2.3 地下水の水質

(1) 調査項目

地下水の水位及び水質

(2) 調査地点

1) 評価書における予測結果

(a) 地下水位

図-2.3.1に示す掘削深度と地下水位等との関連模式図から、地下水位が示す標高の最も高い位置を比較すると、E-3 地点を除く全ての地点で掘削深度が地下水位の位置に達していない。

図-2.3.2に示すように、地下水が湧出する位置と影響が考えられる幅について平面図と断面図を用いて解析したところ、E-3 地点近傍では、掘削深度が地下水位に達し(約 3m程度)、地下水の湧出が生じることになり、影響が考えられる最大幅は約 220mと計測された。湧出する流量は地下水面勾配、地層の透水係数、空隙率等を用いて算出した結果、0.43m^3／日(1m幅単位当たり)となり、影響が考えられる最大幅(約 220m)を乗じると湧出量は、約 95m^3／日程度と予測した。

(b) 地下水質

地下水の水質分析結果は全ての環境基準項目が「地下水の水質汚濁に係る環境基準」を満たしており、汚染等を受けていない良好な水質を保っている。埋立土砂を採取するにあたっては、特に地下水に影響を及ぼすような工法等は採用しないため、地下水等の水質は現況とほぼ同程度と予測した。

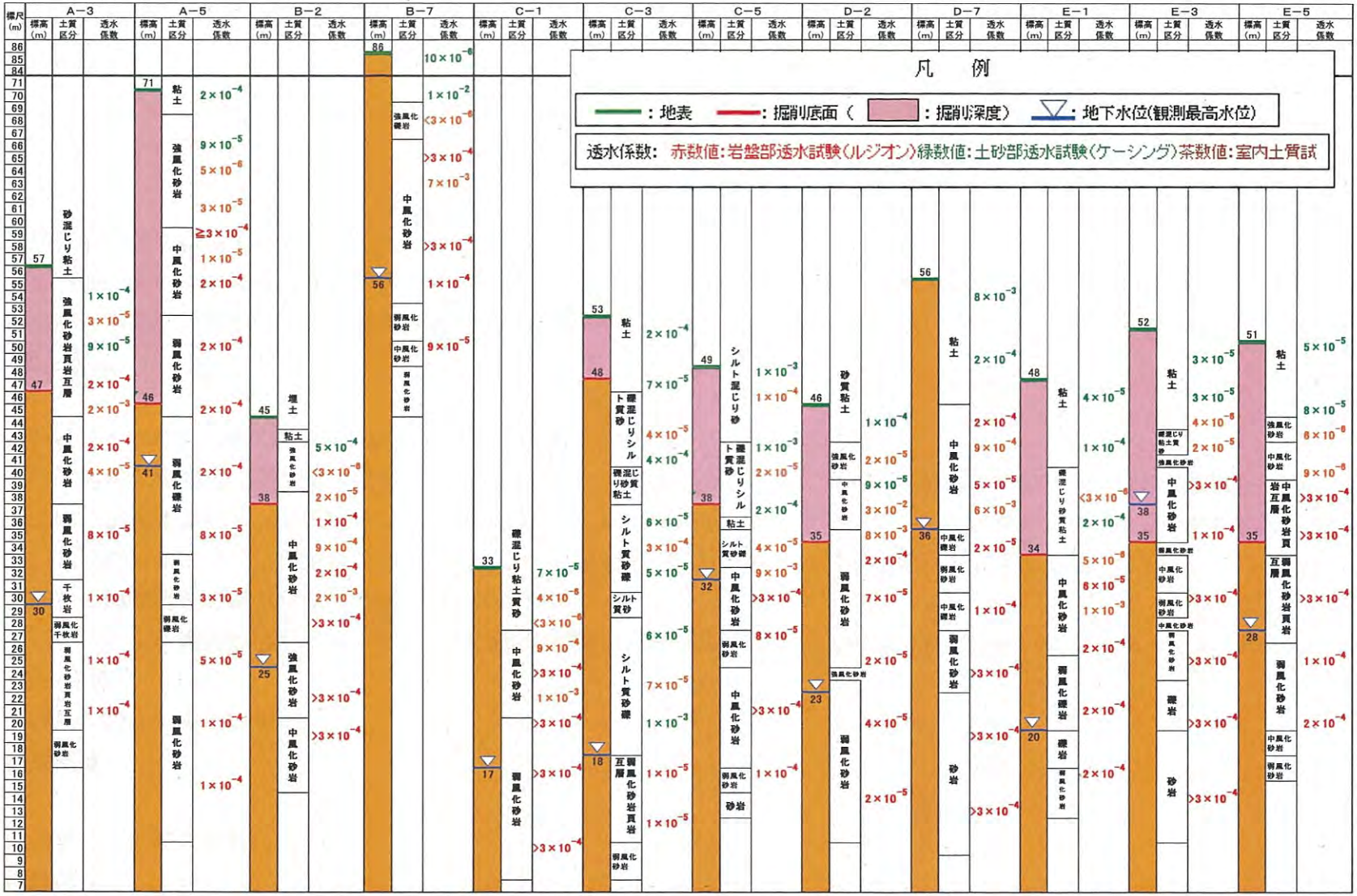

図-2.3.1　埋立土砂発生区域周辺の掘削深度と地下水位等との関連模式図

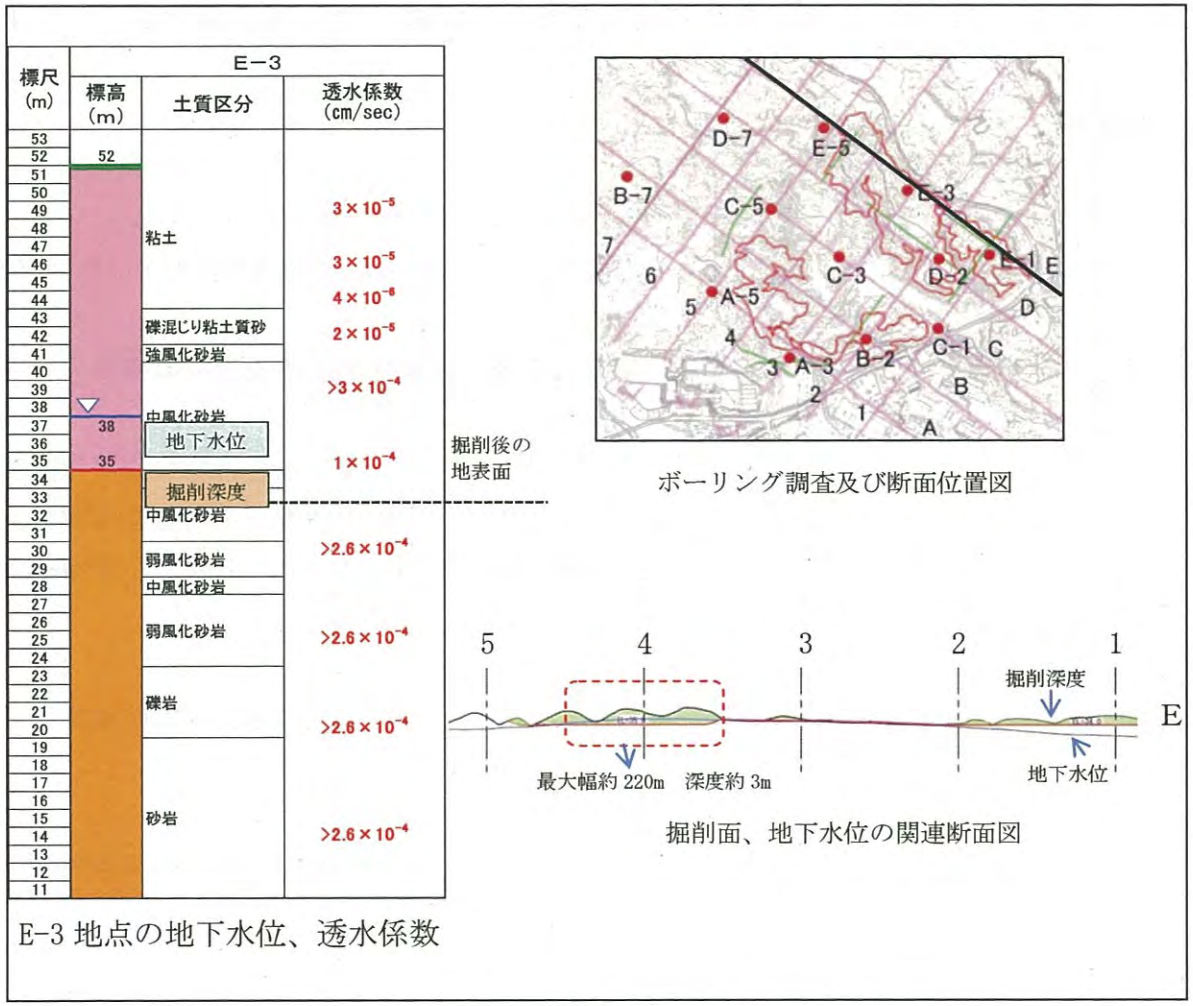

図-2.3.2　掘削面、地下水位の関連断面図

2) 調査地点の設定の考え方

埋立土砂発生区域全域(改変区域)とする。

3) 調査地点の設定結果

図-2.3.3に示す埋立土砂発生区域全域(改変区域)とする。

(3) 調査時期・期間

工事期間中の豊水期、渇水期の年2回実施。

(4) 調査方法

埋立土砂発生区域全域を踏査し、地下水の湧出状況を目視で確認し、湧出が確認された場合は状況を写真撮影で記録するとともに、バケツ等の適切な容器を用いて時間あたりの湧出量を測定する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

1) 判断基準

一部の地点で約0.43m^3／日(1m改変幅単位当たり)の地下水が湧出すると予測されていることから、地下水の湧出が認められた場合とする。

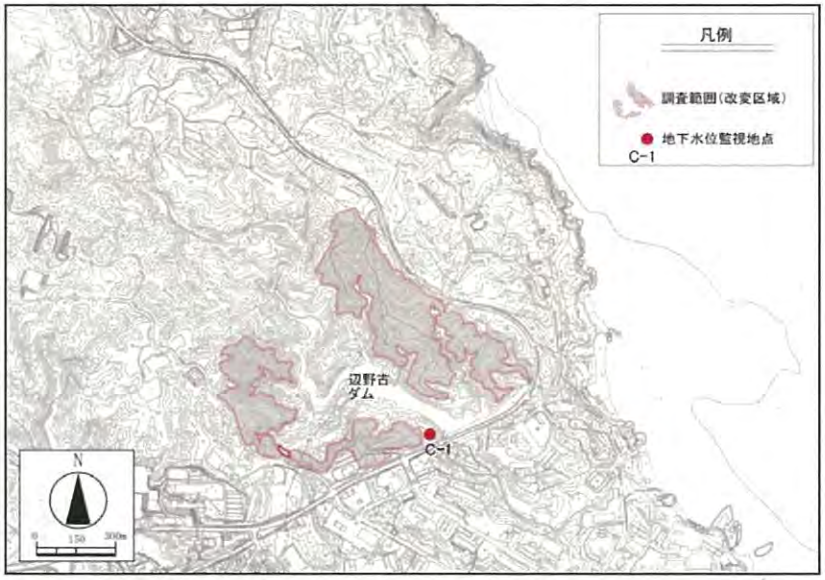

図-2.3.3　環境監視調査を行う範囲

2) 確認・対応の方法

湧出状況を目視確認する。湧出が確認された場合、湧出する区域に透水管等を設置し、湧出水を下流域に戻すなどの対策を講じる。

2.4 底生動物等の移動（移動後の監視）

(1) 調査の考え方

移動・放流する底生動物の多くは、大きな移動能力を有していないものの、放流箇所からそれぞれに適した生息場所に徐々に移動していくことや、ウミボッスについては生活史からみて季節的に消長を繰り返すことが考えられることから、移動・放流した個体そのものを追跡することは困難である。

