

令和3年度 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境監視等委員会（第33回）
議 事 録

- 件 名：令和3年度普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境監視等委員会（第33回）
日 時：令和3年8月10日（火）13：10～16：40
場 所：Web会議（委員長、各委員、沖縄防衛局）
委 員：中村委員長、荒井委員、池田委員、奥山委員、茅根委員、五箇委員、塩田委員、
田中委員、仲田委員、服田委員、原委員、安田委員、矢吹委員
- 議 事：1. 開会
2. 議事
① 前回委員会等における指導・助言事項とその対応方針について 資料1
② 令和2年度 事後調査等報告書について 資料2
③ レッドリストサンゴ類の生息状況等について 資料3
④ サンゴ類の生息状況等について 資料4
⑤ サンゴ類の実行可能な環境保全措置について 資料5
⑥ 海草藻場の生育範囲拡大について 資料6
⑦ 美謝川整備後のモニタリング計画について 資料7
⑧ 工事の実施状況等について 資料8
・ジュゴンの生息状況等について
・工事中における水の濁りについて
・護岸工事に伴う水の濁りのシミュレーション等について
3. 閉会

配付資料：議事次第

- 資料1：前回委員会等における指導・助言事項とその対応方針について
資料2：普天間飛行場代替施設建設事業に係る令和2年度事後調査報告書について
資料3：レッドリストサンゴ類の生息状況等について
資料4：サンゴ類の生息状況等について
資料5：サンゴ類の実行可能な環境保全措置について
資料6：海草藻場の生育範囲拡大について
資料7：美謝川整備後のモニタリング計画について
資料8：工事の実施状況等について

【開会】

事務局より開会を宣言

【事業者挨拶】

宮津沖縄防衛局次長より挨拶

委員長：

それでは、議事次第の1つ目の議事の前回委員会等における指導・助言事項とその対応方針について、事務局より説明をお願いします。

【議事①：前回委員会等における指導・助言事項とその対応方針について】

事務局：

資料1の前回委員会等における指導・助言事項とその対応方針について説明いたします。

まず、レッドリストサンゴ類の生息状況等についてです。

これまでの調査で得られたオキナワハマサンゴに関する生活史や繁殖状況等の知見を整理し、移植の成果を含めたとりまとめを行うことという指導・助言を頂きました。これについては、令和3年8月で移植から3年間が経過したことから、これまでの調査で得られた知見を整理し、次回以降に提示する予定です。

次に、サンゴ類の実行可能な環境保全措置についてです。

種苗生産の対象種の選定の考え方について、大浦湾周辺における特徴的な種類及び種苗生産の実績のある種類の双方を考慮することを理想とし、まずは実績のある種類を優先して検討を進めることという指導・助言を頂きました。これについては、具体的な種の選定について、種苗生産技術が確立されている実績のある種類から検討することとし、次回以降に改めて提示する予定です。

次に、工事の実施状況等についてです。

まず、ジュゴン調査に関し、ジュゴン調査におけるドローンの活用検討においては、ドローンのメリット・デメリットを整理し、適切な方法で調査が行えるよう検討することという指導・助言を頂きました。これについては、ドローンの特性について整理し、ドローンのジュゴン調査への利用について検討整理した結果を、資料8に提示しています。

次に、水の濁りの考察に関し、今後の水の濁りの考察について、できる限り波浪のデータによる客観的な情報を提示するよう努めることという指導・助言を頂きました。これについては、利用可能な波浪データの情報について検討を行い、整理した結果を、資料8に提示しています。

以上です。

委員長：

はい、ありがとうございます。ただいまの資料1のご説明について、何かご意見、質問等はありませんか。

では、特段ご意見がなさそうですので、本委員会からの指導・助言事項は、資料1についてはなしということで進めさせていただきます。

では、資料2に基づいて、議事次第の2番目の議事の令和2年度事後調査等報告書について、事務局からご説明をお願い致します。

【議事②：令和2年度 事後調査等報告書について】

事務局：

令和2年度事後調査等報告書について説明させていただきます。事後調査報告書と環境監視調査報告書の案についても、お手元にお配りしていますので、併せてご確認ください。

資料2をご覧ください。2ページは、事後調査報告書の目次構成となっています。概要版については、第6章、第7章、第9章を調査項目ごとに整理してお示ししています。

3ページから4ページの上部までは令和2年度に行った対象事業の実施状況です。護岸工事は、傾斜堤護岸K-1～K-4において、クローラクレーン等を用いて消波ブロックの据付及び上部工を実施しています。また、傾斜堤護岸K-8においては、クローラクレーン等を用いて消波ブロックの据付を実施しています。埋立工事は、埋立区域②-1及び埋立区域②において、ブルドーザ、バックホウ、振動ローラ等を用いて埋立工を実施しています。埋立区域②-1においては、令和2年9月に海水面から3.1m（一部護岸沿いは4.0m）まで埋立を完了しています。

