

【平成 28 年(2～4 月)】

平成 28 年の繁殖初期(2 月)から繁殖期(4 月)の調査で確認されたカンムリワシの繁殖に係る行動と、工事前の過年度調査(平成 13～15 年)で確認された、カタフタ山で営巣するつがいの行動圏及びコアエリアを図 3.2.12 に示した。

平成 28 年調査では、繁殖初期及びつがい形成期の調査日の天候不順や低気温により繁殖行動は低調であったが、雌雄が行動を共にする様子から事業実施区域周辺で 6 つがいの生息が確認された。このうちタキ山東側のつがい及び水岳のつがいで営巣が推定されたが、巣外育雛期調査では幼鳥の確認はなく繁殖の成否は不明であった。

環境影響評価書で記載したカタフタ山のつがいのコアエリアに着目すると、平成 28 年調査における繁殖行動の確認地点は、評価書時のつがいのコアエリアとは相違がみられるものの、カタフタ山周辺は 2～3 つがいにより繁殖場所として利用されており、事業実施区域周辺がカンムリワシの繁殖場として継続的に利用されているものとする。

【平成 29 年(2～3 月)】

平成 29 年の繁殖初期(2 月)及びつがい形成期(3 月)の調査で確認されたつがいの繁殖行動と、工事前の過年度調査(平成 13～15 年)で確認された、カタフタ山で営巣するつがいの行動圏及びコアエリアと重ねた図を図 3.2.13 に示した。

平成 29 年調査では、つがい形成期調査においてディスプレイやなわばり飛翔が頻りに観察され、事業実施区域周辺で 6 つがいの生息が確認された。このうちタキ山東側のつがいやカラ岳のつがいでは交尾行動や求愛給餌が確認され、繁殖活動は良好に推移しているものと考えられる。

環境影響評価書で記載したカタフタ山のつがいのコアエリアに着目すると、平成 29 年調査における繁殖行動の確認地点は、評価書時のつがいのコアエリアとは相違がみられるものの、カタフタ山周辺は 2～3 つがいにより繁殖場所として利用され、求愛飛翔等の繁殖行動も集中しており、事業実施区域周辺がカンムリワシの繁殖場として継続的に利用されているものとする。

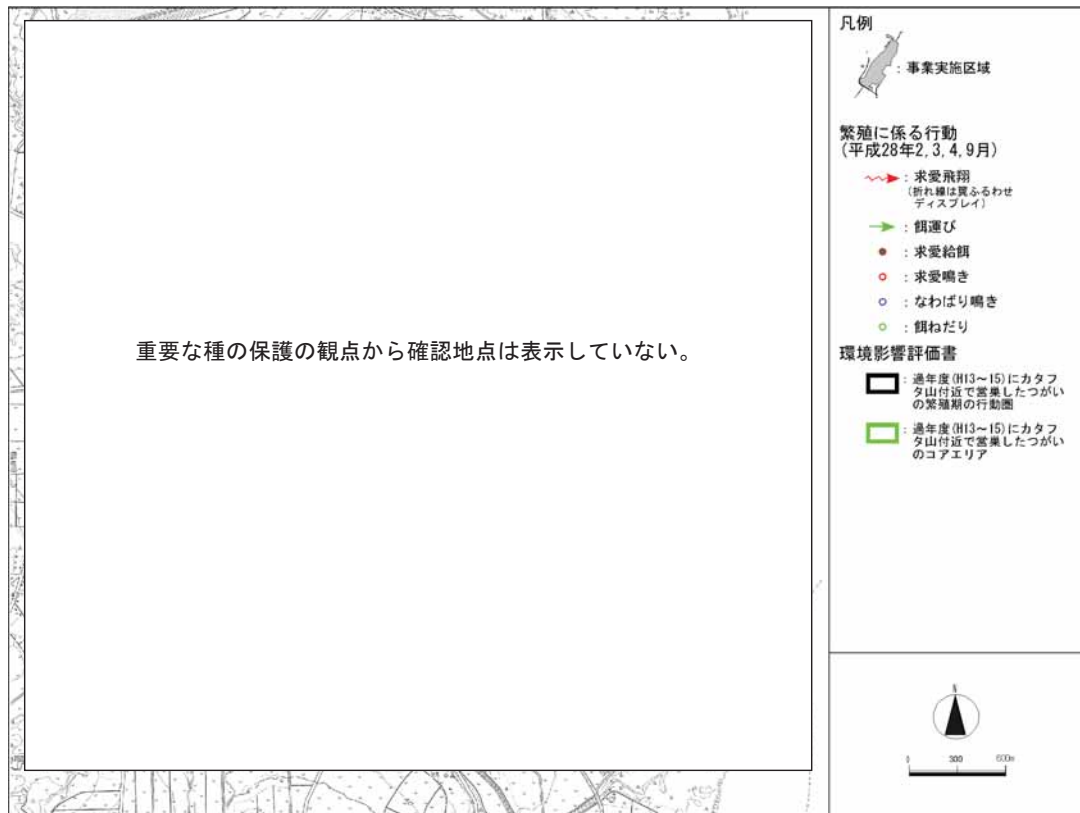


図 3.2.12 カムリワシの確認されたつがいの繁殖行動【平成28年(2~4, 9月)】

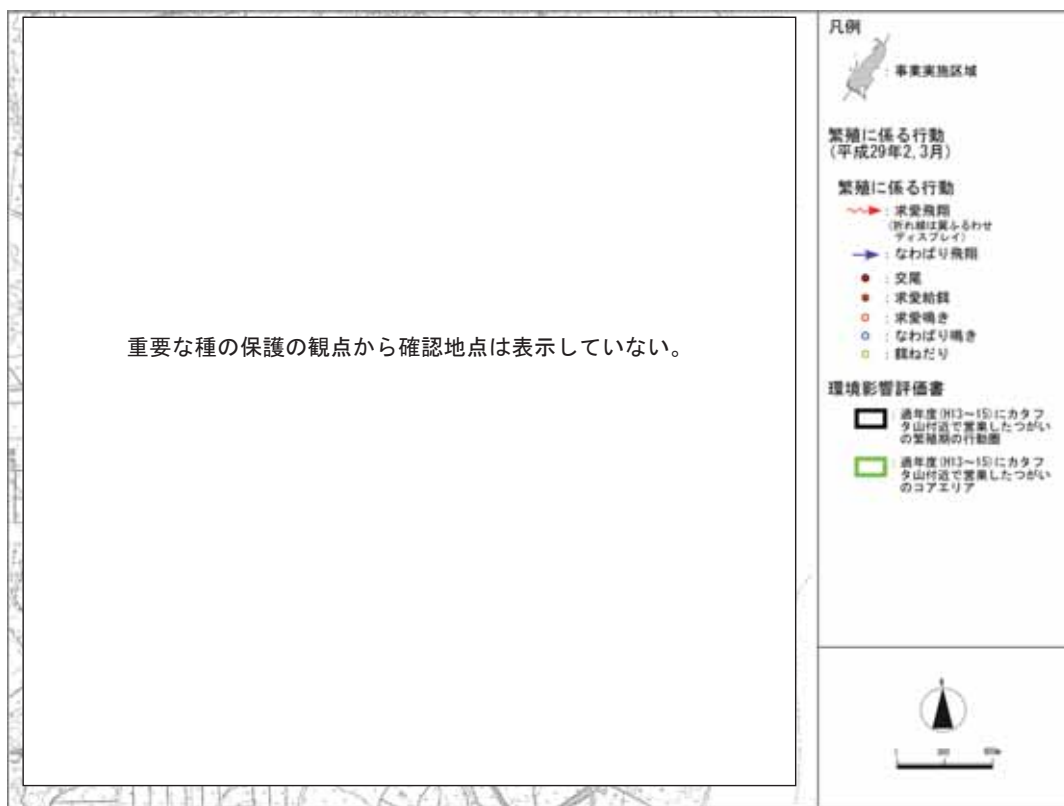


図 3.2.13 カムリワシの繁殖行動比較【平成 29 年(2～3 月)】

2) 轟川のつがいの生息状況及び航空機との衝突の可能性について

平成 28 年度調査において確認された轟川のつがいの行動を図 3.2.14 に示した。

轟川のつがいは、平成 25 年のつがいの定着以来、行動範囲が新石垣空港の航空機の飛行経路と重複していることから、航空機との衝突や航空機騒音の影響が懸念され生息状況を注視している。

平成 28 年度の調査においても、過年度調査と同様に新石垣空港進入灯近傍の段丘林を中心に、周辺の水田や牧草地を採餌場として利用していた。平成 29 年 3 月調査では、ディスプレイやなわばり飛翔が頻繁に確認され、他個体を追跡しかなり北側まで利用している様子が確認されたことから、空港管理の関係機関への情報提供を行った。

調査時に航空機が上空を通過したが、カムムリワシの機影や飛行時の音に対する反応はみとめられず、航空機の飛行に伴う騒音等の影響は小さいと考えられる。

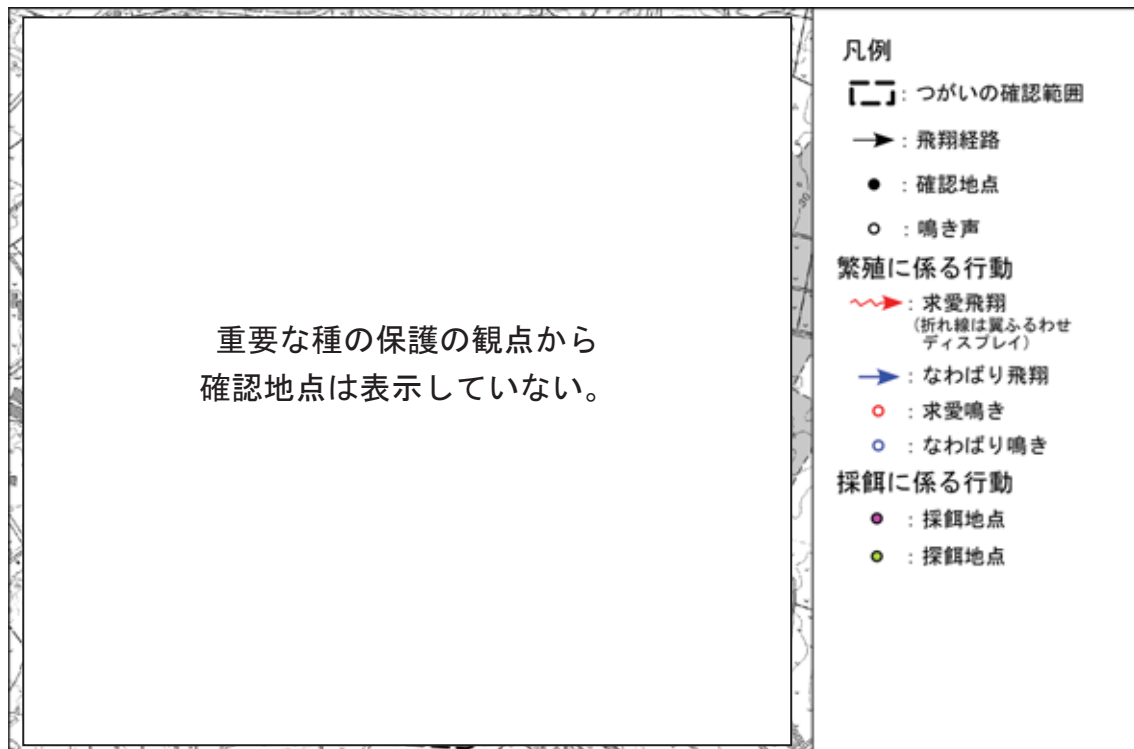


図 3.2.14 轟川のつがいの行動範囲(平成 28 年 4 月、9 月、平成 29 年 2～3 月)

(2) リュウキュウトツミの繁殖行動

平成 28 年度調査におけるリュウキュウトツミの繁殖に係る行動の確認地点と、工事前の平成 18 年度調査、工事中の調査(平成 19～24 年度)、供用時の調査(平成 25～27 年度)での確認状況を図 3.2.15 に示した。

平成 28 年度調査では、同一つがいによる可能性も残るもののタキ山東とキツヌングスクの 2 箇所において営巣が確認され、供用 4 年次においても継続的に繁殖場として利用されていることが確認された。

これまでのモニタリング調査において、タキ山、タキ山東、キツヌングスクの 3 箇所のいずれかで営巣の確認やつがいの繁殖場としての利用が確認され、事業実施区域周辺が継続的に繁殖場として利用されているが、繁殖状況は安定していない。これらの繁殖地は新石垣空港から約 1km 離れていることから、騒音等による影響はないものと考えられ、繁殖状況が不安定な要因として、台風などの自然災害、周辺に多数生息する外敵オサハシブトガラスの存在などの影響が考えられる。



リュウキュウトツミの巣(タキ山東)
(撮影：平成 28 年 5 月)



キツヌングスクの営巣状況(矢印は尾羽)
(撮影：平成 28 年 6 月)