そのため、底生動物等の移動に係るモニタリング調査は、移動先及びその周辺において、生物相（底生動物、海藻草類、浮遊生物）についての調査を行うことにより、移動後の生息・生育環境に大きな変化が生じていないかどうかを確認することを目的として実施することとする。

(2) 調査項目

底生動物の生息状況、海藻草類の生育状況、浮遊生物の分布状況

(3) 調査地点・範囲

これまでの海域生物調査において対象された調査地点のうち、環境保全措置で行う底生動物等の移植箇所に最も近い地点を対象とする。また、対照のための情報を得るため、上記の地点が含まれる海域で、やや離れた地点においてもモニタリング調査を行う。

図-2.4.1に底生動物等に移動に係るモニタリング調査地点（案）を示す。

※重要な種の保護の観点から、表示していません。

図-2.4.1　底生動物等の移動に係るモニタリング調査地点（案）

(4) 調査時期・期間

既往の調査と同様に、年４回（四季）の頻度で調査を実施する。

また、調査期間は移動・放流後５年間とする。

(5) 調査方法

経年的な変動を確認するため、海域生物のインベントリー調査（定性的調査）及び各生物群の定量的調査を行うものとする。調査方法は、既往の調査と同一の方法とする。

1) 定性的調査（インベントリー調査）

大型底生生物（貝類、甲殻類、棘皮類）及び海藻草類を対象として生物種の目録作成を行う。

各地点に存在する種々の環境に着目し、対象とする項目に応じて複数の調査員により目視観察及び生物採取を一定時間行った後、各調査員の目視観察記録及び採取生物を持ち寄り、確認種の記録、写真撮影等を行う。採取した生物のうち詳細検討が必要な個体は、最小限の試料を持ち帰り、室内にて種の同定を行う。また、分類上標本が必要と判断された場合には、沖縄県漁業調整規則を遵守する範囲で試料の一部を持ち帰って標本を作製する。

2) 定量的調査

(a) 底生動物調査

マクロベントスを対象として、スミスマッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 0.05m^2）により表層堆積物を 2 回採取し、ふるい（目合い 1mm）に残った試料を固定した後、同定、個体数の計数及び湿重量の測定を行う。

(b) 潮間帯生物調査

移動・放流場所が潮間帯の場合に、表在性の大型底生動物及び海藻草類を対象として行う。

潮上帯から潮下帯にかけてベルトトランセクト法による目視観察(測線に沿って 30cm×30cm の方形枠を連続して移動させながら、枠内に生息する動物及び植物を記録）により、地形・底質の状況、出現種、大型底生動物の個体数の概数、植物の被度（枠内の面積比）を記録する。

目視観察後、各測線の代表位置 2 箇所（上層：潮上帯と平均水面の間、下層：平均水面と潮下帯の間）に 30cm×30cm の方形枠を設置し、岩盤の場合は付着生物の刈り取り、砂礫・転石地の場合は表層堆積物の採取（深さ約 5cm）を行い、目合い 1mm のふるいに残った試料を固定した後、同定、個体数の計数及び湿重量の測定を行う。

