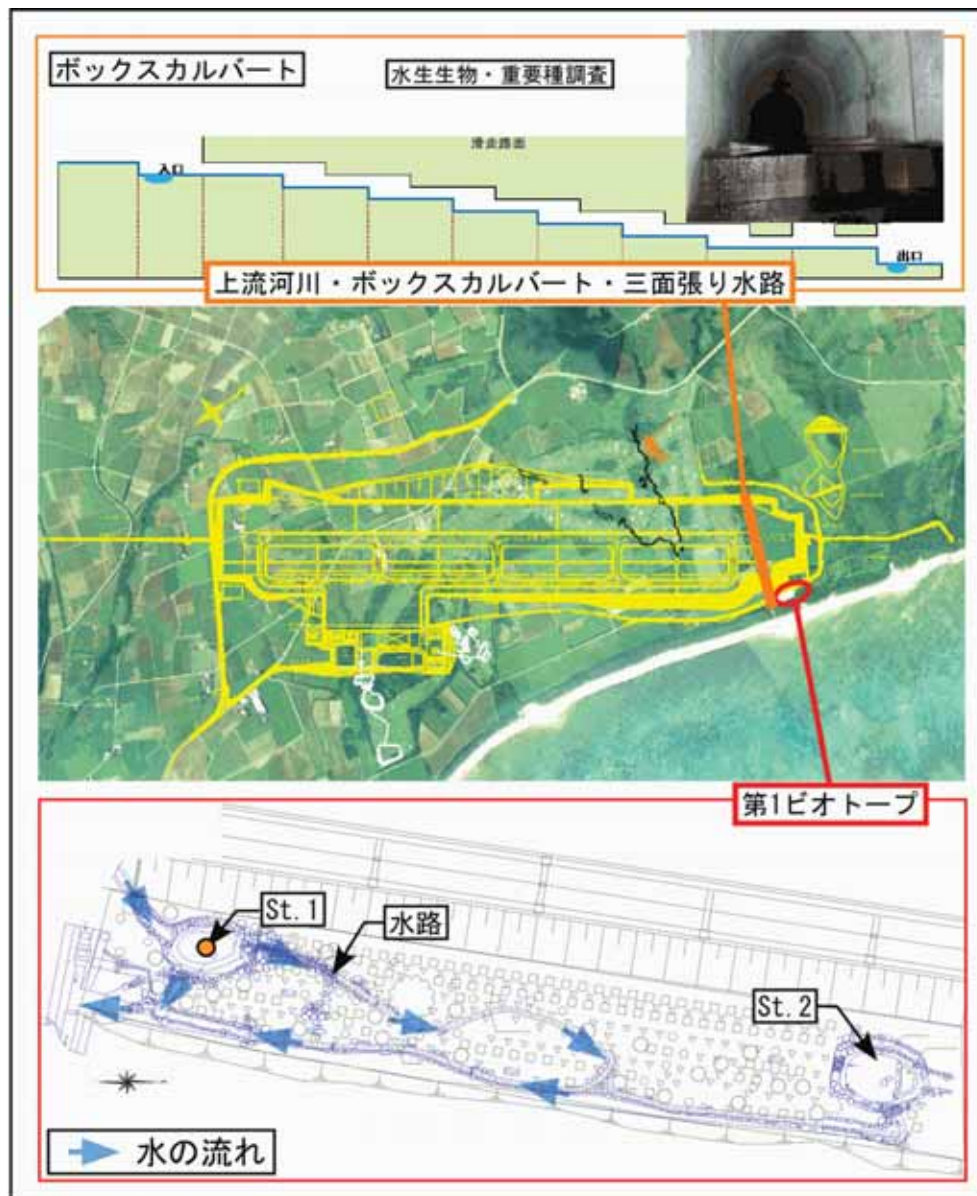


図 4.2.21 ハナサキガエル類、河川水生生物調査地点(第1 ビオトープ)

4.2.7 モニタリング調査結果と効果の検証(第1ビオトープ)

(1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

1) 移動

先行してオオハナサキガエルを移動した第3ビオトープでは、生息環境が整わない状況での放流となり定着に至らなかったことから、第1ビオトープについては、移植した樹木が生長し水路に緑陰が形成された平成26年から移動を開始した。