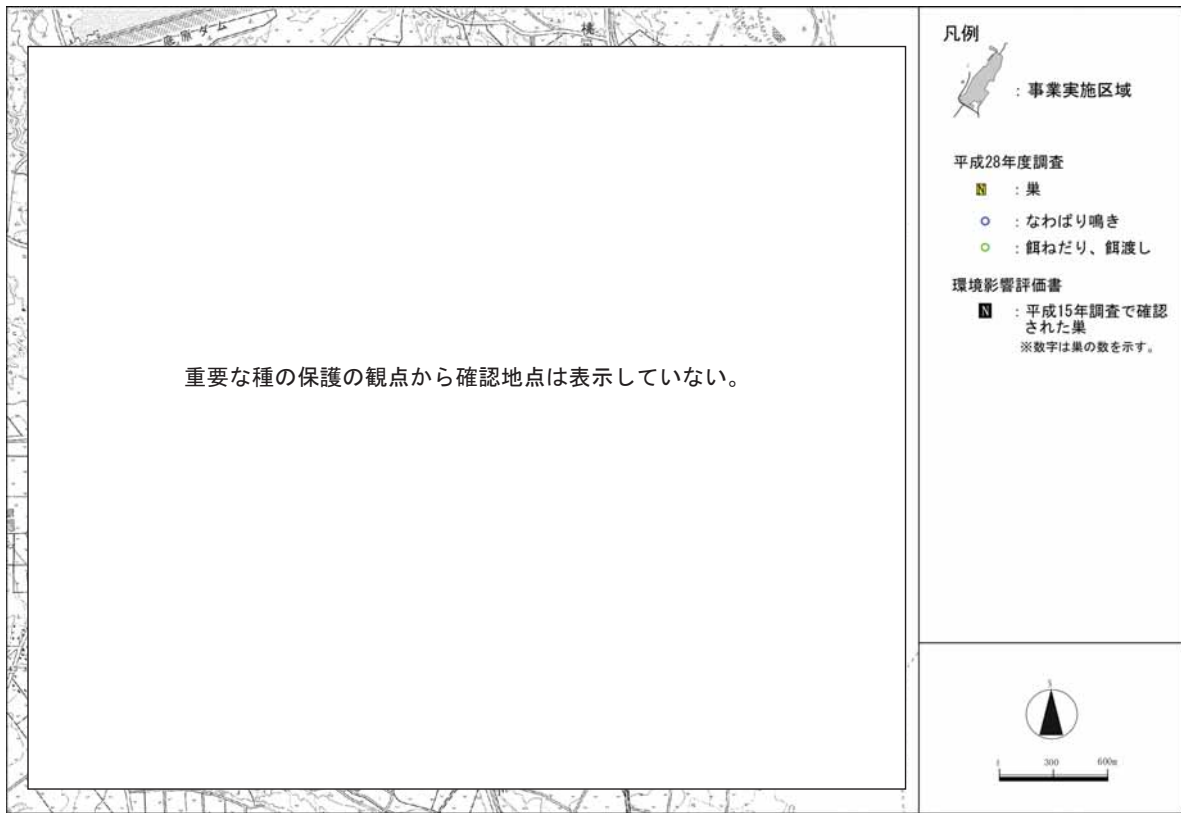


図 3.2.15 リュウキュウツミの繁殖行動

(3) ズグロミゾゴイの繁殖行動

ズグロミゾゴイの営巣数の経年変化を表 3.2.1 に、平成 18～28 年度の事後調査及び工事前の平成 15 年度調査における繁殖行動の確認地点を図 3.2.16 に示した。

営巣数は、工事前の平成 15 年度調査で 7 巣、工事中の営巣数は 2～8 巣、供用時の営巣数は 3～8 巣であった。平成 27 年度は 3 巣と少なくなっているが、これは繁殖期の 5 月調査前に襲来した台風による影響と考えられる。このように繁殖状況については変動が大きい、工事中及び供用時で同様の変動幅を示しており自然変動と考えられる。また、巣の確認地点に注目すると、営巣の確認された樹林は継続的に利用される傾向にあり、同一のつがいにより利用されているものと考えられ、事業実施区域周辺は継続的に繁殖場として利用されている。

表 3.2.1 ズグロミゾゴイの営巣状況

営巣状況	工事前		工事中						供用時			
	H15	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
営巣数	2	—	2	5	2	5	1	3	3	7	3	7
営巣跡	5	—	0	0	3	0	4	5	5	0	0	0
計	7	—	2	5	5	5	5	8	8	7	3	7

注1) 平成18年度は林内の営巣調査を実施していない。

注2) 平成22年度～平成25年度は、他項目調査での巣の確認も含め集計した。

注3) 平成26年度以降は、繁殖期の調査回数を1回から2回に増加し実施した。



抱卵状況(撮影日:平成 28 年 6 月)



巣内育雛状況(撮影日:平成 25 年 6 月)

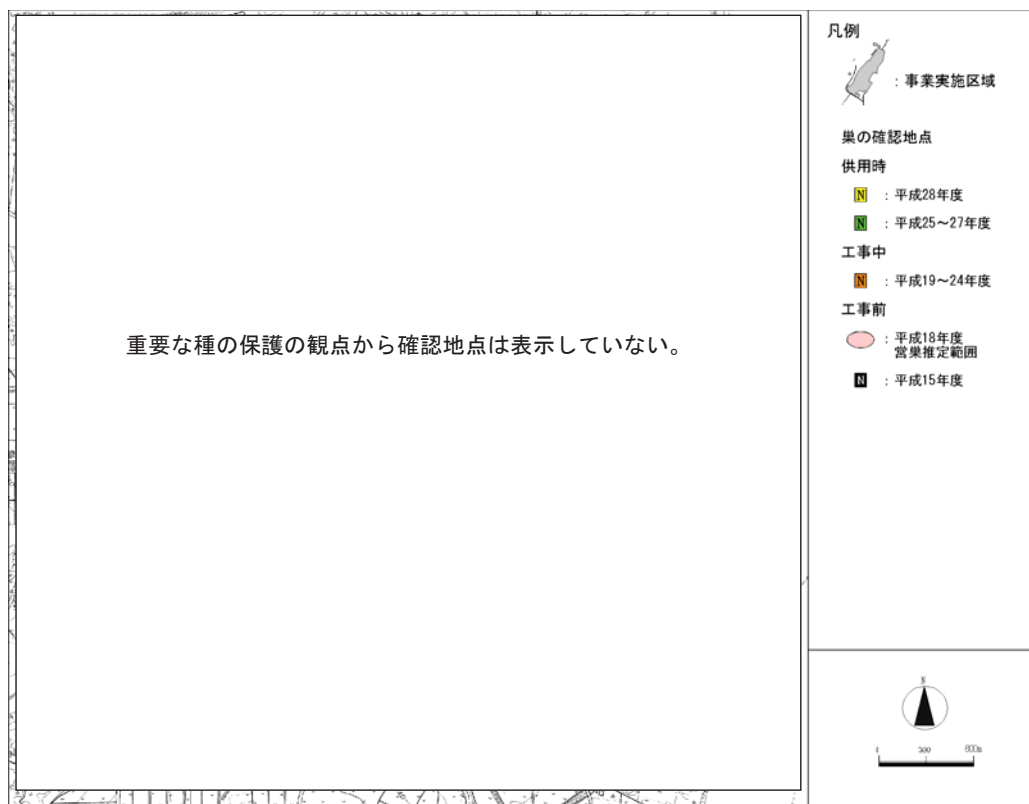


図 3.2.16 ズグロミゾゴイの繁殖行動比較

3.2.3 総合評価

(1) カンムリワシ

カンムリワシは工事前の過年度調査時(平成13年～15年)においては、事業実施区域から約1km離れたカタフタ山に1つがいの営巣中心域を持ち、その周辺が主要な餌場となっていた。平成18年から事後調査モニタリングとして調査を開始して、平成20年までは環境影響評価時と同様に、1つがいとして判別していたが、高性能なデジタルカメラや安価な望遠レンズの普及、調査員の同定能力の向上に伴って個体識別ができるようになり、平成21年の調査からは5～7つがいが確認されている。したがって、工事前の過年度調査時に行動圏として確認されていた水岳、カタフタ山、タキ山、カラ岳にそれぞれつがいが生息していたと想定され、事後調査結果においても大きな変化は認められないと思われる。

さらに空港南側の轟川では、平成21年に巣立った幼鳥が平成22年2月に確認され、平成24年からはつがいを形成し繁殖に参加している。繁殖の成功までは確認できなかったが、轟川の樹林は川沿いの斜面に帯状に広がるため面積が狭く、航空機の飛行経路となっているため騒音も大きい、そのような場所でも繁殖地として利用することがわかった。

したがって、事業の実施に伴う工事中及び供用後のカンムリワシへの環境影響は小さいと考えられる。

平成23年9月～平成24年2月にかけてカタフタ山、タキ山東、水岳では航空障害灯の建設工事が行われた。環境保全措置として評価書ではカンムリワシの繁殖期を避けて実施すること、人力作業で実施することとなっていたが、人力作業だとカンムリワシの非繁殖期には工事が終了できないことから、資材運搬用のモノレールの使用を検討し、専門家のヒアリングを経て工事を実施した。モノレール建設のルート選定には、事前に重要な植物の有無、カンムリワシやリュウキュウツミの営巣可能な大木の有無を確認して、これらを避けて建設するといった環境保全措置を実施した。また、走行車両によるカンムリワシのロードキルを防止するため、カタフタ山南側の県道に注意看板を設置した。

上記のような環境保全措置を実施したため、過年度調査時と同様に工事中及び供用後も引き続き繁殖が行われたものと考えられる。



資材運搬用モノレール



ロードキル注意看板

(2) リュウキュウツミ

リュウキュウツミは工事前の過年度調査時(平成13年～15年)においては、事業実施区域周辺のタキ山、タキ山東、キツヌングスクでそれぞれ営巣跡が確認されていた。工事中から供用後のモニタリング調査においても、タキ山では毎年継続的に繁殖が確認され、タキ山東とキツヌングスクは交互に繁殖が確認されていることから、個体識別はできていないものの、タキ山、タキ山東、キツヌングスクの3か所で2つがい継続的に繁殖しているものと考えられる。

工事前の過年度調査と比較して事後調査結果においても大きな変化は認められないことから、事業の実施に伴う工事中及び供用後のリュウキュウツミへの環境影響は小さいと考えられる。

また、カムリワシと同様に、航空障害灯建設地の1つであるタキ山東はリュウキュウツミの繁殖地になっているため、繁殖への影響が懸念されたが、繁殖期には工事を行わない、騒音のほとんど出ない運搬用モノレールの使用、モノレールルート選定の際の営巣可能木伐採の回避などの環境保全措置を実施することによって影響を低減することができたと考えられる。

さらに、タキ山は沖縄県の造林事業地であり、平成25年から平成26年にかけて間伐作業が実施された。空港整備事業ではないその他の事業により保全対象種であるリュウキュウツミの生息や繁殖に影響を及ぼすおそれのあったことから、事業主体である沖縄県農林水産整備課と八重山森林組合に対して、リュウキュウツミの生息・繁殖状況や繁殖期を避けた作業の実施、木材の搬出ルートの変更などの保全対策について情報提供を行った。

このように事業の実施に伴う環境影響を長期的にモニタリングしていく場合は、その他の事業等の影響要因も総合的に考慮して進めていく必要がある。

(3) ズグロミゾゴイ

ズグロミゾゴイは工事前の過年度調査時(平成 13 年～15 年)においては、事業実施区域がゴルフ場であったため、ゴルフ場の残地林を主な生息地とし、人がいない早朝などに芝地へ出てきて採餌している姿がよく確認されていたが、事業の進捗に伴いゴルフ場は閉鎖され、芝地からススキなどの高茎植物へと遷移したため、開けた場所での採餌環境がなくなり、林内で採餌することになった。しかし、残地林内では工事前の過年度調査時の 7 巣に対して、工事中の平成 23 年度までは 2～5 巣と少なかったが、造成工事がほぼ終了し、周辺環境が落ち着いてきた平成 24 年度から供用後の平成 26 年度にかけてと平成 28 年度は 7～8 巣と工事前と同程度までとなっており、繁殖期に台風の襲来によって 3 巣しか確認されなかった平成 27 年度を除き、事業実施区域周辺は継続的に繁殖場として利用されているものと考えられる。

工事前の過年度調査と比較して事後調査結果においても大きな変化は認められないことから、事業の実施に伴う工事中及び供用後のズグロミゾゴイへの環境影響は小さいと考えられる。

ズグロミゾゴイに対する環境保全措置としては、飛行場周辺にグリーンベルトを造成したことによって、空港建設に伴いズグロミゾゴイの営巣地である樹林の面積が縮小されてしまったが、今後はグリーンベルトの植栽樹木が生長することによって繁殖できる環境が広がっていくと考えられる。

3.3 陸域生態系（小型コウモリ類）

3.3.1 モニタリング調査

(1) 調査項目

- 1) 生息状況及び利用状況調査（A～E洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）
- 2) 洞内環境調査（温度・湿度）