(c) 干潟生物分布調査（堆積物採取法）

移動・放流場所が干潟域の場合に行う。

既往調査における調査測線において代表位置を 5 箇所選定し、1 箇所につき 30cm×30cm の方形枠を 4 点設置し、枠内の表層堆積物を採取（深さ約 20cm）し、目合い 1mm のふるいに残った試料を固定した後、同定、個体数の計数及び湿重量の測定を行う。

(d) 浮遊生物調査

a) 植物プランクトン調査

満潮時前後にバンドーン採水器を用いて海面下 0.5m 層で 5L 程度採水し、試料を固定した後、沈澱濃縮もしくは分離濃縮し、同定及び細胞数の計数を行う。

b) 動物プランクトン調査

満潮時前後に北原定量ネット（NXX13、網目幅 0.1mm）で鉛直曳き（リーフ内：底上～表層、リーフ外：底上～海面下 10m 及び海面下 10m～表層の 2 層、水深が 15m 未満の場合は底上～表層までの 1 層）を行い、試料を固定した後、同定及び個体数の計数を行う。

(6) 環境の影響の程度が著しいと判断する基準（環境監視基準）

底生動物等の移動に係るモニタリング調査は、移動先及びその周辺において、移動後の生息・生育環境に大きな変化が生じていないかどうかを確認する。

底生動物の移動に係るモニタリング調査の項目と確認内容を表-2.4.1に示す。

表-2.4.1　底生動物の移動等に係るモニタリング調査の項目及び確認内容

調査項目	確認内容
底生動物の生息状況 （底生動物相、種類数、種類別個体数）	放流箇所に近い地点における既往調査結果との照合により、移動後の底生動物相やその生息環境に大きな変化が生じていないか。
海藻草類の生育状況 （海藻草類相、種類数）	ウミボッス移植箇所に近い地点における既往調査結果との照合により、移植後の海藻草類相やその生育環境に大きな変化が生じていないか。
浮遊生物の分布状況 植物プランクトン： 種、種類数、種別細胞数 動物プランクトン： 種、種類数、種別個体数	水質変化の指標として取り扱う。 放流箇所に近い地点における既往調査結果との照合により、移動後の浮遊生物相に大きな変化が生じていないか。

2.5 サンゴ類（全域の状況監視）

(1) 調査項目

サンゴ類の生息被度、生息状況、食害生物の出現状況等

(2) 調査地点・範囲

環境影響評価において現地調査を実施した区域（松田地先～嘉陽地先）のうち、事後調査で実施するライン調査及びスポット調査を補完する位置で調査を実施する。

図-2.4.1にサンゴ類の環境監視調査の調査範囲を示す。

(3) 調査時期・期間

工事期間中、夏季～秋季及び冬季～春季の年2回実施する。

(4) 調査方法

マンタ法により調査船に曳航された潜水調査員が海底を目視観察し、サンゴ類の生息被度、食害生物の出現状況、白化の状況、土砂の堆積状況等を定性的に記録する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断する基準（環境監視基準）

環境監視調査の結果は、事後調査の結果を解析する際の参考データとして整理する。

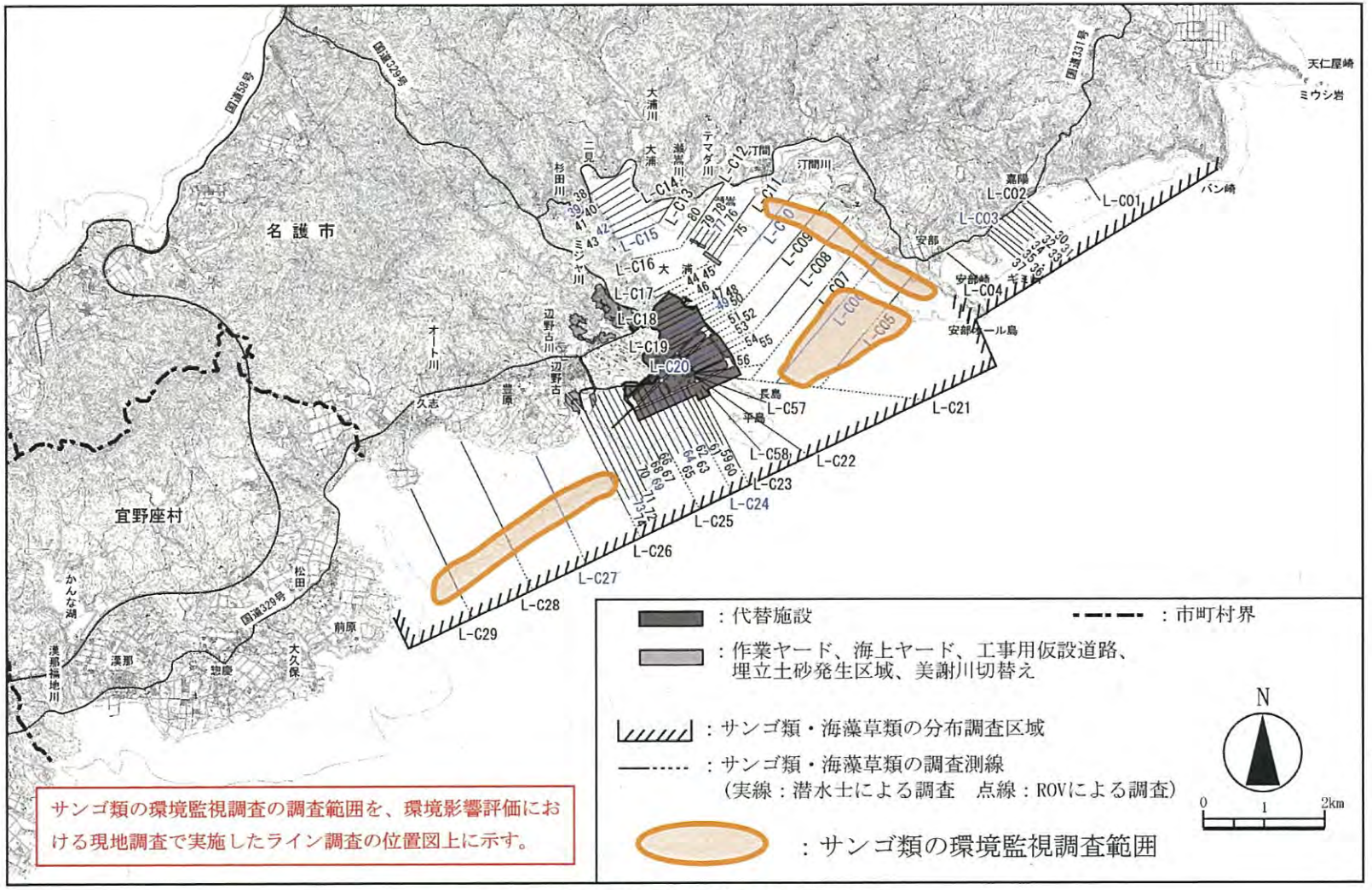

図-2.4.1　サンゴ類の環境監視調査範囲

2.6 海藻草類（全域の状況監視）

(1) 調査項目

海藻草類（クビレミドロを含む）の生育被度、生育状況等

(2) 調査地点・範囲

環境影響評価において現地調査を実施した区域（松田地先～嘉陽地先）のうち、事後調査で実施するライン調査及びスポット調査を補完する位置で調査を実施する。

図-2.5.1に海藻草類の環境監視調査の調査範囲を示す。また、クビレミドロについては、これまで生育が確認されていた久志地区等の干潟域で実施する。

(3) 調査時期・期間

海藻草類は、工事期間中、海藻草類の繁茂期及び衰退期の年2回実施する。また、クビレミドロは繁茂期である春季とし、干潟上の生育状況の把握に適した大潮期に2回実施。

(4) 調査方法

海藻草類は、マンタ法により調査船に曳航された潜水調査員が海底を目視観察し海藻草類の生育被度、生育状況等を定性的に記録する。また、クビレミドロは、干潟上を踏査により目視観察し、クビレミドロの生育範囲、生育被度を記録する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断する基準（環境監視基準）