平成26年から平成30年にかけて延べ11回の移動を実施し、幼生10,063個体、幼体73個体の計10,136個体を移動した(図4.2.22)。

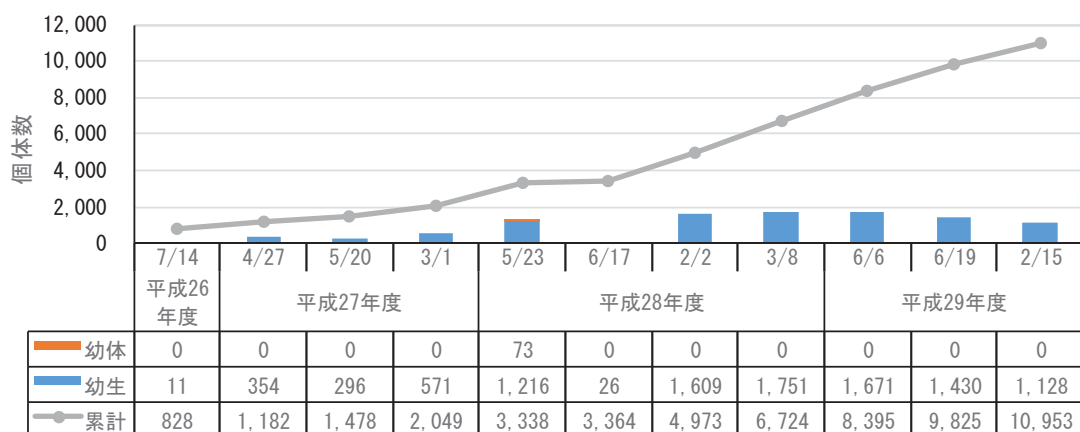


図 4.2.22 ビオトープへの移動状況(第1ビオトープ)



ビオトープへの輸送(平成27年5月)



第3ビオトープへの放流(平成27年5月)



放流された幼生(平成28年3月)



移動開始時の環境(平成28年3月)

2) 移動後のモニタリング

平成 26 年から個体の移動を実施した第 1 ビオトープでは、翌平成 27 年度から移動後のモニタリング調査を実施した。

平成 27 年度は、移動した個体と考えられる幼生が確認されるのみであったが、平成 28 年 11 月にオオハナサキガエルの成体が確認され、ビオトープ内での産卵、幼生が確認され、繁殖場としての利用が確認された。移動の開始時期を考慮すると、移動個体が成長して繁殖したのではなく野生個体によるものと考えられるが、ビオトープがオオハナサキガエルの生息・繁殖場としての機能を有していることを裏付けるものと考えられる。以降調査終了まで安定的に成体が確認され、晩秋から春にかけて繁殖利用が継続的に確認されている。ビオトープ周辺は樹木の成長により緑陰が形成され、水路の周囲は湿潤な環境が形成されている。平成 28 年 5 月には上陸後の幼体 1 個体が確認されており、産卵、孵化、幼生の成長、変態・上陸という繁殖サイクルが、第 1 ビオトープで行われていることが確認された。

これらの状況から、ハナサキガエル類の消失する生息地を代償する環境保全措置として創出した第 1 ビオトープは、水路に水がある状況であれば産卵場、幼生の生育環境としての機能を有しているものと考えられる。