(2) 調査時期

- 1) 出産哺育期（5～7月）、冬期の休眠時期（1月）
- 2) 連続観測または入洞時

(3) 調査方法

- 1) 生息状況及び利用状況調査（A～E洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟）

洞窟内で懸下している小型コウモリ類に赤色光スポットライトを照射し、目視により種ごと（出産・哺育期には成獣、幼獣）の個体数を計数した（目視法）。

なお、ビデオ撮影が可能な洞窟の出入り口では、ビデオ装置を使用し、出洞個体数を計数した（ビデオ撮影法：図 3.3.1）。



図 3.3.1 ビデオ撮影法

- 2) 洞内環境調査（温度・湿度）

洞内に温度計を設置し、基本的に連続観測を行った。また、湿度については入洞時に測定した。

(4) 調査地点

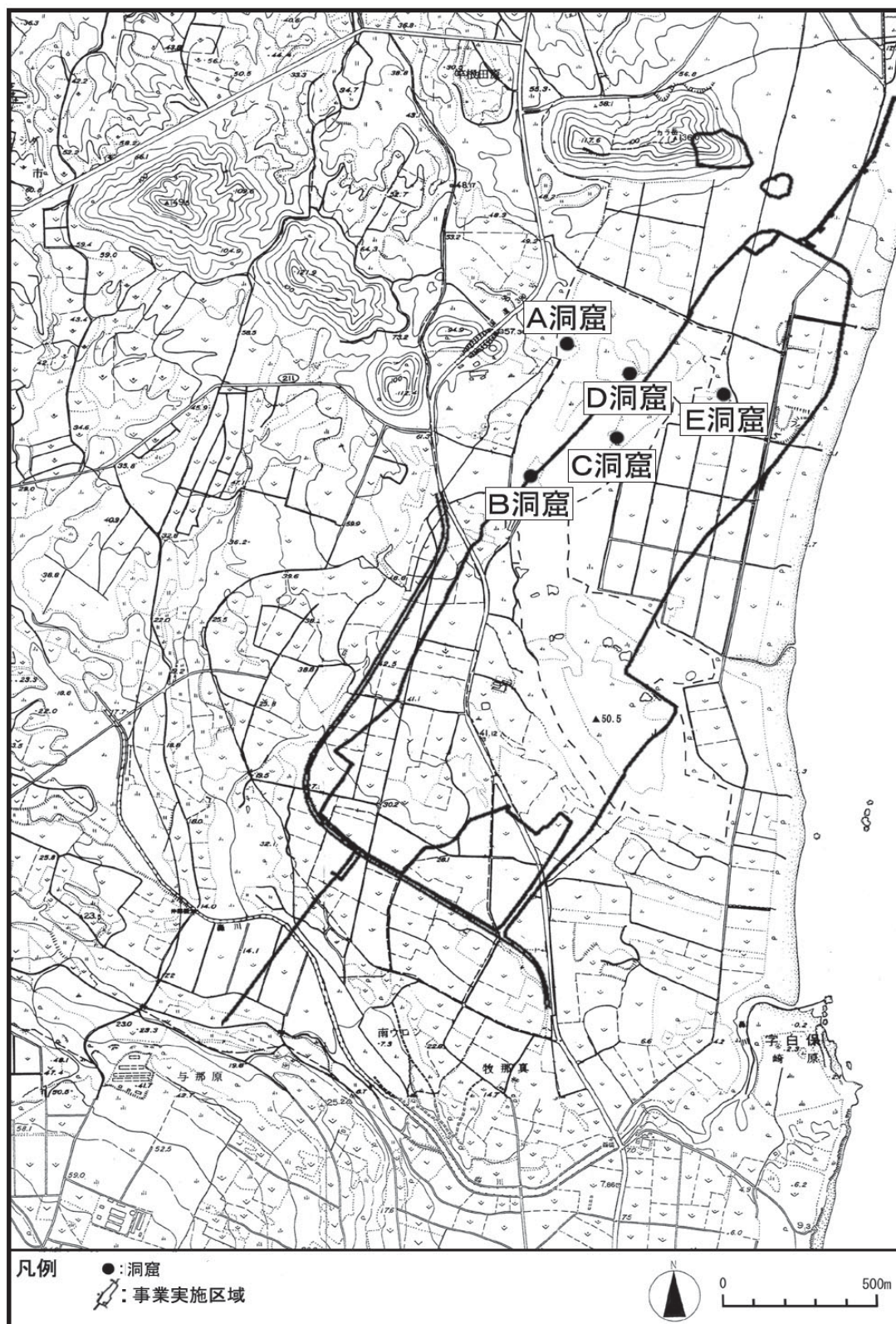
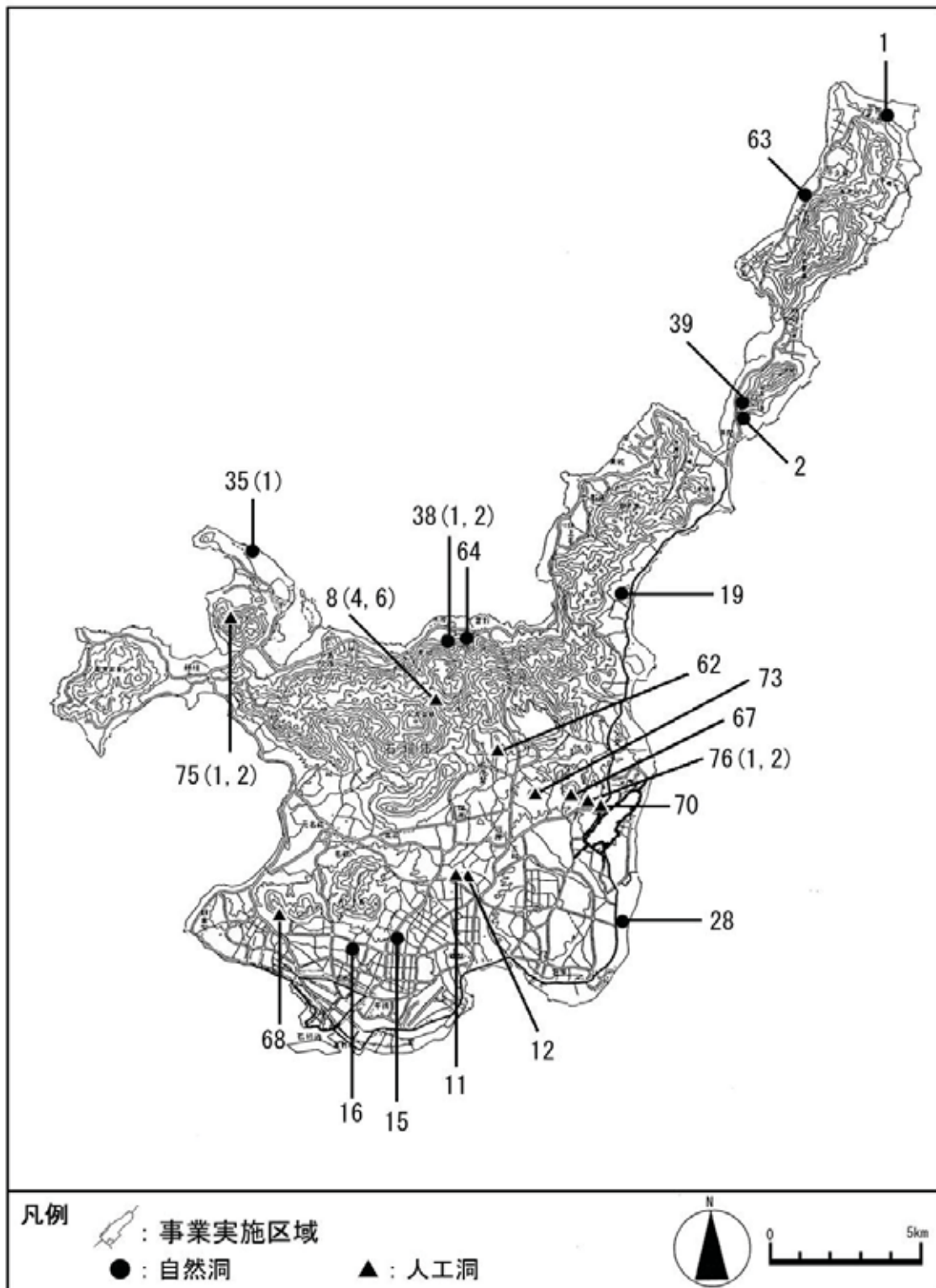


図 3.3.2 調査地点 (A~E洞窟)



注). 図中の数値は洞窟番号。() の数値は同じ場所に複数の洞窟がある場合の洞窟番号。

図 3.3.3 調査地点 (石垣島島内の主な利用洞窟)

3.3.2 モニタリング調査結果（生息状況及び利用状況）

(1) ヤエヤマコキクガシラコウモリ

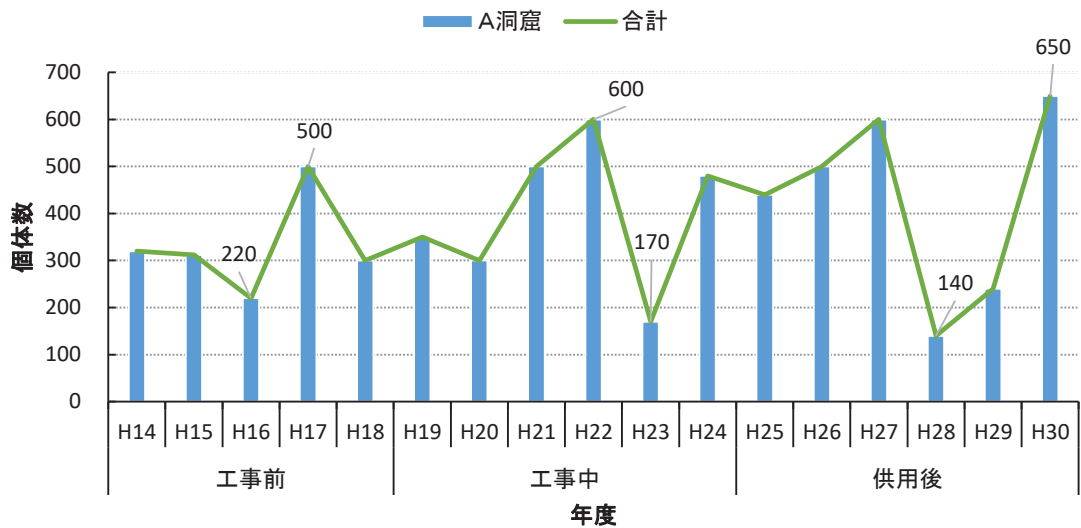
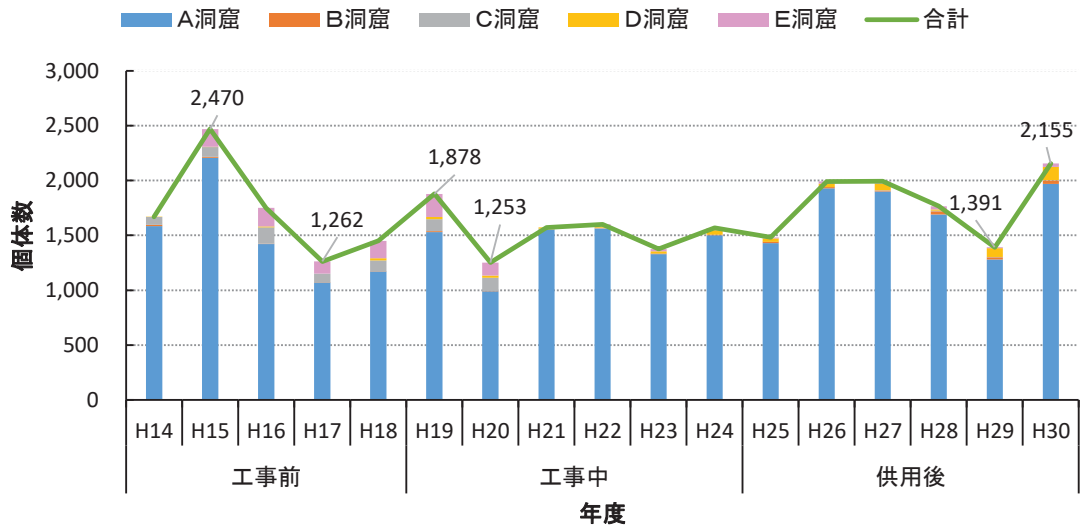
1) 出産・哺育期

① A～E洞窟

5洞窟の総個体数は、工事中で1,253～1,878個体、供用後で1,391～2,155個体が確認され、工事前の1,262～2,470個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内であった。また、幼獣の個体数は、工事中で170～600個体、供用後で140～650個体を確認され、工事前の220～500個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。平成23年度、平成28年度及び平成29年度に確認個体数が少なかったのは、分娩の時期が遅れたためと考えられる。

平成21年度以降にC及びE洞窟において個体数が減少したのは、保全対策工の工事のため、周辺洞窟へ移動したと考えられる。

なお、保全対策工について、B洞窟は平成21年度、C洞窟は平成21年度～平成23年度、E洞窟は平成22年度、平成23年度に工事を実施した。



- 注 1). 各年度の個体数は、5月、6月または7月（出産・哺育期）の最大個体数とした。
 注 2). A洞窟は出産・哺育洞であり、幼獣数は、A洞窟を計数した。
 注 3). B洞窟は保全対策工前は1～10個体、保全対策工後は3～30個体であった。
 注 4). C洞窟は保全対策工前は71～150個体、保全対策工後は2～6個体であった。
 注 5). E洞窟は保全対策工前は110～120個体、保全対策工後は8～30個体であった。

図 3.3.4 ヤエヤマコキクガシラコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化（上:総個体数、下:幼獣数）

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 5,870～7,640 個体、供用後で約 7,150～9,050 個体が確認され、工事前の 5,940～7,650 個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。