環境監視調査の結果は、事後調査の結果を解析する際の参考データとして整理する。

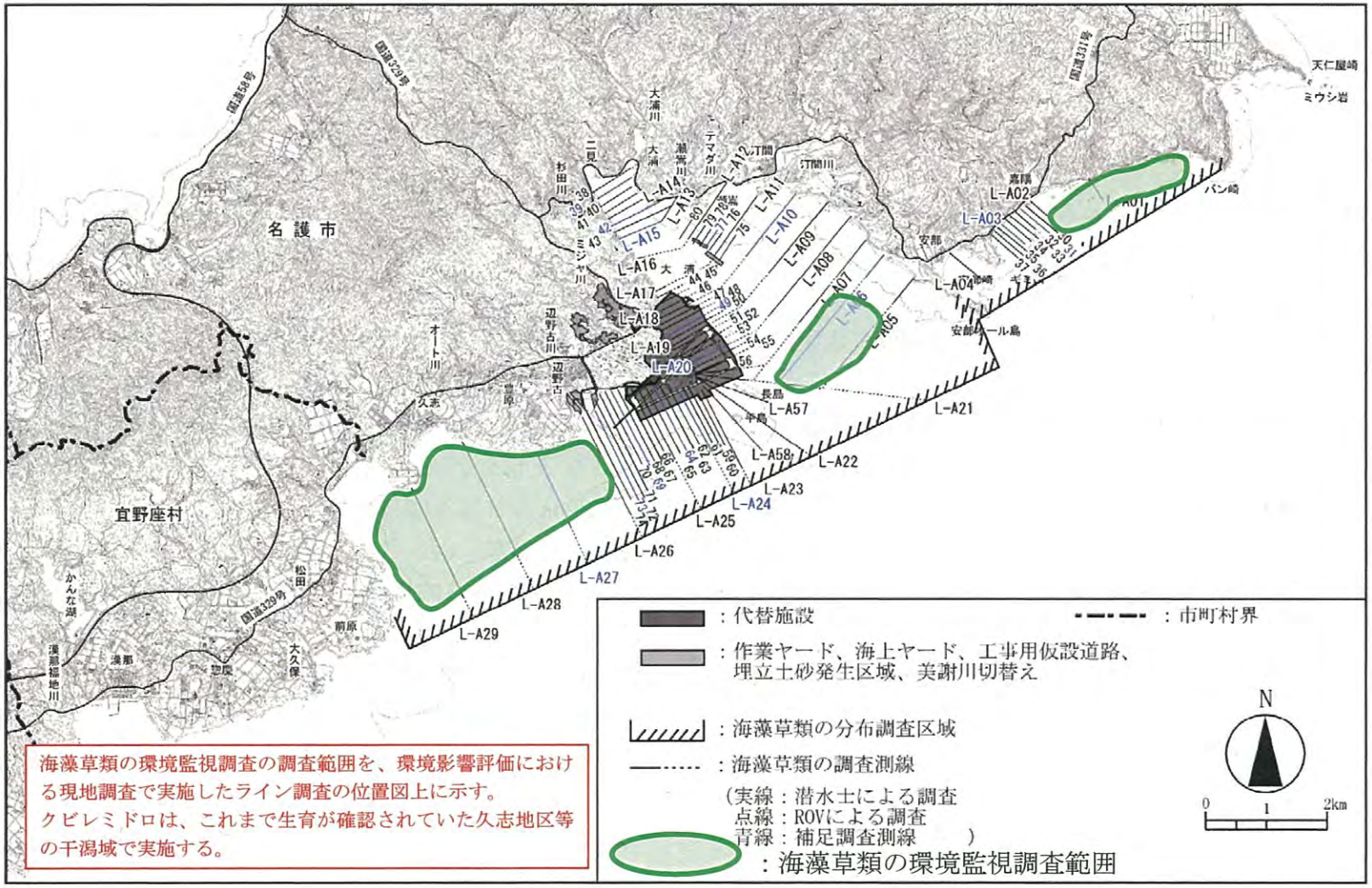

図-2.5.1　海藻草類の環境監視調査範囲

2.7 陸域動物(鳥類等)

(1) 調査項目

鳥類等の営巣状況の確認

(2) 調査地点

1) 評価書における予測結果

工事中の騒音範囲と鳥類の確認地点を図-2.7.1～図-2.7.2に示す。また、騒音に対する鳥類等の影響についての既存知見を表-2.7.1に示す。

埋立土砂発生区域の各工区のピーク時においては、アジサシ類に行動反応を生じるとされる65dBを超過する範囲やその周辺で、秋季から春季にかけて一時飛来するサシバや、留鳥として森林に生息するカラスバト、リュウキュウコノハズク、アマミヤマガラが確認された。また、アジサシ類に警戒行動を生じる70dBを超過する範囲では、主にサシバやアマミヤガラが確認されたが、カラスバトの確認はない。なお、羽ばたきや飛びたちを生じるとされる85dBを超過する範囲では、サシバやアマミヤガラが確認されている。当該地で繁殖する可能性がある鳥類(その多くは森林性の留鳥)の主な繁殖期は春季から初夏、カラスバトの繁殖期は秋季から冬季(沖縄県内での繁殖の知見は極めて少ない)とされている。

次いで、沿岸の代替施設周辺の各工区のピーク時においては、65dBを超過する範囲やその周辺では、留鳥のリュウキュウヨシゴイや冬鳥として一時飛来するチュウサギやハヤブサが確認された。また、アジサシ類に警戒呼行動を生じる70dB及び羽ばたきや飛びたちを生じるとされる85dBを超過する範囲では、いずれもハヤブサが確認されている。

このほか、低地や沿岸に生息するリュウキュウヒクイナ、ヒメアマツバメ、セイタカシギ、ホウロクシギは調査範囲の低地(河川沿いや耕作地)や干潟で確認されている。

なお、資機材運搬車両等の通過音に対しては飛び立ちなど一時的な反応を生じると考えられますが、生息地や繁殖地を放棄するなどの重大な変化は生じないものと予測した。

注：ツミ、シロチドリ、エリグロアジサシ、ゴイサギの4種は、陸域生態系の注目種(上位種、典型種)として選定したため「陸域生態系」で予測したが、これらの種についても同様に環境監視を行う。