4ページの下部は実施段階別の環境保全措置実施項目一覧です。事後調査報告書には実施した環境保全措置を詳細に記載しているところです。

5ページから8ページは環境保全措置の実施状況の例です。5ページは、改変区域内に生息する底生動物のうち、主に自力移動能力の低い貝類や甲殻類の重要な種3種類7個体を各種の生息に適した周辺の場所へ移動したことを示しています。6ページは、大浦湾側の改変予定区域において、海藻類の重要な種であるウミボッスを95個体発見し、直前の踏査でもウミボッスの生育が確認された[]へ移植したことを示しています。7ページは、リュウキュウスガモの種苗を用いて、現地実証試験として嘉陽地先海域に種苗の植付けを、また試行的な海草類の生育範囲拡大として豊原地先海域に種苗の植付けを実施したことを示しています。8ページは、改変区域の海岸部に生息するオカヤドカリ類・オカガニ類53, 386個体を捕獲し移動したことを示しています。

9ページ、10ページは、事後調査の実施状況として調査項目、調査時期及び調査工程を示しています。

11ページから13ページは、水の汚れの調査結果を示しています。海水のpHはコンクリート打設工事が未実施であり、また、栄養塩類等は供用後の調査項目であるため、いずれも「工事前」の調査結果になります。なお、海水のpH及び栄養塩類等は調査地点間や採水層間において大きな差は認められていません。

14ページから18ページは、土砂による水の濁りの調査結果を示しています。15ページと16ページに調査地点や調査結果の概要を、17ページと18ページに過年度との比較検討の結果を示しています。

17ページに、まとめを示しています。令和2年度に基準を超過した濁りについて、工事が発生源と考えられる事例はありませんでした。基準を超過した濁りの主な原因は、降雨等による河川等からの濁水流入や高波浪等による底泥の巻き上げ等の自然要因であると考えられました。

18ページに、SPSSの経年変化をグラフで示しています。上段に示している「サンゴ類及び海草藻場の主たる分布域近隣」の調査地点のうち、青で示しているC1のSPSSが令和2年以降、増加傾向にあります。

SPSSの増加の原因は、基準を超過した濁りの原因と同様に、濁水流入や底泥の巻き上げといった自然要因による濁りが堆積したものであって、工事による影響ではないと考えているところです。

19ページ、20ページは、地下水の水質の調査結果を示しています。埋立工事に伴う土砂採取が未実施のため、この調査結果は「工事前」の調査結果となります。

21ページから23ページは、ウミガメ類の上陸及び工事海域への来遊（接近）状況についてです。令和2年度の事後調査は4月から10月にかけて行い、このうち4月から8月にかけて合計61箇所の上陸が確認されました。工船用船舶によるウミガメ類の移動経路の阻害や工事区域から逃避する状況は確認されませんでした。なお、環境保全措置として、令和2年3月に「辺野古弾薬庫下」で産卵場の造成を行い、モニタリングと上陸の支障になる漂着ゴミの除去作業を継続しているところです。

24ページから34ページは、サンゴ類の状況についてです。25ページと26ページにはライン調査の結果及びスポット調査の結果、詳細観察12地点のうち代表的な1地点の状況を示しています。27ページには移植したオキナワハマサンゴの生息状況、28ページと29ページには幼サンゴの着床等の状況を示しています。30ページ以降には過去調査との比較検討結果を示しており、30ページと31ページにはサンゴ類の分布面積と分布状況、32ページには一例ですがサンゴ類の詳細観察結果を示しています。33ページには移植したオキナワハマサンゴの生息状況として、再生産の様子が確認されたこと、移植先の環境に順応していることを示しています。