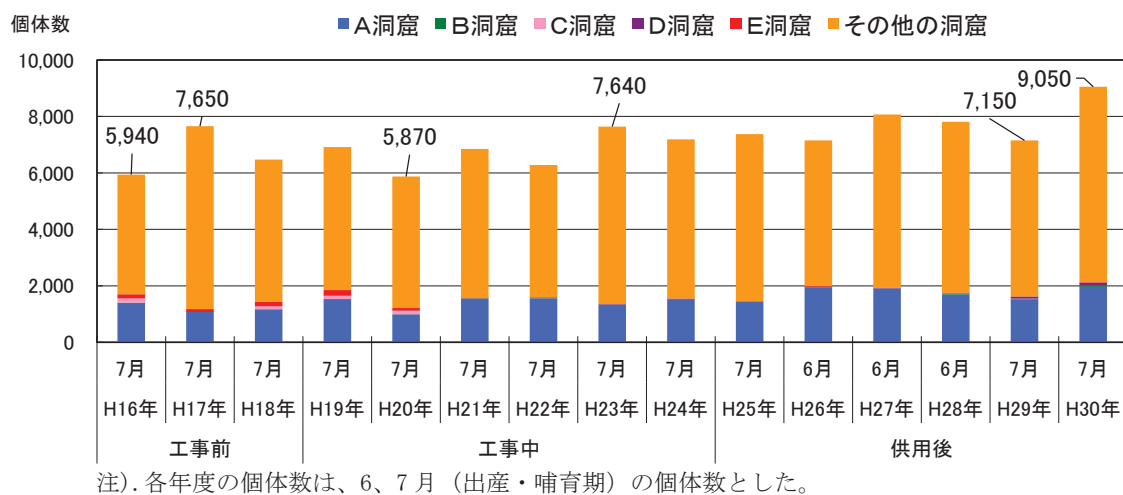


図 3.3.5 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

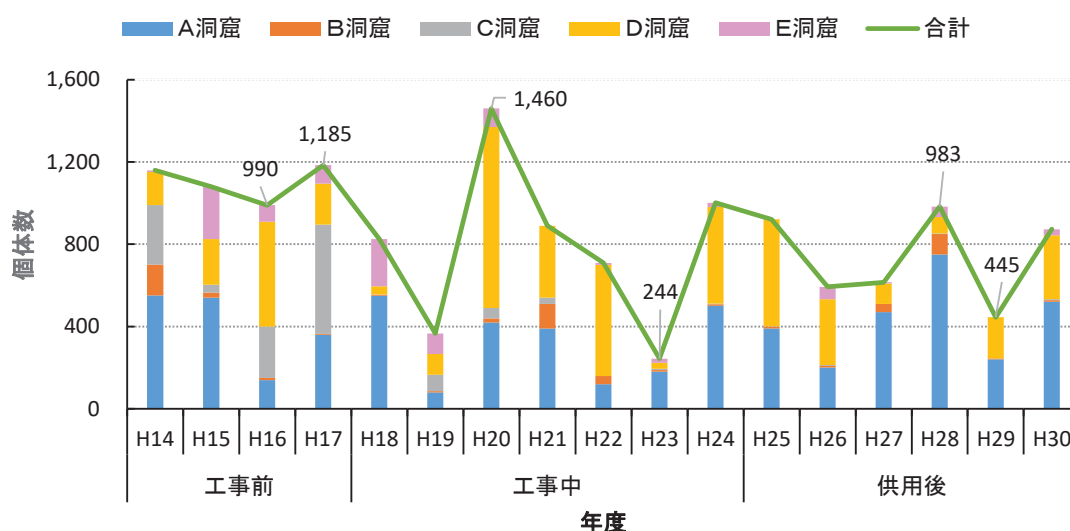
2) 冬期の休眠時期

① A～E洞窟

5洞窟の総個体数は、工事中で244～1,460個体、供用後で445～983個体が確認され、工事前の990～1,185個体と比較すると、平成20年度を除いて経年変動の範囲を下回っていた。平成19年度に個体数が減少したが、石垣島島内の主な利用洞窟における小型コウモリ類の個体数が過年度と比較し、増加傾向にあったことから、A洞窟及びD洞窟から他洞窟へ移動したと考えられる。

平成21年度以降にC及びE洞窟において個体数が減少したのは、保全対策工の工事のため、周辺洞窟へ移動したと考えられる。

なお、保全対策工について、B洞窟は平成21年度、C洞窟は平成21年度～平成23年度、E洞窟は平成22年度、平成23年度に工事を実施した。



注1). 各年度の個体数は、1月（冬期の休眠時期）の個体数とした。

注2). 工事前のC洞窟は目視法による個体数を示した。

注3). B洞窟は保全対策工前は4～150個体、保全対策工後は5～100個体であった。

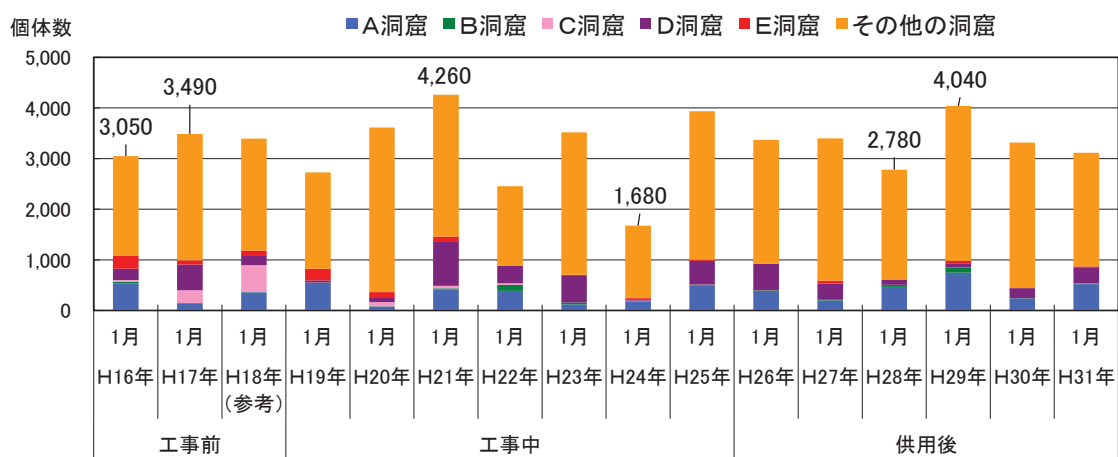
注4). C洞窟は保全対策工前は2～530個体、保全対策工後は0～5個体であった。

注5). E洞窟は保全対策工前は8～254個体、保全対策工後は5～60個体であった。

図 3.3.6 ヤエヤマコキクガシラコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 1,680～4,260 個体、供用後で約 2,780～4,040 個体が確認され、工事前の 3,050～3,490 個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。



注 1). 個体数の計測は、目視法とビデオ撮影法を併用した。
 注 2). 平成 18 年 1 月は、他の調査項目の実施時の記録であるため、参考値とする。

図 3.3.7 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（冬期の休眠時期）

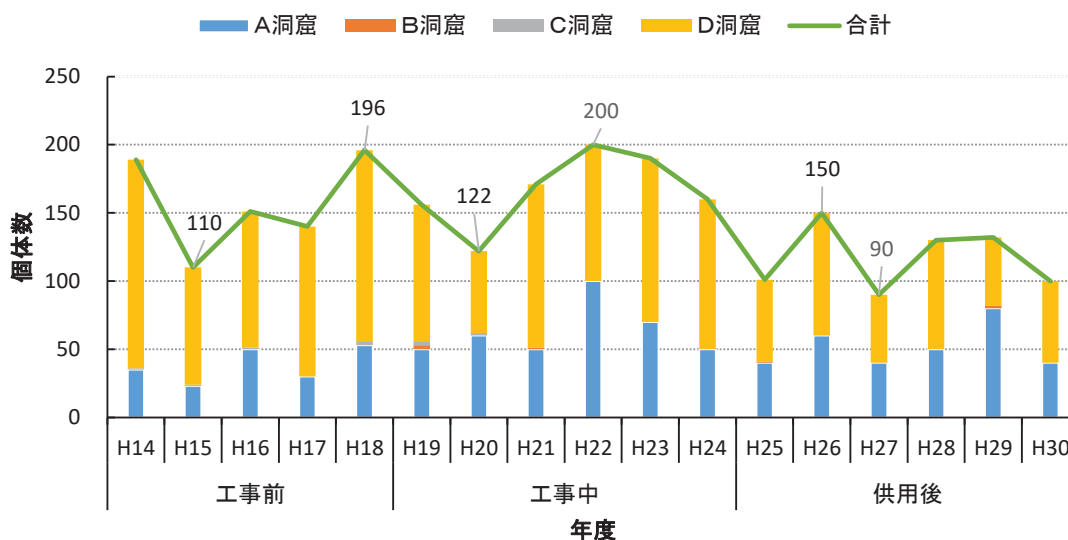
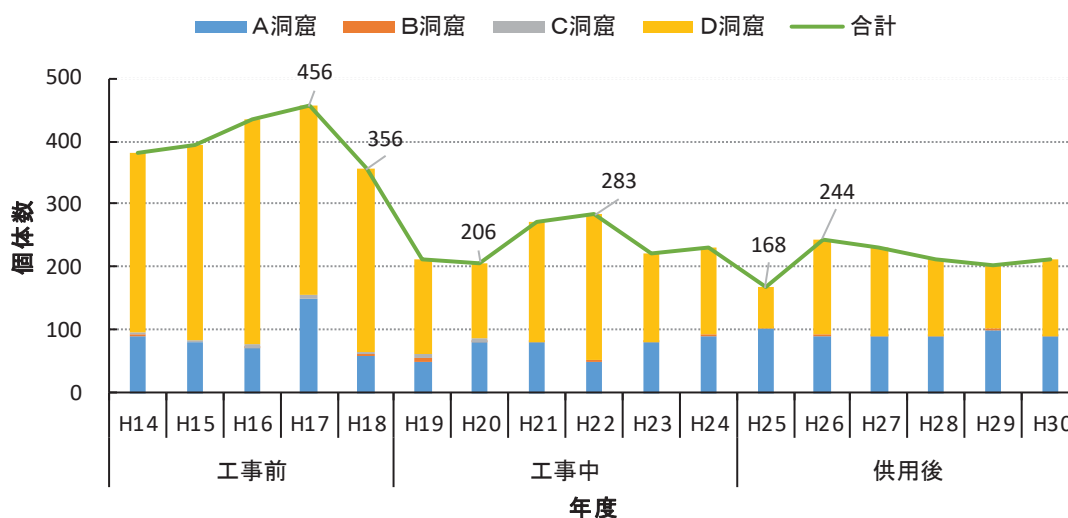
(2) カグラコウモリ

1) 出産・哺育期

① A～E洞窟

5洞窟の総個体数は、工事中で206～283個体、供用後で168～244個体が確認され、工事前の356～456個体と比較すると、経年変動の範囲を下回っていた。これは、D洞窟における個体数が工事前よりも減少したためと考えられる。

一方で、幼獣の個体数は、工事中で122～200個体、供用後で90～150個体が確認され、工事前の110～196個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。

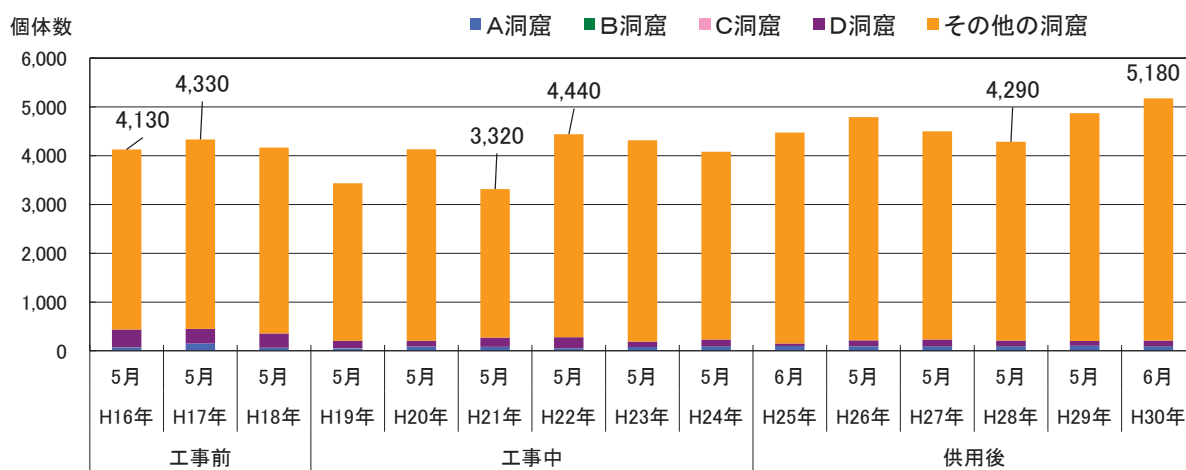


注1). 各年度の個体数は、5月、6月または7月（出産・哺育期）の最大個体数とした。
 注2). 平成14年度、平成15年度のD洞窟は6月の個体数とした。
 注3). 平成22年度のA洞窟における個体数は、ホールIまでの調査結果とした。
 （増水のため、ホールIより洞奥は入洞できなかった。）
 注4). B洞窟は保全対策工前は0～6個体、保全対策工後は1～4個体であった。
 注5). C洞窟は保全対策工前は3～7個体、保全対策工後は0個体であった。

図 3.3.8 カグラコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化（上：総個体数、下：幼獣数）

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 3,320～4,440 個体、供用後で約 4,290～5,180 個体が確認され、工事前の 4,130～4,330 個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、過年度と同様な生息状況であったと考えられる。