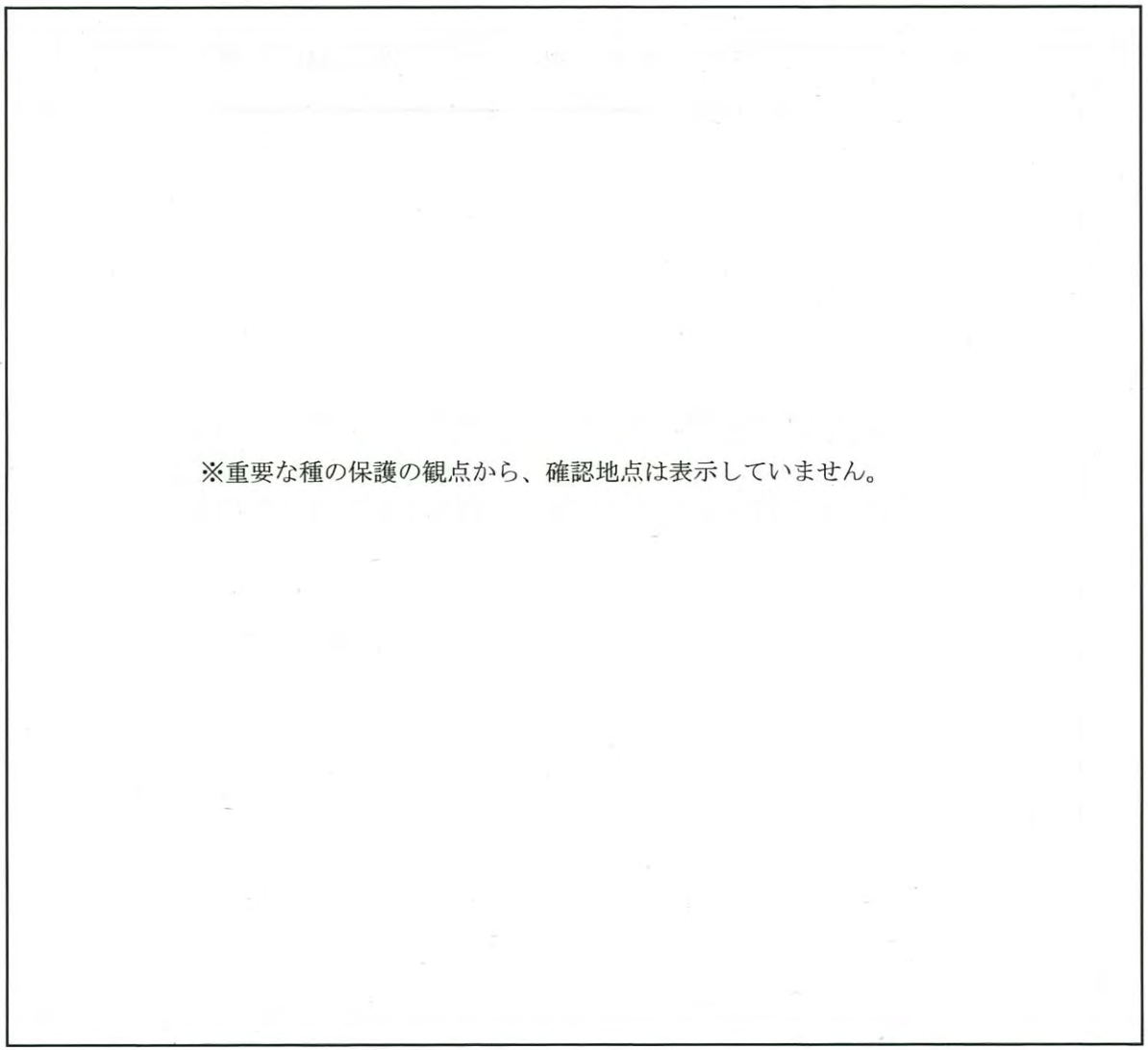

図-2.7.1　工事中の騒音範囲と鳥類の確認地点（山地性鳥類を中心に表示）

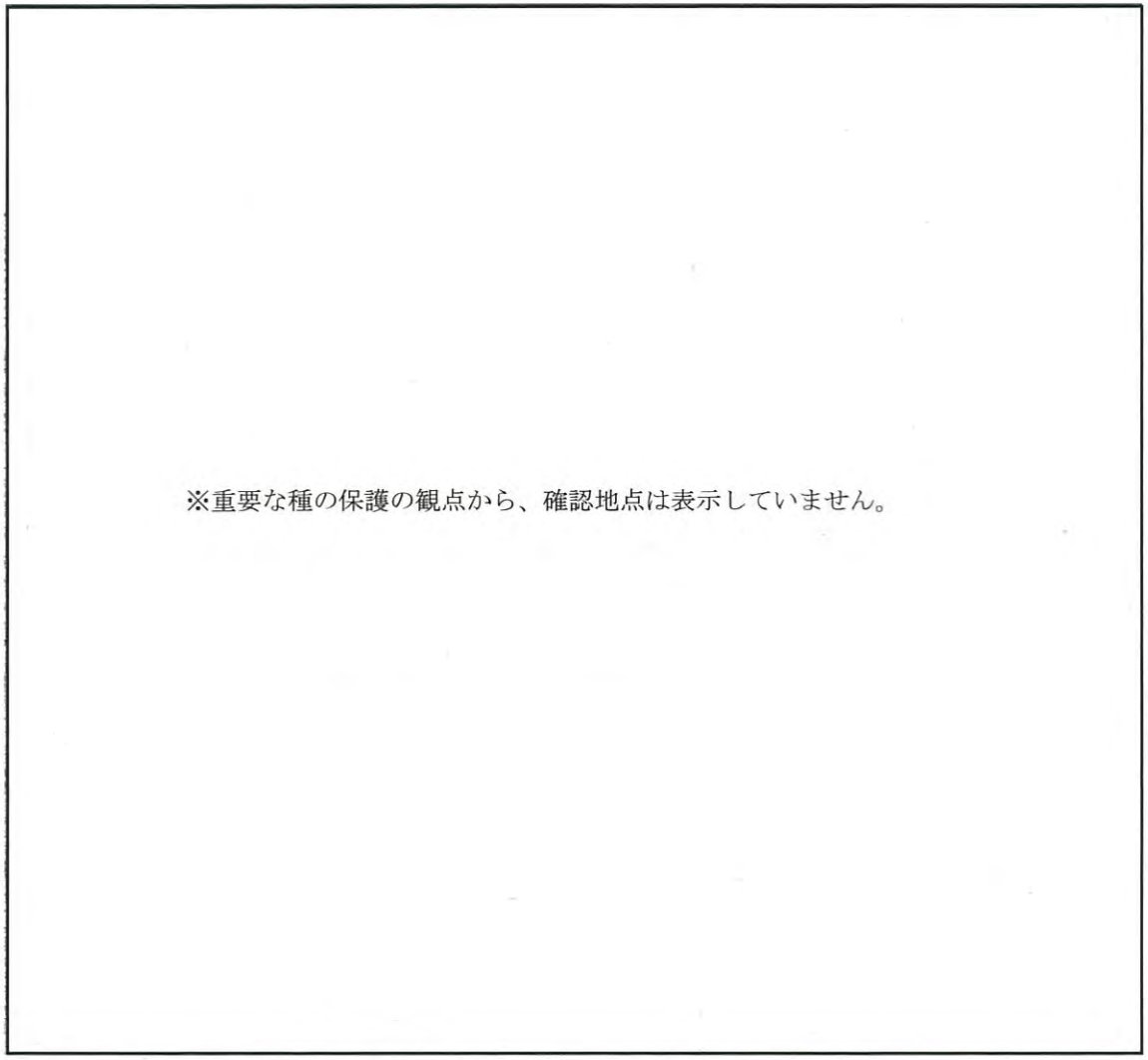

図-2.7.2　工事中の騒音範囲と鳥類の確認地点（沿岸部に生息する鳥類を中心に表示）

表-2.7.1　騒音に対する鳥類等への影響の知見

項目	要旨	アドレス・図書名
可聴周波数の範囲	鳥類の可聴周波数の範囲については、ほぼヒトに近いと報告されている。	①「動物の爆発音に対する応答について」:黒田英司、工業火薬　Vol 43、No.3 ②「発破による音と振動」:(社)日本騒音制御工学会技術部会 低周波音分科会
人工雑音が野生生物に与える影響	短期的な行動変化（個体の生存や繁殖に影響する場合） ①営巣中の鳥が飛び立つことで卵の落下や不在中の捕食被害 ②アジサシの一種では、営巣中、65dB程度で半数以上が頭を動かし、70dB程度で警戒し、80－90dB以上で羽ばたきや飛び上がる。 ③複数のワシタカ類は90ー100dB以上でごく一部の個体が行動的反応（飛び立ち等）をとるが、繁殖率などには有意な影響は認められないなど、大きな雑音を受けながら顕著な影響が認められない場合も少なくない。 行動圏の変更 ①哺乳類や鳥類は、人工雑音により行動圏を変更し、音源を避けることで行動圏が広がり個体群密度の低下を招く。 ②同種でも反応の仕方は時期や個体の状態によって大きく異なる。カリブーでは休息中と較べ、移動中や採食中にパニック反応を起こしやすい。 ③慣れにより影響が変化することがあるが、個体間や種間、分類群間で異なり、カモでは慣れで音に反応する個体はすぐに10%以下になるが、類似のオシドリでは時間経過しても10%を下回ることはない。 音源の違い ①哺乳類や鳥類は、飛行機の音よりヘリコプターの音のほうが音圧が小さくても行動反応が大きい傾向がある。 ②一般に一定の音よりも時間的、周波数的に変動する音に慣れにくい。	平成14年度ダム水源地環境技術研究所　所報（平成15年発行）　調査研究4－3　人工雑音が野生生物に与える影響　ー柳　英隆