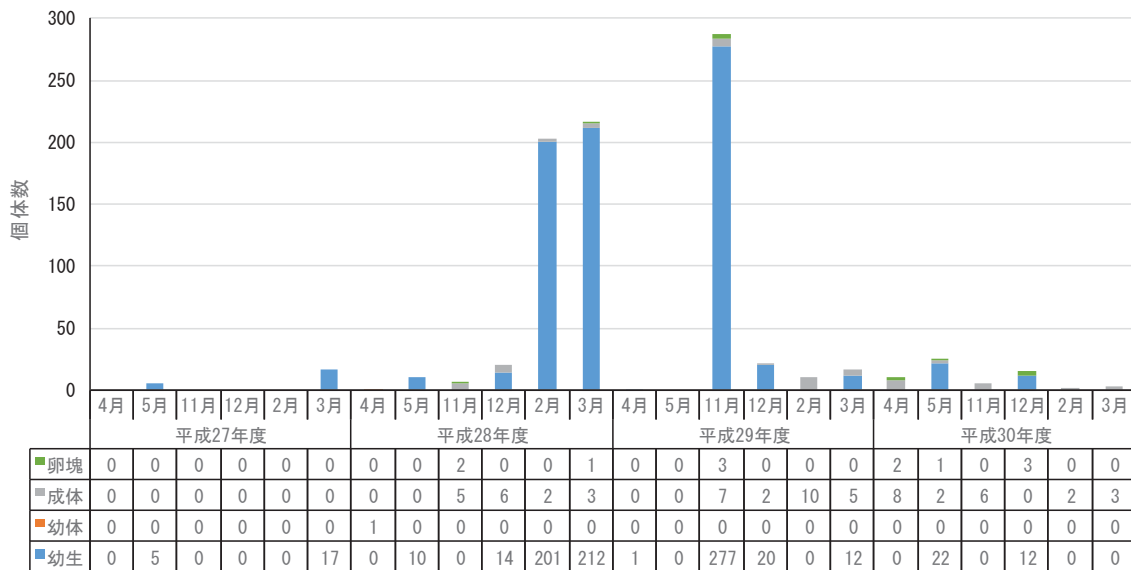


図 4.2.23 生息繁殖状況調査結果(第 1 ビオトープ)



確認された成体(平成 29 年 11 月)



水路に産付けられた卵塊(平成 30 年 5 月)



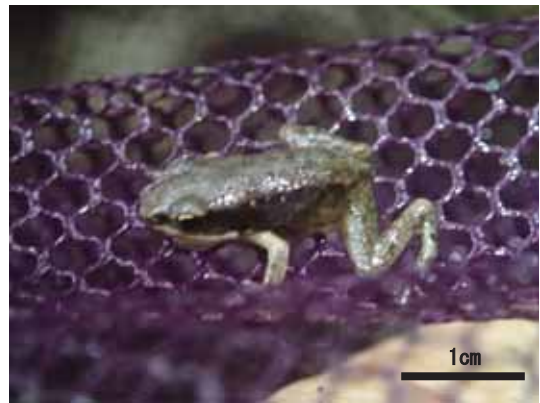
卵塊と孵化した幼生(平成 30 年 12 月)



確認された幼生(平成 29 年 11 月)



成長した幼生(平成 29 年 3 月)



上陸後の幼体(平成 28 年 4 月)

(2) 河川水生生物

1) 移動

室内飼育していた河川水生生物の重要な種について、平成 22 年 11 月及び平成 23 年 7 月の 2 回に分けて第 1 ビオトープへの移動を実施した。

移動個体数は、ムラクモカノコガイ 67 個体、コハクカノコガイ 1,302 個体、サキシマヌマエビ 14 個体である。



移動先の緩衝池 1 の環境



移動状況



ムラクモカノコガイ



コハクカノコガイ

2) 移動後のモニタリング

① ムラクモカノコガイ

移動のモニタリング調査開始時は 30 個体前後の移動個体が確認されていたが、確認数は経時的に減少し、平成 30 年度から令和元年にかけては 3~4 個体(年間を通して 6 個体)が確認された。これら標識個体の記録から、ビオトープへの移動から約 8 年間の生存が確認されたことになる。

確認個体数の減少については、経年的な死亡による減少、個体の移動分散が要因として考えられる。移動個体の確認場所は、移動当初は放流先の St. 1 であったが、1 年後の平成 24 年 8 月には水路や流末部、平成 27 年度にはカルバート内、平成 28 年及び平成 29 年度にはカルバート上流側で確認されるなど、移動分散が生じている様子がわかる。

ムラクモカノコガイについては、移動個体とは別に天然個体(遡上個体)が確認されている。モニタリング調査開始から天然個体は増加し、平成 24 年 8 月に 241 個体とピークを迎え、近年では 70~100 個体程度で安定している。確認場所は第 1 ビオトープ内の St. 1 及び水路を中心とし、流末部やカルバート上流側など広く生息が確認されている。

このように、第 1 ビオトープ周辺において長期間の生存が確認されており、周辺環境への分散、個体の加入等が確認されていることから、代償措置としての生息環境の創出の効果はみられたものと考えられる。



ムラクモカノコガイ標識個体(令和元年 12 月)



生息環境：水路(令和元年 12 月)