注). 各年度の個体数は、5、6月（出産・哺育期）の個体数とした。

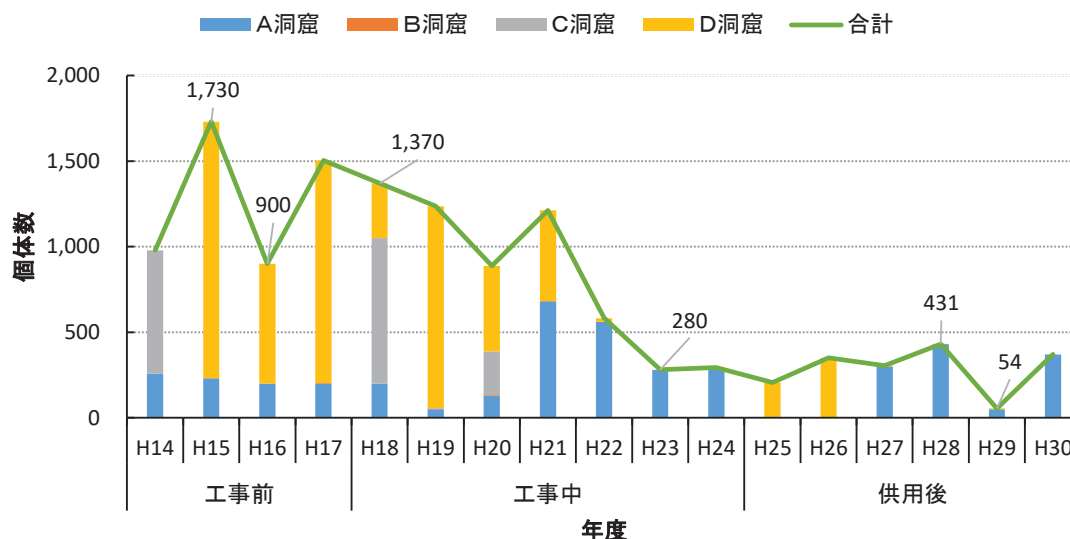
図 3.3.9 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

2) 冬期の休眠時期

① A～E洞窟

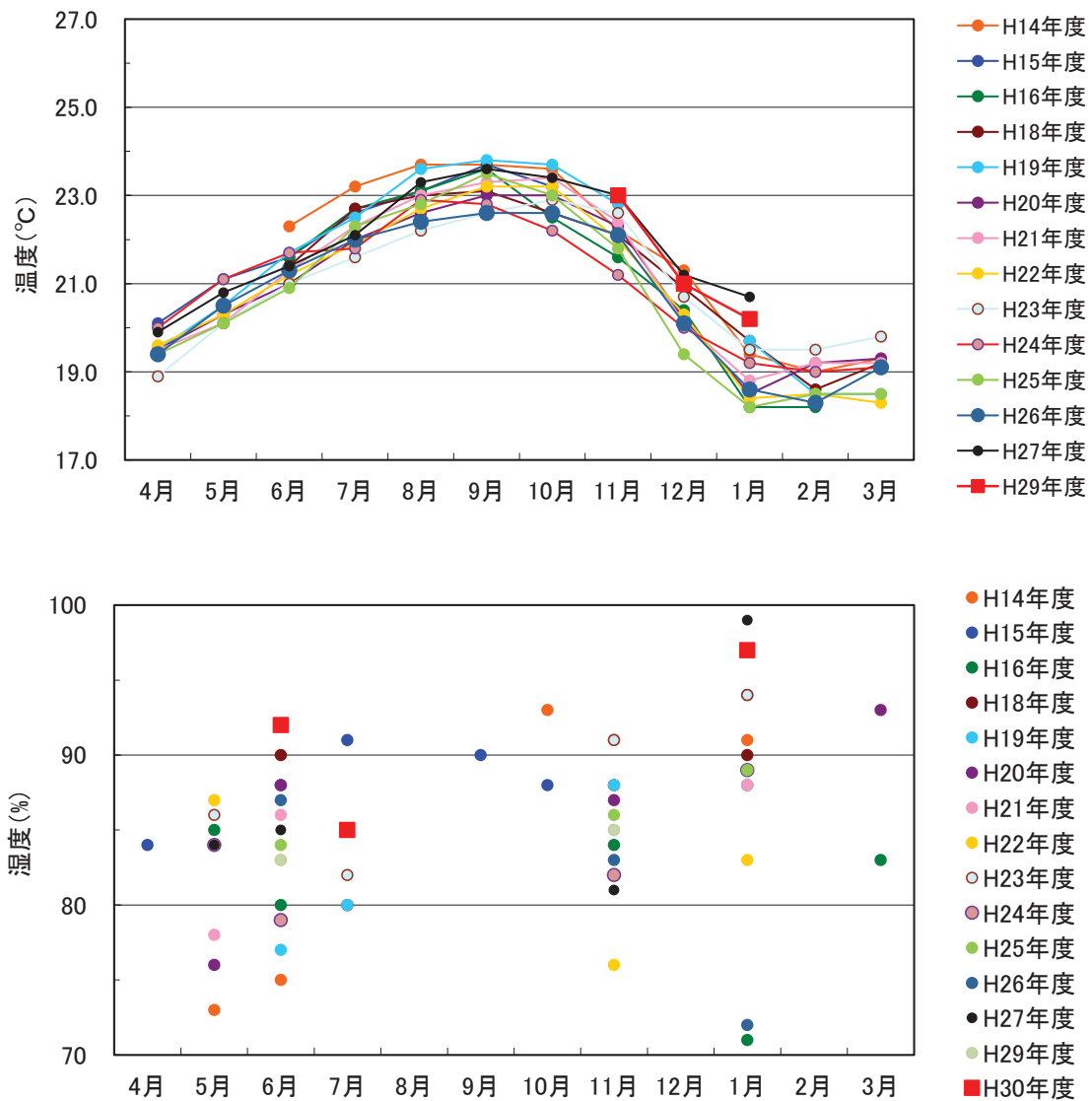
5 洞窟の総個体数は、工事中で 280～1,370 個体、供用後で 54～431 個体が確認され、工事前の 990～1,730 個体と比較すると、経年変動の範囲を下回り、特に平成 22 年度以降減少した。平成 22 年度以降の D 洞窟における個体数の減少の要因のひとつとして、平成 22 年 11～12 月に D 洞窟周辺において、場外排水路の工事が行われたことにより、越冬集団の一部が D 洞窟から A 洞窟及び石垣島島内の他洞窟へ移動したと考えられる。また、平成 23 年度は周辺等を含め工事は行っていないが、植栽のため、洞口付近で頻りに人の出入りがあったことが考えられる。

なお、D 洞窟の洞内環境（温度、湿度）は、工事前、工事中、供用後において大きな変化はなかった（図 3.3.11）。



- 注 1). 各年度の個体数は、1 月（冬期の休眠時期）の個体数とした。
- 注 2). 平成 14 年度の C 洞窟の個体数は、D 洞窟での洞内環境の測定機器の設置にともなう生息妨害の影響と考えられる。
- 注 3). 平成 18 年度の C 洞窟の個体数は、過年度調査結果において冬季の休眠時期に利用しないカグラコウモリがヤエヤマコキクガシラコウモリの越冬群塊が確認されていた場所に懸架していたのが多数確認された（図 3.3.6 参照）。
- 注 4). 平成 24 年度の D 洞窟の個体数は、前日の踏査（ビデオ設置時）において、約 300 個体を確認した。
- 注 5). B 洞窟は保全対策工前は 0～7 個体、保全対策工後は 0～2 個体であった。
- 注 6). C 洞窟は保全対策工前は 0～850 個体、保全対策工後は 0 個体であった。

図 3.3.10 カグラコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化



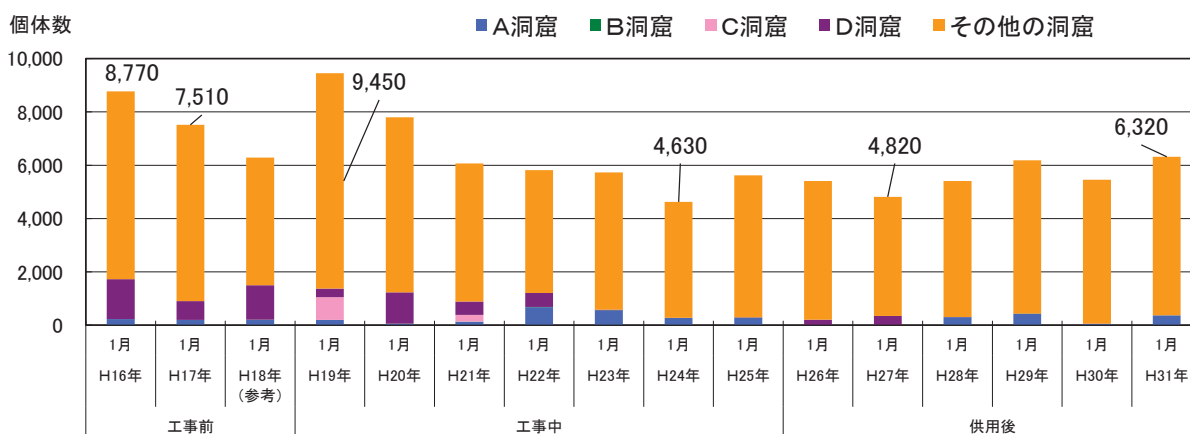
注 1). 平成 17 年度、平成 28 年度は、計測していない。
 注 2). 基本的に温度は連続観測 (2 時間毎) を行い、湿度は入洞時に計測した。

図 3. 3. 11 D 洞窟における月平均温度 (上図) 及び湿度 (下図)

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 4,630～9,450 個体、供用後で約 4,820～6,320 個体が確認され、工事前の 7,510～8,770 個体と比較すると、経年変動の範囲を下回っていたものの、平成 21 年度以降、概ね定常状態で維持されており、石垣島島内の他の洞窟を利用していると考えられる。

石垣島島内の主な利用洞窟の個体数の変動については、洞窟周辺地域の改変、洞窟へのゴミの不法投棄や管理上の立ち入り規制などの影響もあると考えられる。



注 1). 個体数の計測は、目視法とビデオ撮影法を併用した。

注 2). 平成 18 年 1 月は、他の調査項目の実施時の記録であるため、参考値とする。

図 3.3.12 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（冬期の休眠時期）



ゴミの不法投棄（撮影：平成 21 年 1 月）



注). 要請後、小型コウモリ類の出入り口を設置

立ち入り規制（撮影：平成 22 年 3 月）

図 3.3.13 石垣島島内における主な利用洞窟の洞口的変化状況

(3) リュウキュウユビナガコウモリ

1) 出産・哺育期

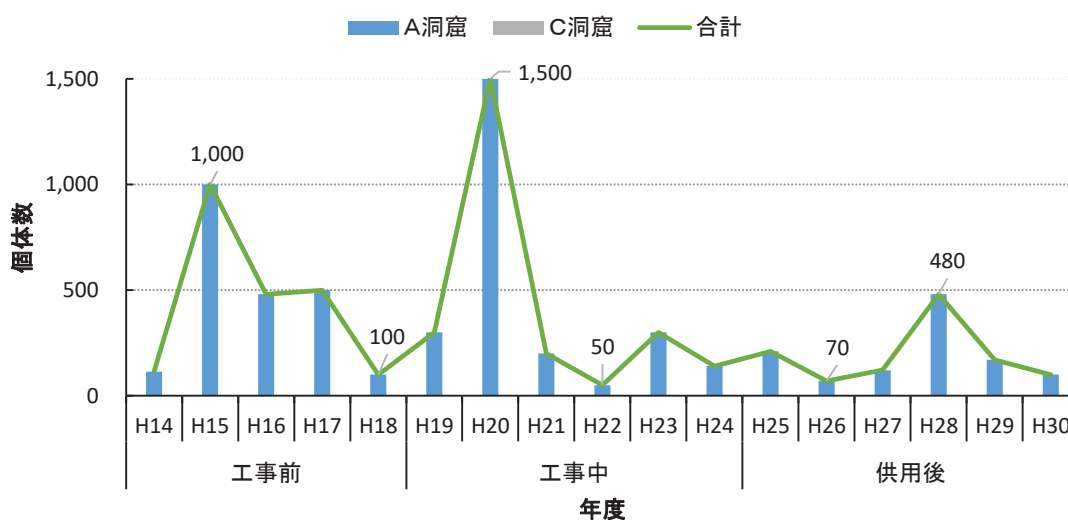
① A～E洞窟

生息及び利用が確認されたのは、過年度調査結果と同様にA洞窟だけであり、出産・哺育の利用は確認されなかった。

5洞窟の総個体数は、工事中で50～1,500個体、供用後で70～480個体が確認され、工事前の100～1,000個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

また、過年度における確認個体数は、50～1,500個体と変動があった。過年度の平均個体数は約340個体であり、平成15年度及び平成20年度の個体数は、大きく上回っていた。これは、石垣島内の出産・哺育洞への移動時期が遅れたためと考えられる。