	利用する音のマスキング ①さえずりを聴いて学習する鳥は、雑音環境下でさえずりに発達阻害が懸念される。 ②マスキングは、雑音音源が信号と時間的に重なるとき、また雑音の周波数帯がその生物の利用する周波数帯と一致したときが最も影響の大きい傾向がある。 ③野外での鳥類の研究例では、雑音周波数帯とその種の利用周波数帯の間に関連は見いだされていない。野外での音圧や周波数変動下での研究が今後必要。 聴覚阻害 ①大きな音圧にさらされると感受できる最低音圧が上がることがある。短期的なTTSと生涯にわたり回復しないPTSに区分される。 ②人間では70dBの継続音や80－100dBの短期的音によりTTSが生じる。PTSが生じるのはさらに25dB程大きな音圧である事が多い。 ③TTSやPTSの影響は周波数によっても異なり、ネコでは4000Hzで最も影響を生じやすい。 ④コウモリのような違う音を聞いている動物の知見はなく、音の減衰が小さい水中に棲む水生生物では懸念される場合がある。 生理的変化 ①雑音による動物の生理的変化に関しては、副腎肥大、肝臓重量増加、肝臓RNA量の増加、肝臓や腎臓の酸素量変化、心拍数増加、血圧上昇、循環器系疾患の増加、血液成分の変化、ホルモンバランスの変化、免疫系変化、子宮と卵巣の重量変化、オスに聴かせた場合の授精率低下、メスに聴かせた場合の受精率低下、胎児への影響などがある。しかし、雑音が直接的に個体の成長や繁殖に影響した例はほとんど無い。 ②ある種にとって、潜在的天敵として人間が捉えられている場合、人工音は天敵に繋がりストレスになる。そのため、実験では生じなくても野生生物では影響を生じることは十分考えられる。 ③多くの動物については行動的や生理的な影響は未知である。 その他 ①日本の森林における音の伝搬・減衰特性調査が必要である。 ②森林が開けた環境になることで生じる音環境の変化から波及する影響は未知である。	

2）調査地点の設定の考え方

改変予定地周辺における重要な種は図-2.7.3～図-2.7.15に示す地点で確認されている。

現時点では改変予定地周辺において、カラスバト等の繁殖は確認されないが、当該地で繁殖する可能性がある鳥類の多くは森林性の留鳥で、主な繁殖期は春季から初夏であるが、カラスバトの繁殖期は秋季から冬季とされている（沖縄県内での繁殖の知見は極めて少ない）ことから、環境監視調査を行う地点は事業実施区域及び直近で営巣を確認した箇所とする。