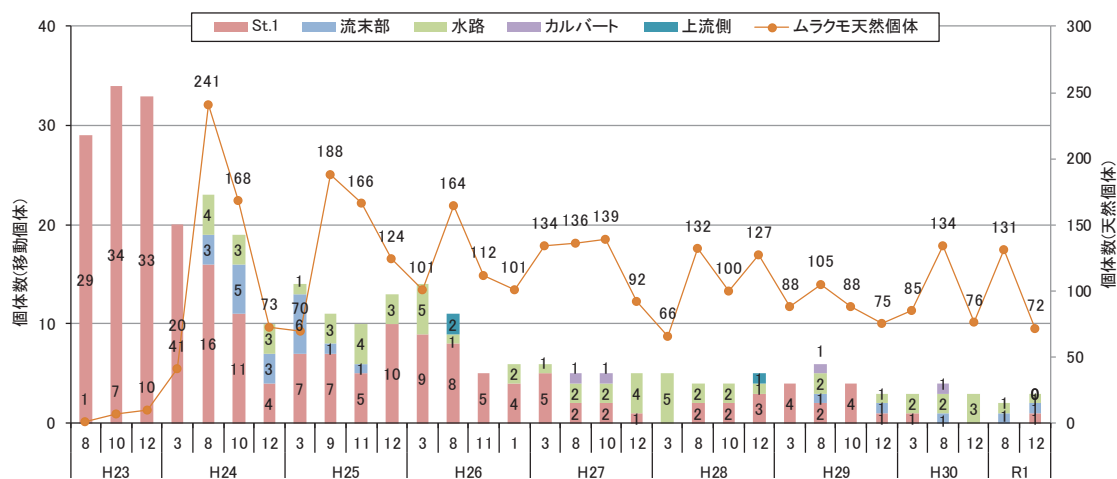


図 4.2.24 ムラクモカノコガイの確認状況

② コハクカノコガイ

コハクカノコガイについては、第1ビオトープへ1,302個体を移動している。移動後のモニタリングでは、移動直後から30個体前後と確認個体数が少なく、その後も低調な確認状況であった。確認個体数が低調に推移している要因として、移動後の初期分散、本種の体サイズ(成貝で4mm程度)が小さく岩の窪み等に隠れる生態により見つけづらいことなどが考えられる。調査最終年度となった令和元年は確認個体数が34~38個体であり、移動後直後の水準に戻っている。本種については寿命が10年以上となることが知られており、移動後のモニタリングで確認された個体は移動個体であった可能性がある。また、平成27年3月には殻長3mm程度の2個体が確認され、移動個体はいずれも5mm程度であったことから、自然下で遡上し加入した個体であると考えられる。

確認個体数については一時の減少から増加傾向がみられるが、確認箇所は第1ビオトープの緩衝池(St.1)の中央や周囲に配置されている岩にほぼ限定されている。緩衝池内には場外排水路を通じて流入した土砂や泥等が堆積し、経年的にシルト・粘土分の割合が増加していた。コハクカノコガイについては十分な生態等が解明されていないものの、これらの底質の変化が本種の生息に悪影響を及ぼすおそれがあることから、堆積した泥の除去などビオトープの管理等が事業者により行われた。



コハクカノコガイ小型個体(平成27年3月)



生息環境：緩衝池1(令和元年12月)

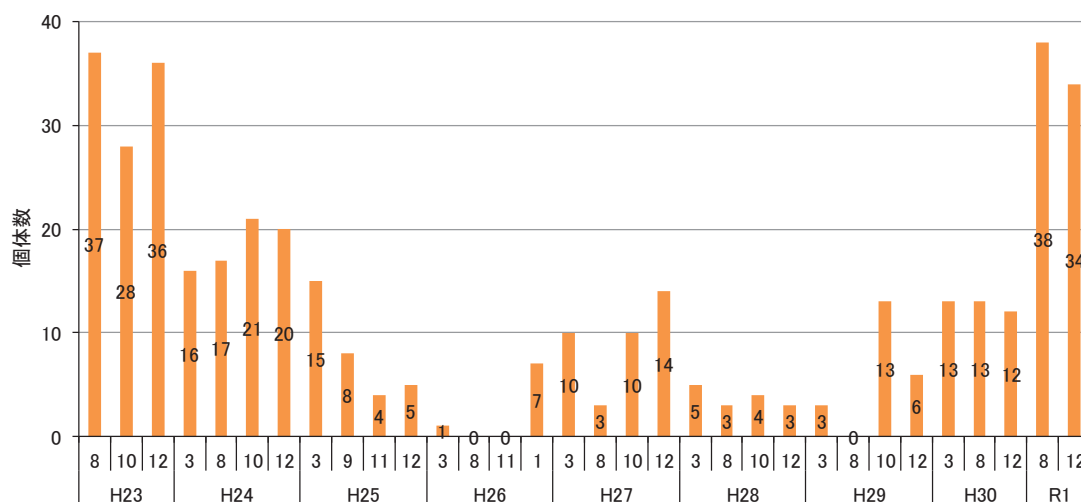


図 4.2.25 コハクカノコガイの移動後の確認状況

③ サキシマヌマエビ

サキシマヌマエビについては、平成 23 年 7 月の 14 個体の移動後は散発的に確認されている。確認場所は主にカルバート内及びその上流側であったが、平成 29 年以降カルバート内での確認が増加し、令和元年 12 月には第 1 ビオトープ内の水路において平成 24 年以來 7 年ぶりに生息が確認された。