なお、A洞窟は、過年度において出産・哺育期に幼獣（分娩後の飛翔できない個体）は確認されていない。



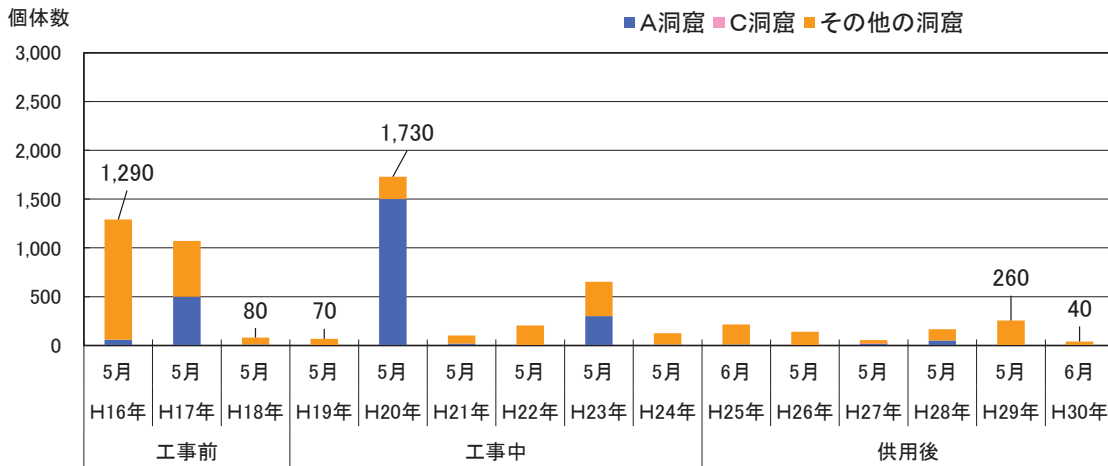
注1). 各年度の個体数は、5月、6月または7月（出産・哺育期）の最大個体数とした。

注2). 平成27年度にC洞窟で1個体確認された。

図 3.3.14 リュウキュウユビナガコウモリの出産・哺育期の最大個体数変化

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 70～1,730 個体、供用後で約 40～260 個体が確認され、工事前の 80～1,290 個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。



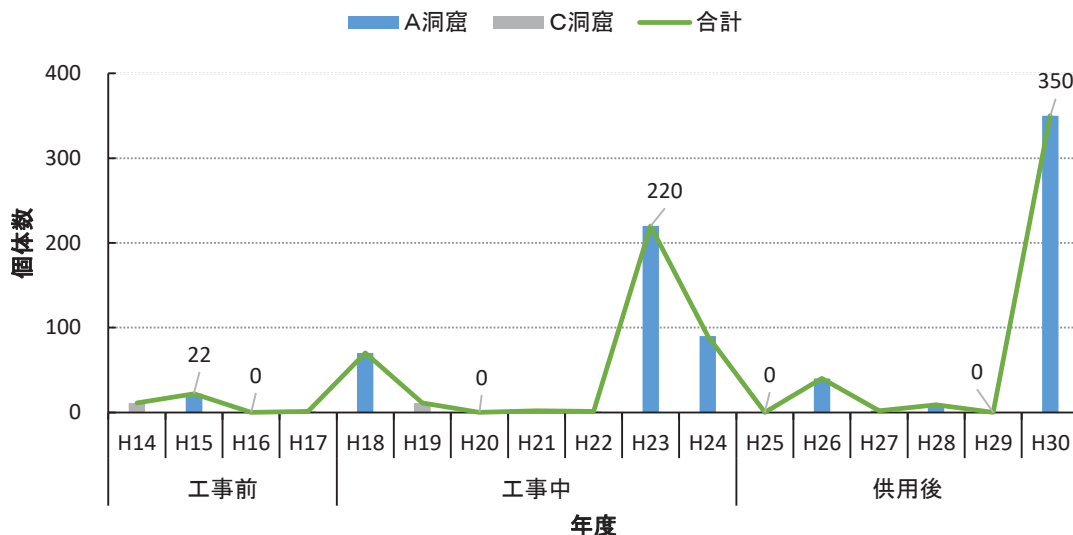
注). 各年度の個体数は、5月または6月（出産・哺育期）の個体数とした。

図 3.3.15 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（出産・哺育期）

2) 冬期の休眠時期

① A～E洞窟

5 洞窟の総個体数は、工事中で 0～220 個体、供用後で 0～350 個体が確認され、工事前の 0～22 個体と比較すると、概ね経年変動の範囲内または上回っていたことから、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。



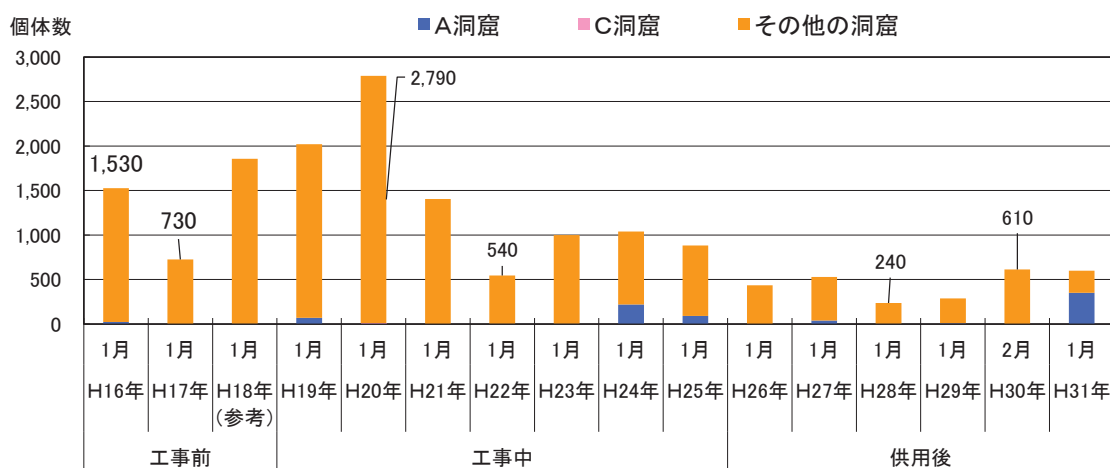
注 1). 各年度の個体数は、1月（冬季の休眠時期）の個体数とした。

注 2). 平成 14 年度及び平成 19 年度に C 洞窟で 10 個体確認された。

図 3.3.16 リュウキュウユビナガコウモリの冬季の休眠時期の最大個体数変化

② 石垣島島内の主な利用洞窟

5 洞窟及び石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数は、工事中で約 540～2,790 個体、供用後で約 240～610 個体が確認され、工事前の 730～1,530 個体と比較すると、経年変動の範囲を下回っていたものの、平成 21 年度以降、概ね定常状態で維持されており、石垣島島内の他の洞窟を利用していると考えられる。



注 1). 個体数の計測は目視法とビデオ撮影法を併用した。

注 2). 平成 18 年 1 月は、他の調査項目の実施時の記録であるため、参考値とする。

図 3. 3. 17 石垣島島内における主な利用洞窟の総個体数変化（冬期の休眠時期）

3.3.3 総合評価

小型コウモリ類の環境影響については、出産・哺育期及び冬季の休眠時期の確認個体数の推移により評価する。はじめに、事業の実施に伴う環境影響を直接的に受けると考えられる事業実施区域及びその周辺の5洞窟で確認された小型コウモリ類の総個体数について、工事前の経年変動の範囲と比較し、総個体数が工事前の経年変動の範囲を下回った場合は、次に、環境影響を間接的に受けると考えられる石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数の変動を経年で比較し、過年度と同様な生息・利用状況であったかどうかを検討し、評価する。

また、調査年度の気候、生息環境、餌量の変化等に伴い、生息状況や利用状況も変化することが考えられるため、特に出産・哺育期における評価については、小型コウモリ類の総個体数が、工事前の経年変動の幅を下回った場合においても、個体群の存続の観点から、幼獣の生息状況及び利用状況も考慮する。

なお、石垣島島内の主な利用洞窟（25洞窟）については、過年度においてヤエヤマコキクガシラコウモリやカグラコウモリが相当数確認されたものの、地権者等の協力が得られず調査できなかった洞窟もあったため、総個体数の集計からは除外した。

ヤエヤマコキクガシラコウモリについて、出産・哺育期の総個体数は、事業実施区域及びその周辺の5洞窟において、経年変動の範囲内であったことから（図3.3.4）、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。冬季の休眠時期の総個体数は、事業実施区域及びその周辺の5洞窟において、経年変動の範囲を下回っていたものの（図3.3.6）、石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数が、経年変動の範囲内であったことから（図3.3.7）、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

カグラコウモリについて、出産・哺育期の総個体数は、事業実施区域及びその周辺の5洞窟において、経年変動の範囲を下回っていたものの、幼獣の総個体数が、経年変動の範囲内であったこと（図3.3.8）、また、石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数が、経年変動の範囲内であったことから（図3.3.9）、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。冬季の休眠時期の総個体数は、事業実施区域及びその周辺の5洞窟、石垣島島内の主な利用洞窟の総個体数ともに経年変動の範囲を下回っていたものの（図3.3.10、図3.3.12）、石垣島島内の主な利用洞窟において、平成21年1月以降、概ね定常状態で維持されており、石垣島内の他の洞窟を利用していると推測される。

リュウキュウユビナガコウモリについて、出産・哺育期及び冬季の休眠時期の総個体数は、事業実施区域及びその周辺の5洞窟において、経年変動の範囲内であったことから（図3.4.11、図3.4.13）、工事前と同様な生息状況であったと考えられる。

なお、これまでの調査において出産・哺育期に幼獣（分娩後の飛翔できない個体）は確認されていない。

以上より、小型コウモリ類の重要な3種について、石垣島において個体数を維持しつつ、個体群は存続していると考えられることから、事業の実施に伴う環境影響は小さいと考えられる。

3.4 地下水

3.4.1 モニタリング調査

地下水については、工事着工後、雨水の浸透能が変化し、地下水に影響を与える可能性が考えられたため、地下水位の変化等についての把握を目的としてモニタリング調査を実施した。

(1) 調査項目

- 1) 地下水の水位
- 2) 電気伝導度
- 3) 地下水の水質分析

(2) 調査時期

- 1) 地下水の水位：連続観測
- 2) 電気伝導度：毎月1回
- 3) 地下水の水質分析：年4回(3月、6月、9月、11月)

(3) 調査方法

1) 地下水の水位

地下水の水位は、自記水位計(図 3.4.1)により測定間隔は1時間ピッチで観測した。



NET 水位データ収録装置



水圧式水位検出器

図 3.4.1 水位観測計

2) 電気伝導度

電気伝導度は、電気水質計(図 3.4.2)により手動で深度方向に1.0mピッチで電気伝導度及び水温の観測を実施した。

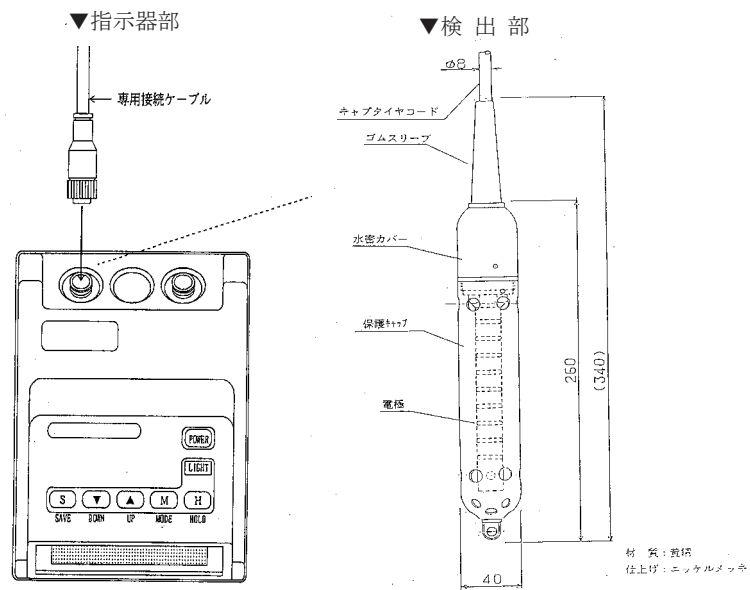


図 3.4.2 電気水質計概要

3) 地下水の水質分析

分析を行う検体は、採取地点のボーリング孔の地下水中央部付近からアクリル製採水器(図 3.4.3)を使用して採取していたが、平成19年1月以降は、採水用ポンプ(図 3.4.4)を使用して採水した。

また、分析項目は、表 3.4.1 に示す10項目とした。



図 3.4.3 採水器

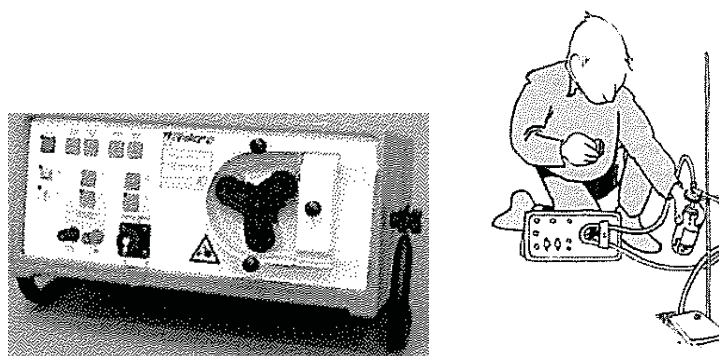


図 3.4.4 採水用ポンプ

表 3.4.1 分析項目及び方法

項目	分析方法	採水箇所				
		14B-1	14B-3	B-23	18B-1	18B-2
水素イオン濃度 (pH)	JIS K 0102 12.1	○	○	○	○	○
硝酸性窒素	JIS K 0102 43.2.3	○	○	○	○	
カルシウムイオン	JIS K 0102 50.2	○	○	○	○	
塩素イオン	JIS K 0102 35.3	○	○	○	○	
重炭酸イオン	JIS K 0102 25	○	○	○	○	
亜硝酸性窒素	JIS K 0102 43.1.1	○	○	○	○	
全窒素 (T-N)	JIS K 0102 45.4	○	○	○	○	
全りん (T-P)	JIS K 0102 46.3.1	○	○	○	○	
けい酸	JIS K 0101 44.3.1	○	○	○	○	
SS	昭和 46 年 環境庁告示第 59 号 付表 7	○	○	○	○	○
濁度	JIS K 0101 (2013) 9.4					○