なお、重要な鳥類以外に、工事区域内の砂浜でウミガメ類の産卵が確認される可能性もあるため、工事実施前にウミガメ類の産卵の状況を把握する。

3）調査地点の設定結果

過年度結果における確認地点を含む事業実施区域周辺とする。

なお、過年度結果における確認地点は、図-2.7.3～図-2.7.15に示した。

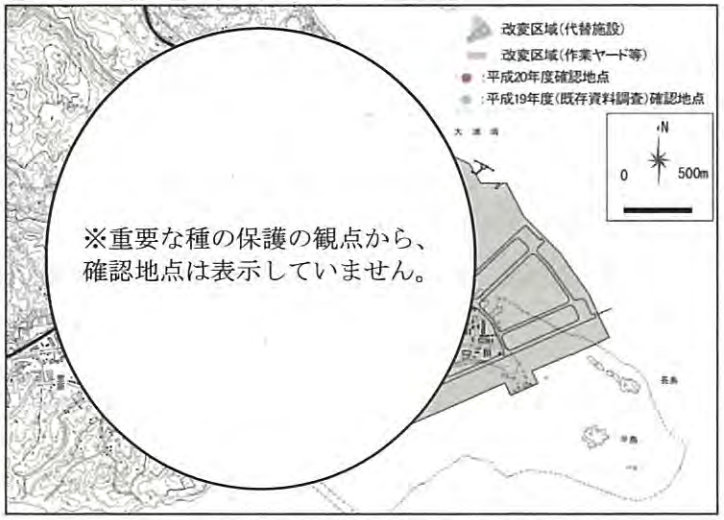

図-2.7.3　カラスバトの確認地点

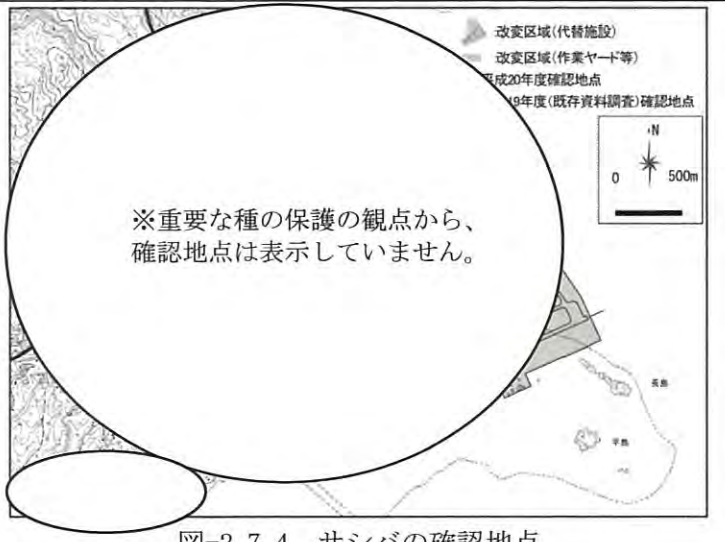

図-2.7.4　サシバの確認地点

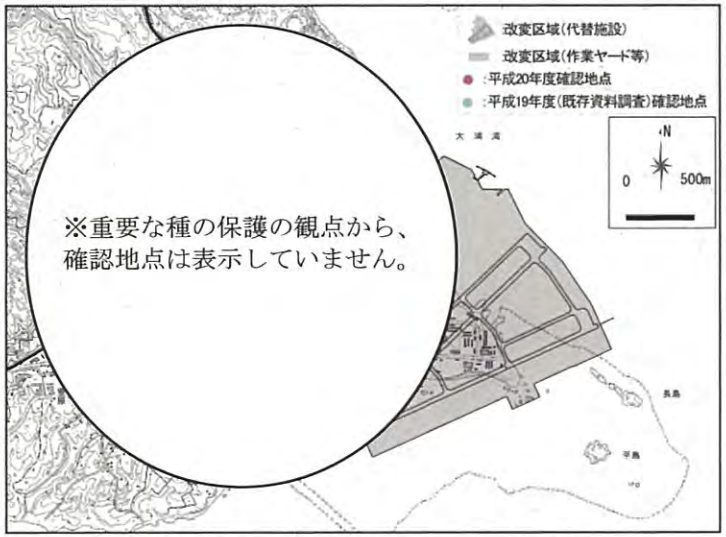

図-2.7.5　ホウロクシギの確認地点

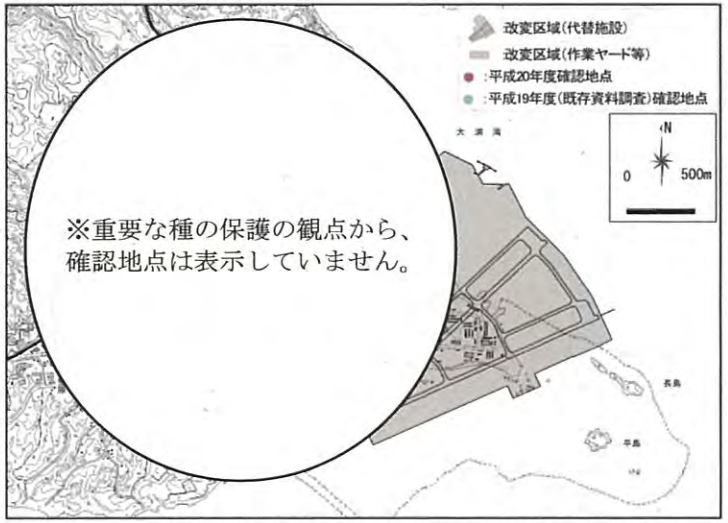

図-2.7.6　リュウキュウオオコノハズクの確認地点

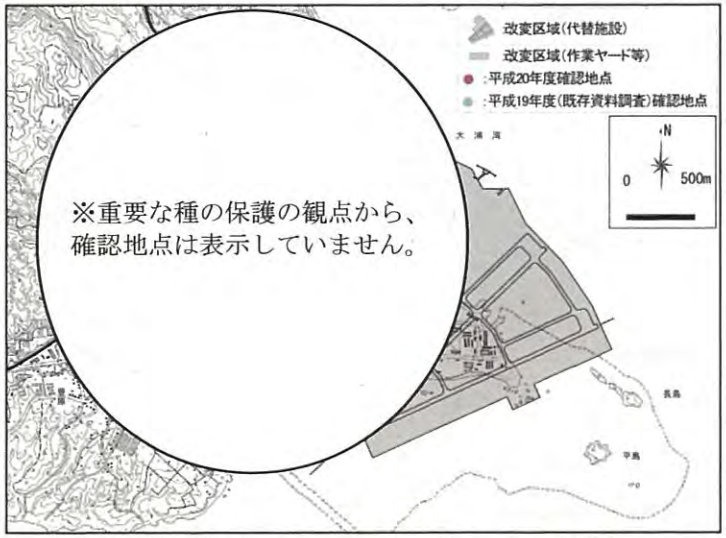

図-2.7.7　リュウキュウコノハズクの確認地点

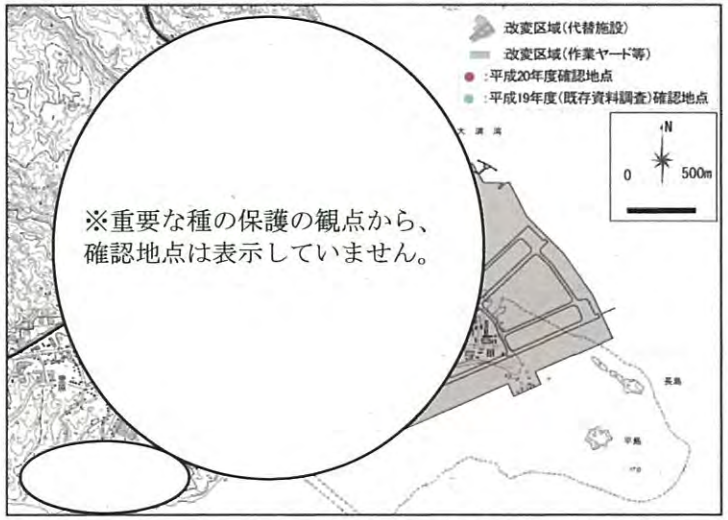

図-2.7.8　リュウキュウアカショウビンの確認地点

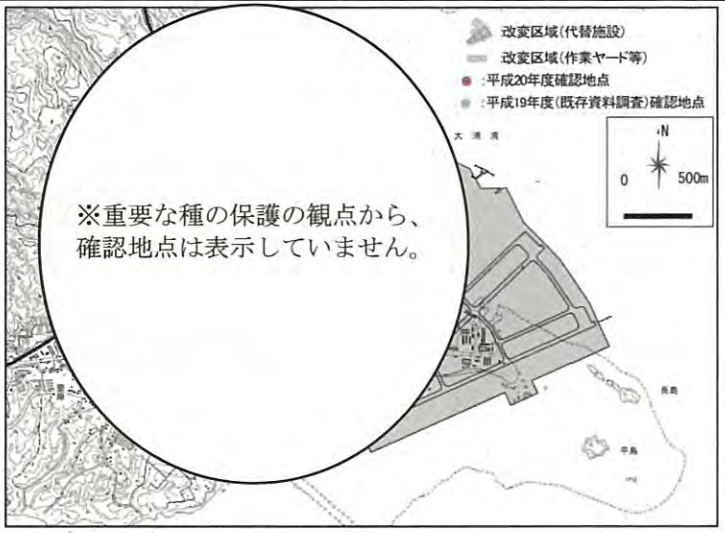

図-2.7.9　リュウキュウアオバズクの確認地点

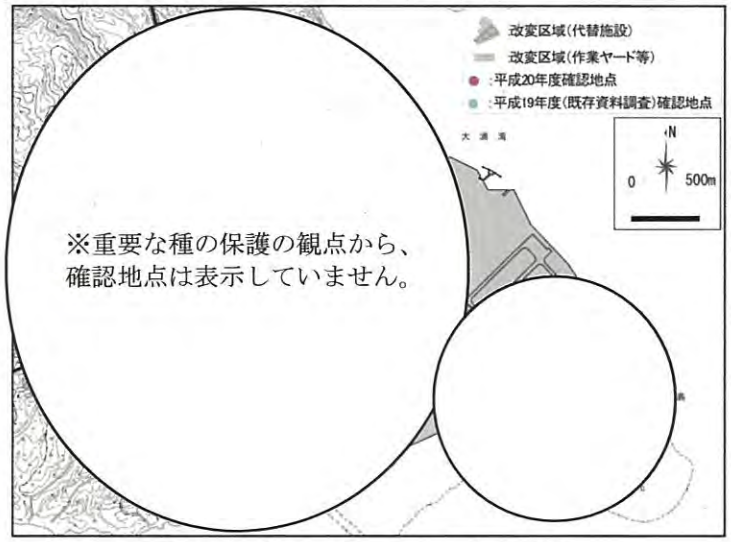

図-2.7.10　カワセミの確認地点

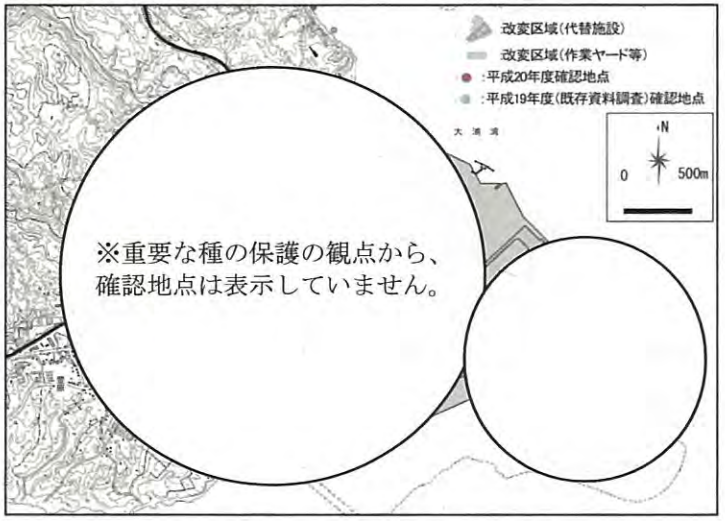

図-2.7.11　ハヤブサの確認地点

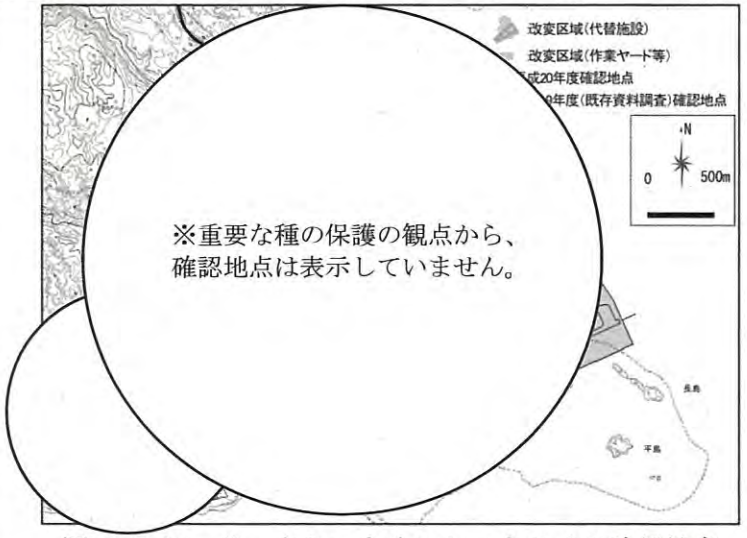

図-2.7.12　リュウキュウサンショウクイの確認地点

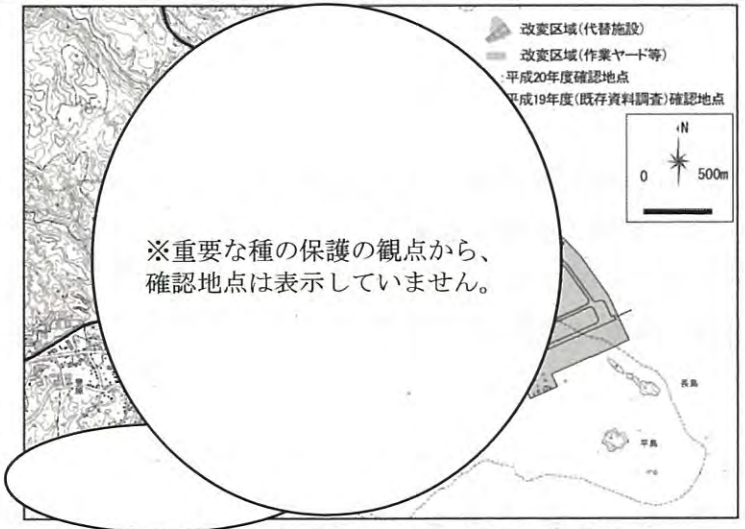