本種の寿命は 2~3 年間とされており (Soomro & Suzuki, 2008)、確認個体の多くは海から河口を通じて遡上し第 1 ビオトープ及び河川に進入してきたものと考えられる。本種は遡上性が強く、場外排水路を通じて上流河川まで生息が確認されていることから、新石垣空港の建設、ボックスカルバートの整備による生息場所の分断等は生じていないことが確認された。

これらのことから、サキシマヌマエビについて消失する生息地の代替として整備したビオトープの効果はある程度みられたものと考えられる。



サキシマヌマエビ(令和元年 12 月)



生息環境：水路(令和元年 12 月)

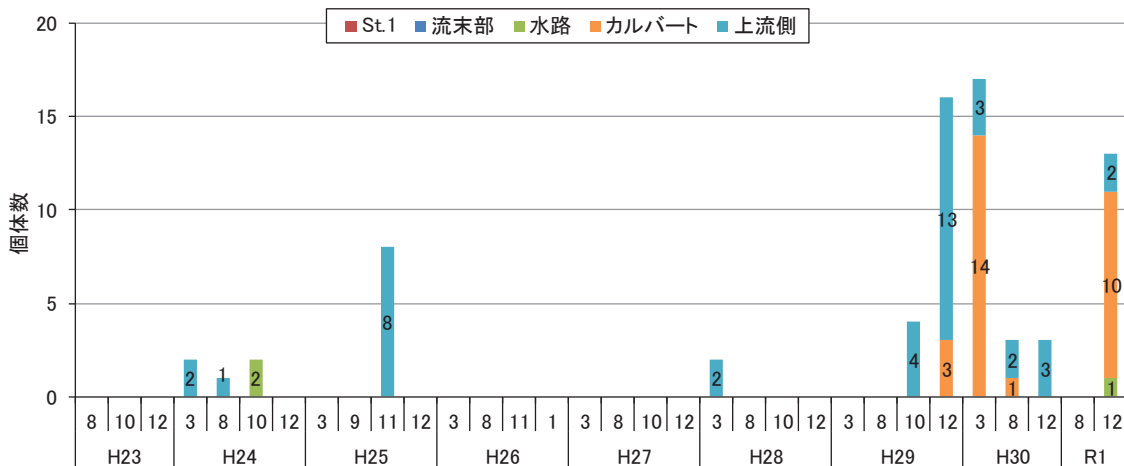


図 4. 2. 26 サキシマヌマエビの移動後の確認状況

出典：Soomro & Suzuki, 2008. Population ecology of two Atyid shrimps *Caridina sakishimensis* And *C. typus* (H. Milne Edwards, 1837), in six springs of Kikai-jima Island Japan. 第 46 回日本甲殻類学会大会講演要旨

4.2.8 総合評価

(1) 陸域生態系(ハナサキガエル類)

ハナサキガエル類については、環境影響評価書等に記載された環境保全措置として平成 21 年度に第 1 ビオトープを創出した。オオハナサキガエルは石垣島全域に生息しているものの、事業実施区域及び周辺における生息地がゴルフ場内の水路のみと限定的であり、近隣の個体群から隔離的に生息している可能性があったことから、当該個体群の存続を目的に環境保全措置を講じたものである。新石垣空港の整備により改変をうけるゴルフ場内の水路に生息していたオオハナサキガエルを捕獲し、飼育・繁殖させた上で、平成 26 年度から幼生及び幼体をビオトープへ移動してきた。環境影響は、創出したビオトープにおいて、移動後も安定的に生息・繁殖の場として利用されていけるかどうかで評価する。

第 1 ビオトープでは、経年的な植栽樹の生長によりビオトープに緑陰が形成されて湿潤な環境となり、オオハナサキガエルの幼生及び幼体で延べ 10,136 匹を移動した。移動後の生息・繁殖モニタリングでは、幼体については成長に伴う分散により確認が困難であるため 1 個体のみの確認であったが、幼生についてはビオトープ内の水路における成長が確認された。平成 28 年度にはビオトープの水路でオオハナサキガエルによる産卵が確認され、野生個体による繁殖と考えられるものの、整備したビオトープがオオハナサキガエルの生息・繁殖の場としての機能を有していることが確認された。以降、調査を継続した平成 30 年度までオオハナサキガエルの繁殖が確認されており、今後も安定的に生息・繁殖の場として利用されていくものと考えられることから、消失する生息地の代償措置として創出したビオトープの効果はみられたものと考えられる。