注). 分析方法は、最終調査年(平成 27 年)時点における分析方法を示した。

(4) 調査地点

地下水位観測は、轟川左岸台地地下水流域の「14B-1」、空港本体の主要な地下水盆であるカラ岳南地下水流域の「B-23」「14B-3」及び空港北側に位置するカラ岳北地下水流域の「18B-1」の海側 4 地点に、対照区となる内陸部の「16B-1」の 1 地点、補足孔の「16B-1」の 1 地点の計 6 地点とした。

また、海側の 4 地点については、地下水の塩水化等の水質変化を監視する目的に地下水の電気伝導度及び水質分析を行うとともに、浸透ゾーン近隣に SS・濁度専用の「18B-2」の 1 地点を設定した。

調査地点を図 3.4.5 に示した。

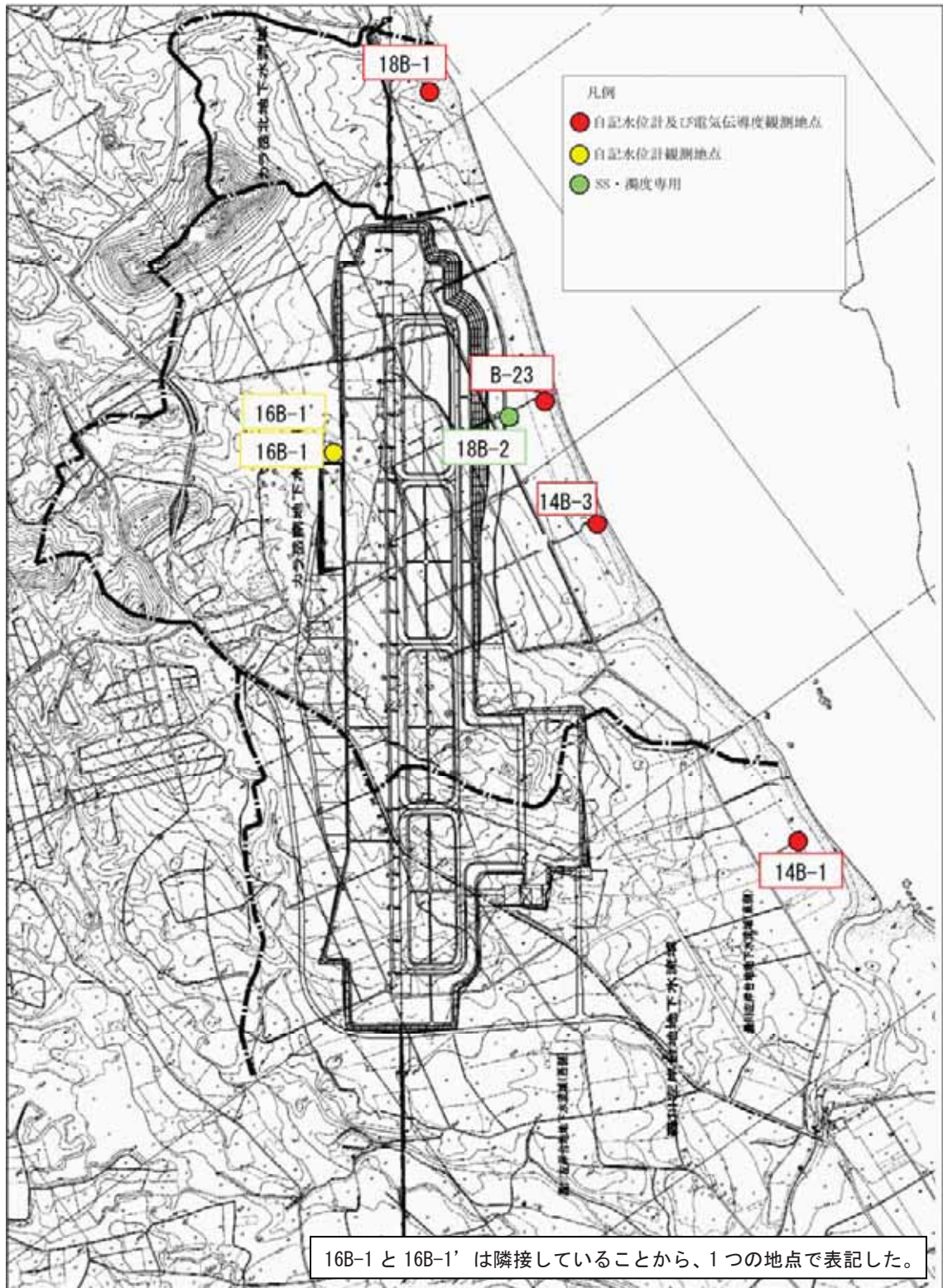


図 3.4.5 地下水調査地点

3.4.2 モニタリング調査結果

工事実施前の事前調査における日平均最低水位を表 3.4.2 に、地下水位の変動(工事前～供用時)を図 3.4.6 に、電導度(水温)の分布を図 3.4.7～図 3.4.10 に、水質分析結果を図 3.4.11 に示した。

表 3.4.2 事前調査における日平均最低水位

14B-1	14B-3	B-23	18B-1	16B-1	16B-1'
海側	海側	海側	海側	陸側	陸側
EL=0.20m	EL=0.35m	EL=0.59m	EL=0.24m	EL=13.63m	-

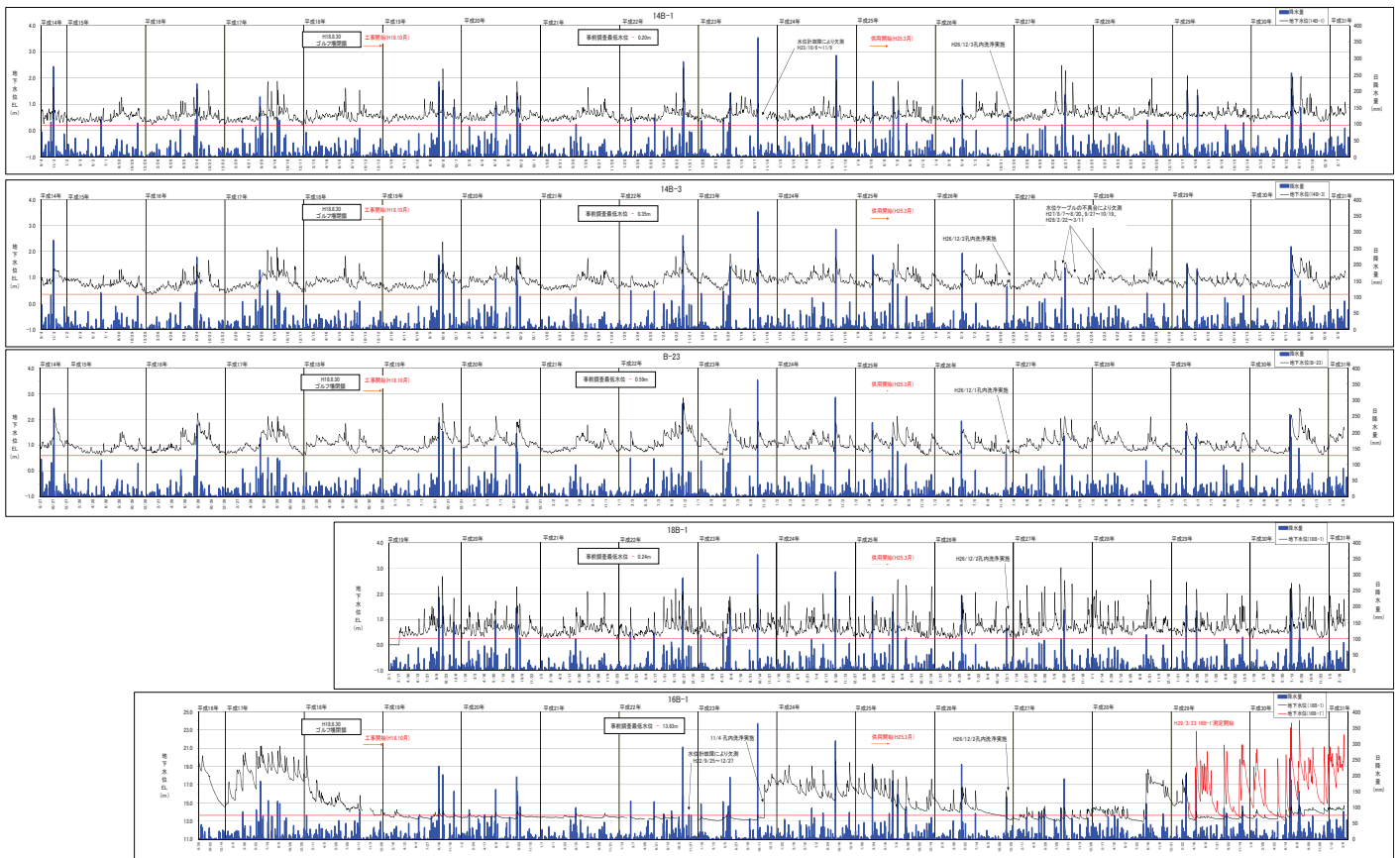


図 3.4.6 地下水位の変動(14B-1、14B-3、B-23、16B-1、16B-1')

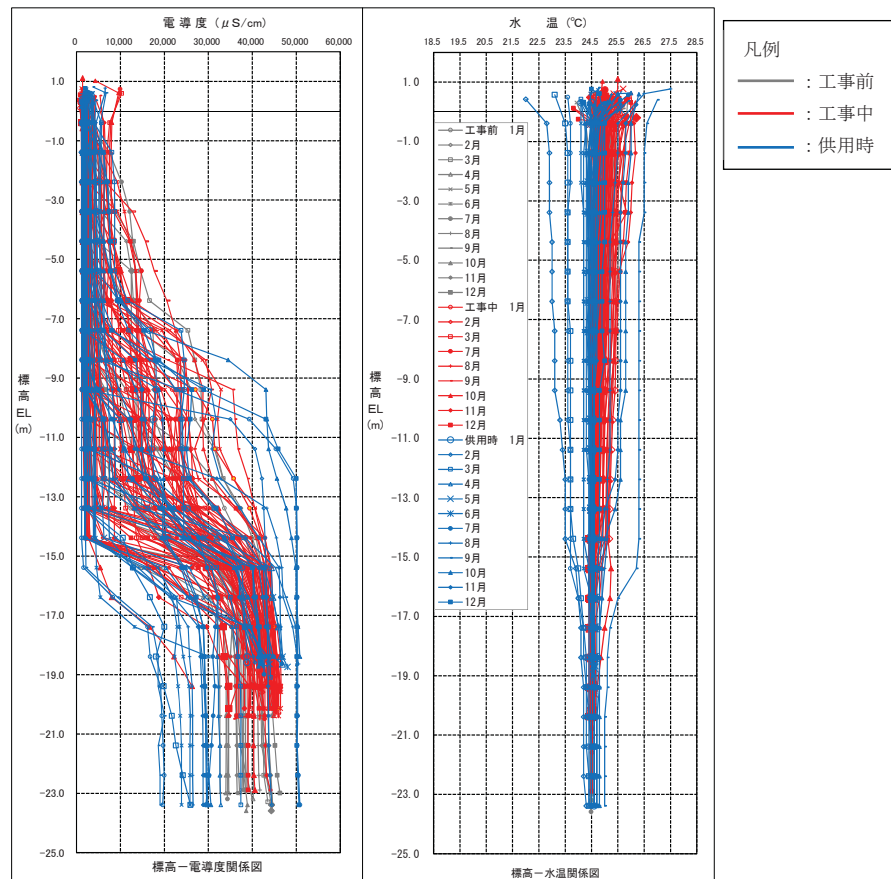
(1) 14B-1

観測地点は轟川左岸台地地下水流域内にあり、海岸線から約 80m の地点に位置している。

事前調査における最低水位(EL=0.21m)を下回ることにはなかった(図 3.4.6)。

電気伝導度の分布状況の概要は、調査時期により変動が大きいものの、標高-12m~-15m 付近までは 1,000~3,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲であり変動せず、-15m~-17m で 10,000~45,000 の範囲で深度方向に上昇し、それ以深では深度に関わらず一定の値で分布する曲線と、標高-15m 付近まで 1,000~45,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で深度方向に上昇し、それ以深では深度に関わらず一定の値で分布する曲線が確認された(図 3.4.7)。そのことから、本調査地点は、海水面の上下により淡水域から漸移帯、又は漸移帯から海水域への変化点が左右され、標高-17m 付近以深は、海水域になると考えられる。

水温については、概ね 24.0°C~26.0°C の範囲で測定され、深度に関係なく一定の値で推移する曲線と、標高-15m 付近まではあまり変動せず、-17m 付近にかけて低下し、それ以深は、深度にかかわらず一定の値で推移する曲線が確認された(図 3.4.7)。



注). 凡例は標高-電導度(水温)共通とする。

図 3.4.7 地下水の電導度(水温)分布(14B-1)