図-2.7.13　リュウキュウコゲラの確認地点

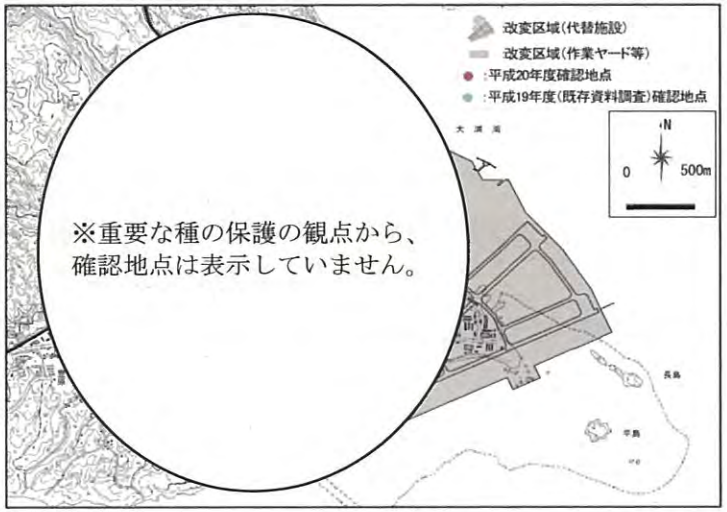

図-2.7.14　リュウキュウサンコウチョウの確認地点

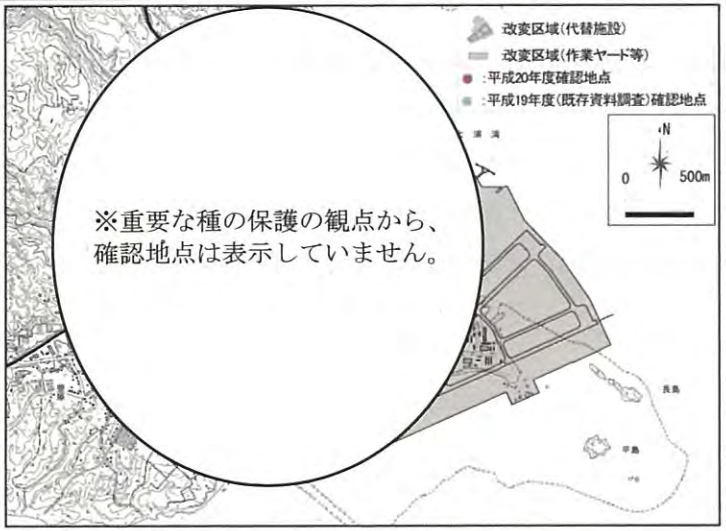

図-2.7.15　アマミヤマガラの確認地点

(3) 調査時期・期間

重要な鳥類の営巣調査は工事直前から工事期間中の繁殖期間(主な繁殖期は春季から初夏)に実施。但し、カラスバトは繁殖期が秋季から冬季とされていることから、秋季から冬季にかけて確認する。なお、営巣が確認される場合は週1回、繁殖・営巣状況を確認する。ウミガメ類は工事実施前の春季から夏季かけて実施する。

(4) 調査方法

重要な鳥類は工事前に工事区域及びその周辺の事前踏査を行い、繁殖や営巣を確認した場合、工事騒音を測定し、その測定値が70dB以上となった際は、繁殖状況や行動を双眼鏡や望遠鏡(スポッティングスコープ)を用いた目視観察により観察し記録する。

ウミガメ類は工事前に工事区域の砂浜を事前踏査し、上陸・産卵の状況を目視観察により観察し記録する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

1) 判断基準

工事騒音が70dBを超える範囲内で確認した重要な鳥類の繁殖状況や行動状況が、騒音によって回避行動が頻繁に認められた場合とする。

2) 確認・対応の方法

回避行動が認められる判断は、適宜、専門家等の意見を聴取し判断する。また、判断基準の超過が確認された場合の対応としては、確認した繁殖地近辺での70dBを超えるような作業を一時中断するなど、必要な対策を講じる。

また、工事区域内の砂浜でウミガメ類の産卵が確認された場合は、建設機械の稼働計画や資機材運搬車両等の運行計画を調整し、やむを得ない場合を除き繁殖地周辺の工事制限範囲内の立ち入りは禁止する等の環境保全措置を講じる。