第 3 ビオトープは、事業実施に伴いハナサキガエル類の繁殖地が消失する際、環境保全措置としての第 1 ビオトープの整備が遅れていたことから、旧ゴルフ場の地下水汲み上げポンプを利用して緊急的にオオハナサキガエルの移動場所として整備され場所であり、平成 20 年度から平成 24 年度にかけて、幼生及び幼体の延べ 6,075 個体を移動した。

第 3 ビオトープにおいてモニタリング調査を開始した平成 22 年度から平成 25 年度まで少数ながら成体が確認されていたが、平成 26 年 2 月以降個体の確認はない。緊急的に整備された第 3 ビオトープでは、生息環境が十分に整わない状況での移動をやむなくされたことから、移動初期の減少が大きく生残する個体が少なかったものと考えられる。最大で 4 個体の成体が確認され、鳴き声の確認はビオトープを繁殖場として認識していたことを示唆しているが、繁殖には至らず定着できなかったものと考えられる。第 3 ビオトープでは生息環境の不備により個体が定着できなかったことから、第 1 ビオトープでは植栽樹木の生長と緑陰形成を待つて移動を実施したことから、オオハナサキガエルの繁殖が確認されるなど良好な生育環境となっている。

(2) 河川水生生物

環境影響評価書においては、工事の実施に伴い、改変区域内の生息個体が消失することにより事業実施区域周辺の個体群が存続できないおそれがあると予測された種については、環境保全措置として生息環境を創出することにより生息地の消失を代償し、そこへ移動を行うことにより個体群の存続が図られ、損なわれる環境の有する価値は代償されるものと判断されるとしている。したがって、河川水生生物の環境影響については、改変区域から創出した環境(ビオトープ)への移動を図った種が、創出環境で継続的に生息が確認されるかどうかを検討し、評価する。

ムラクモカノコガイについて、移動数 67 個体に対し、調査終了時の平成 30 年度は 6 個体の生存が確認された。経年的に移動個体の確認数は減少したものの、水質等の生息環境への不適合による死亡等は確認されず、自然状況での死亡や移動分散が要因と考えられる。また、移動個体とは別に天然個体が安定的に確認され、遡上個体の加入(世代交代)も確認されており、水系としての個体群は維持されているものと考えられる。

コハクカノコガイについて、移動数 1,302 個体に対し、調査終了時の令和元年度は 34～38 個体の確認となった。コハクカノコガイについては移動直後の減少が大きく、移動数に対するモニタリング時の確認数が少なかったが、本種の移動分散が高いこと、体サイズが小さく、岩の窪み等に隠れる生態により見つけづらいことなどが要因と考えられる。モニタリング開始時の 30 個体程度から徐々に減少し、10 個体前後の確認状況が継続していたが、緩衝池内に流入した土砂や泥等の除去、大規模な渇水時の緊急的な給水措置といった事業者努力により、調査最終年度はモニタリング開始時と同程度まで生息状況が回復している。平成 27 年度には遡上個体と考えられる小型の個体が確認されており、水系としての個体群は維持されているものと考えられる。

サキシマヌマエビについて、移動数 14 個体に対し、調査終了時の平成 30 年度は 3～4 個体の確認となった。移動個体が 14 個体と少ないこと、遡上性が強くビオトープを超えて上流側まで移動してしまうこと、本種の寿命は 2～3 年間とされていることなどから、継続的な確認が困難であるが、調査終了時でも移動数と同程度の確認状況であったこと、抱卵雌が確認され繁殖活動が行われていること、ボックスカルバート内及びその上流側でも確認され生息環境の分断等は生じていないことなどから、水系としての個体群は維持されているものと考えられる。

ビオトープへの移動を図った水生生物の重要な種 3 種について、移動後も継続的に生息が確認され、加入個体が確認されるなど水系としての個体群の維持が確認されていることから、消失する生息地の代償措置として創出したビオトープの効果はみられたものと考えられる。

石垣島では、周辺環境や農地等への土地利用の変化により個体群を維持できる場所が消失・減少しつつあることから、これらの重要な種を含めた河川水生生物の生息場所を創出したことにより、周辺の生息場所と相互に交流することが可能となったという点も重要と考える。