(2) 14B-3

観測地点はカラ岳南地下水流域内にあり、海岸線から約40mの地点に位置している。

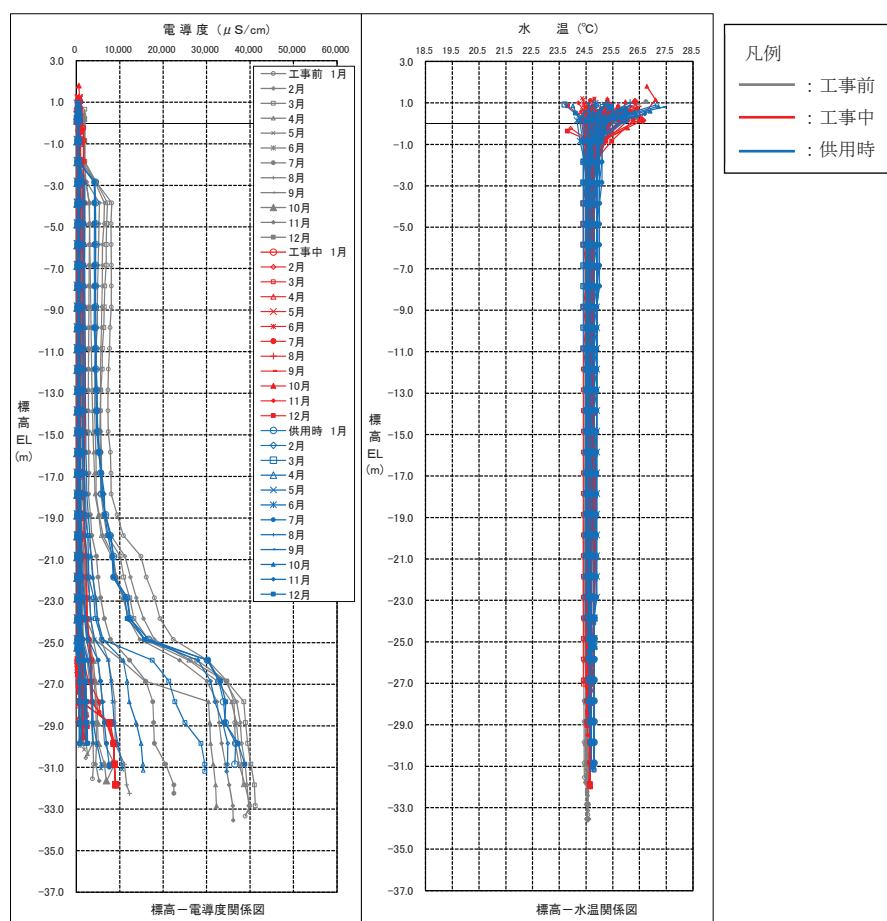
事前調査における最低水位(EL=0.35m)を下回ることにはなかった(図3.4.6)。

電気伝導度の分布状況の概要は、標高-2m付近と-20m付近及び-25m付近に変曲点を確認される曲線と、深度に関わらず500 μ S/cm程度であまり変動しない曲線が確認された(図3.4.8)。前述した曲線を示す場合、高い電気伝導度を示す場合に顕著であり、低い値になるにつれ、その変曲点は不明瞭であった。そのことから、本調査地点は、海水面の上下により、淡水域から漸移帯への変化点が標高-2m~-25m付近となり、淡水域から漸移帯、又は漸移帯から海水域への変化点が標高-25m付近となり、電気伝導度の分布曲線線形は、潮汐変動による影響を強く受ける地点と考えられる。

なお、最終調査年度は、後述した変動範囲の小さい曲線を示していたが、孔内洗浄実施後の平成26年12月調査より、前述した変動幅の大きい曲線を示した。

孔内洗浄実施前後の測定結果から、平成17年頃から孔隙の目詰まりが進み、孔内の水循環がうまく行われず、変動幅が小さい曲線となったものと考えられる。

水温については、標高-1mまでは、調査時期により変動が大きい、-1m以深では概ね24.0 $^{\circ}$ C~25.0 $^{\circ}$ Cの範囲で測定され、深度に関係なく一定の値で推移した(図3.4.8)。



注) 凡例は標高-電導度(水温)共通とする。

図 3.4.8 地下水の電導度(水温)分布(14B-3)

(3) B-23

観測地点はカラ岳南地下水流域の地下水盆にあり、海岸線から約 45m の地点に位置している。

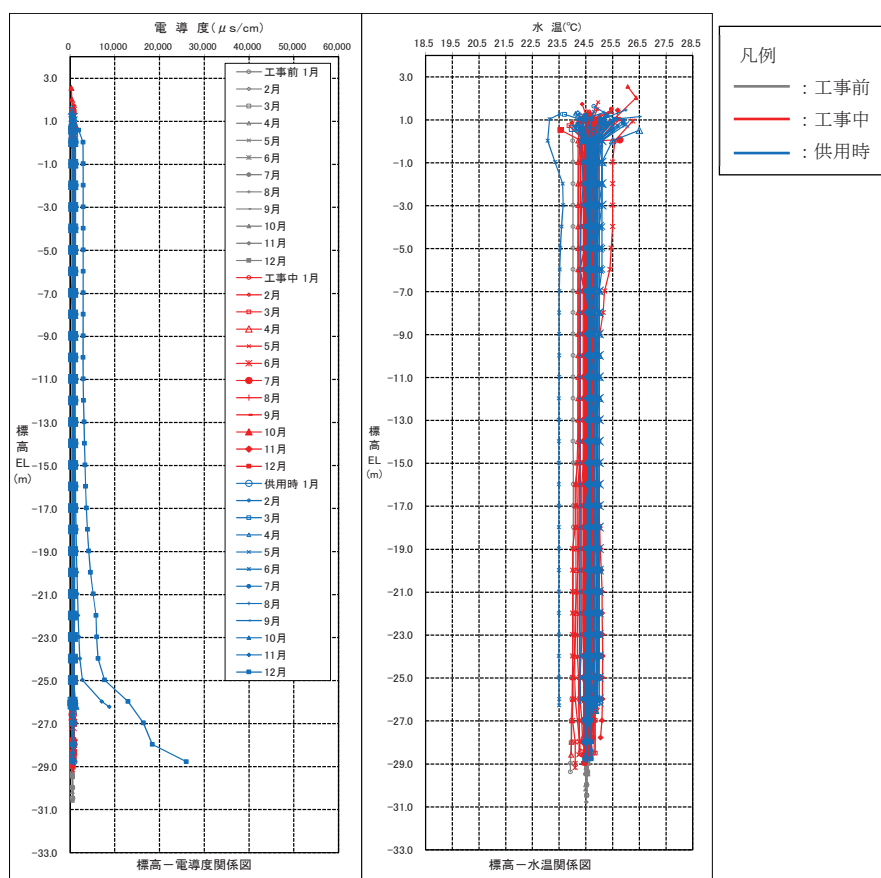
事前調査における最低水位 (EL=0.59m) を下回ることにはなかった (図 3.4.6)。

電気伝導度の分布状況の概要は、測定深度にかかわらず、概ね 500~1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で推移していたものの、最終調査年度の平成 26 年 10 月調査時に標高-26m 付近でそれまでの最高値を超え、平成 26 年 11 月、12 月調査時においては標高-18m 付近より深度方向に上昇し、特に平成 26 年 12 月調査時においては、全深度で過年度の最高値を大幅に上回った (図 3.4.9)。

その要因として、該当年度は、夏場から秋口にかけての極端な小雨と時期的な高潮位が重なったことから、地下水量の減少に加え、高潮位に伴い海水が侵入したためと考えられ、水質分析結果からも同様の結果が確認された。

なお、平年並みの降雨となった平成 27 年 1 月以降については、変動幅の小さい曲線を示した。そのことから、本調査地点は、通常、海水面の上下に関係なく、全深度が淡水域となるが、極端な小雨により、地下水量が減少した場合には、海水面の上下に伴い海水が侵入してくる箇所と考えられる。

水温については、平成 25 年 6 月調査時の値を除くと概ね 24.0°C~25.0°C の範囲で測定され、深度に関係なく一定の値で推移した (図 3.4.9)。



注). 凡例は標高-電導度(水温)共通とする。

図 3.4.9 地下水の電導度(水温)分布 (B-23)

(4) 18B-1

観測地点はカラ岳北地下水流域内にあり、海岸線から約80mの地点に位置している。

事前調査における最低水位(EL=0.24m)を下回ることにはなかった(図3.4.6)。

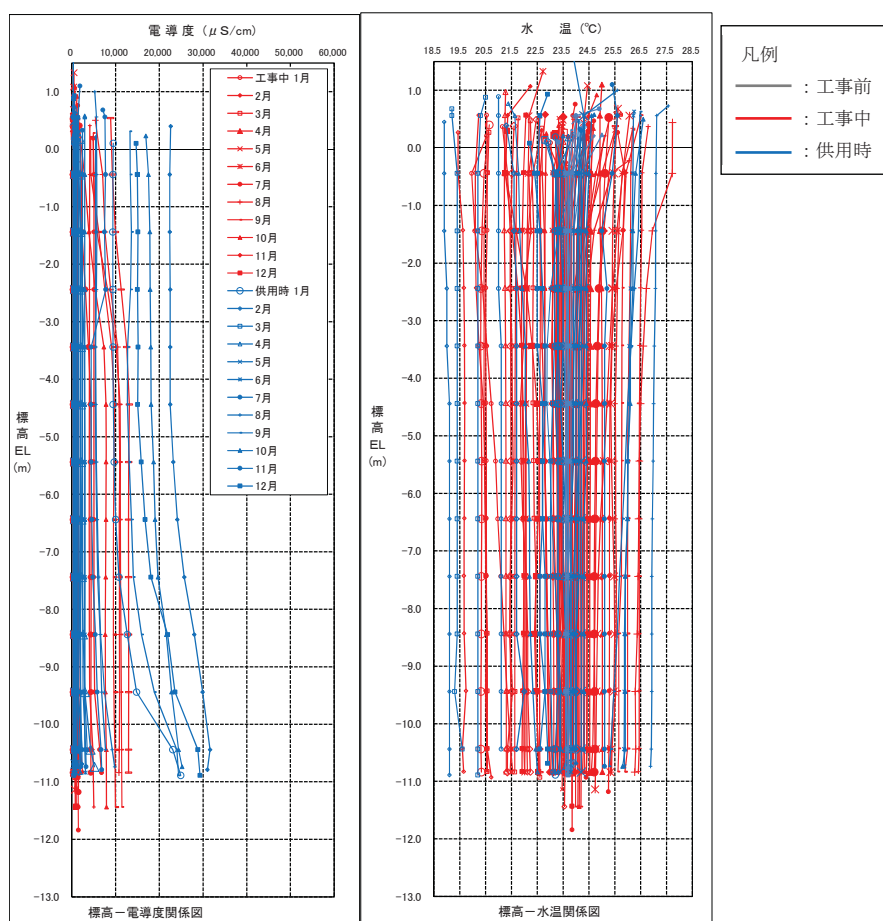
電気伝導度の分布状況の概要は、深度にかかわらず、概ね400~1,500 μ S/cmの範囲であり変動していないが、突発的に高い値が測定された(図3.4.10)。

その要因として、一時的な降水量の減少と高潮位による海水の侵入の両者の影響と考えられ、本調査地点は地下水量が少ないため、少雨が続いた場合には、地下水量が減少し、高潮位時に海水が侵入してくる箇所と考えられる。

B-23 地点同様、少雨が続いた場合には、地下水量の減少に加え、高潮位に伴い海水が侵入するが、地下水量の少ない本調査地点においては、その影響が顕著に現れたと考えられ、水質分析結果からも同様の結果が確認された。

水温については、19.0 $^{\circ}$ C~28.0 $^{\circ}$ Cの範囲で測定され、ほかの3地点に比べ、調査時期によるばらつきが大きいものの、深度や電気伝導度に関係なく一定の値で推移した(図3.4.10)。

なお、水温と電気伝導度に相関関係は確認されなかった。



注). 凡例は標高-電導度(水温)共通とする。

図 3.4.10 地下水の電導度(水温)分布(18B-1)

(5) 16B-1、16B-1'

観測地点は、カラ岳南地下水流域にあり、対照区であることから、事業実施区域より内陸側に位置している。

16B-1 においては、平成 19 年度～平成 23 年度に事前調査の最低水位と同程度で推移したため、平成 23 年 11 月に孔内洗浄を実施したところ、水位の回復が見られたことから、該当期間は観測孔の有孔部が目詰まりを起こしたものと考えられる。孔内洗浄後は、事前調査と同程度の水位を示したが、その後、徐々に水位が低下したことから、平成 26 年度に再び孔内洗浄を実施したものの、水位の回復が見られず、降雨に対する水位上昇も鈍くなったことから、孔内洗浄では解消できない程度が目詰まりが起こったと考えられる。そのほか、平成 28 年 9 月の降雨の後、急激に上昇し、平成 28 年 9 月 6 日以降は、事前調査及び 1 度目の孔内洗浄後並みの水位を維持していたが、平成 29 年 3 月以降は、再び事前調査の最低水位を下回った(表 3.4.2、図 3.4.6)。そのことから、16B-1 については、目詰まり等により当該地点の正確な地下水位が観測できないと考え、平成 29 年 3 月に補足孔として 16B-1' を新設した。

新設した 16B-1' は、降雨に対する地下水位の変化も顕著であり、16B-1 とは異なる水位変動を示し、事前調査における最低水位を概ね上回っていた(表 3.4.2、図 3.4.6)。

なお、既設孔 16B-1 の不具合は、ガイドパイプと掘削孔に隙間が生じ、その隙間からガイドパイプを伝って表流水とともに泥等が流れこみ、目詰まり起こしたためと推察された。

したがって、新たに設置した観測孔については、表流水の流れ込み対策として、木枠を設置し、コンクリートによる被覆を行った。



補足孔(16B-1') の状況