34ページには、サンゴ類のまとめを示しています。サンゴ類の生息状況や生息被度については、場所によって分布範囲や被度、面積に変化がみられたものの、いずれも大きな変化はなかったこと、移植したオキナワハマサンゴに再生産の状況が確認され、繁殖活動を行えるほどの体力を有し、移植時のストレスから十分に回復し、移植先の環境に順応していること、幼サンゴについては幼群体の加入の傾向が前年度と同様であることを示しています。

35ページから49ページは海藻草類の状況についてです。

36ページはライン調査の結果になります。海草藻場がまとまってみられた場所は、嘉陽地先や安部の湾内、大浦湾奥部、辺野古地先及び久志地先のリーフ内でした。

ホンダワラ藻場がまとまってみられた場所は、嘉陽地先や安部の湾内、大浦湾奥部、大浦湾東部や湾口部の中干瀬、辺野古崎周辺から久志地先にかけてのリーフエッジ周辺でした。

37ページはスポット調査の結果になります。海草藻場、ホンダワラ藻場がまとまってみられた場所は、ライン調査とおおむね同様であり、ホンダワラ藻場は前原地先においてもみら

れました。

38ページには、ライン調査及びスポット調査から得られた被度の状況、マンタ調査の結果、海底面の地形、地質の状況、及び海底地形図による等深線を参考に作成した海草藻場及びホンダワラ藻場の分布状況図を示しています。

39ページはクビレミドロの生育状況調査及び底質調査の結果になります。令和2年度は生育状況調査において、クビレミドロは確認されませんでした。クビレミドロの過年度の生育域における底質（粒度組成）は、中砂分、細砂分及びシルト・粘土分を多く含んでいました。なお、工事前における生育箇所においてもほぼ同様の傾向であることを確認しています。

40ページは、海草藻場の生育範囲・面積について整理したもので、海草藻場の分布面積を平成19年度から令和2年度までグラフで示しています。海草藻場の分布面積は、大浦湾では工事前の平成20年度から平成24年度にかけて、辺野古前面では工事前の平成21年度から平成27年度にかけて、全域では工事前の平成20年度から平成27年度にかけて減少しており、その後横這いに転じ、以降令和元年度までは緩やかな減少が続いています。嘉陽前面では工事前の平成23年度から平成27年度にかけて減少しており、工事開始後の平成29年度以降は工事前の変動範囲の中で増減しています。

令和2年度の本調査結果は、いずれの海域においても前年度に比べてわずかに増加しています。

41ページは海草藻場の分布状況を平成19年度から令和2年度まで整理したものです。

42ページのとおり、工事前の平成19年度から平成27年度までの海草藻場の被度の変動範囲と、令和2年度の本調査による被度を比較すると、工事前の変動範囲を下回る箇所及び季節がみられたものの、ほとんどの地点で変動範囲内に収まっています。

43ページは、ホンダワラ藻場の生育範囲・面積について整理したもので、ホンダワラ藻場の分布面積を平成19年度から令和2年度までグラフで示しています。分布面積は、辺野古前面では工事前の平成23年度から平成27年度にかけて、全域では工事前の平成20年度から平成27年度にかけて減少傾向がみられ、その後横這いに転じ、以降もその傾向が継続しています。大浦湾では工事前の平成21年度から平成22年度にかけて減少し、工事開始後の平成29年度以降は工事前の変動範囲の中で増減しています。嘉陽前面では工事前の平成20年度から平成24年度にかけて減少し、工事開始後の平成29年度以降は工事前の変動範囲の中で横這いとなっています。

令和2年度の本調査結果は、辺野古前面及び全域では前年度に引き続き工事前の変動範囲をわずかに下回っていました。

44ページはホンダワラ藻場の分布状況を平成19年度から令和2年度まで整理したものです。

45ページはスポット調査によるホンダワラ藻場の被度の変化を平成19年度から令和2年度まで整理したものです。工事前の平成19年度から平成27年度までのホンダワラ藻場の被度の変動範囲と、令和2年度の本調査による被度を比較すると、全ての地点が変動範囲内に収まっています。

46ページはスポット調査による海草上の浮泥の堆積状況や付着藻類の状況です。浮泥の

堆積は、一部の地点及び季節で多くみられたものの、工事の実施に伴い増加するような傾向はみられていません。付着藻類の状況は、地点及び季節による変動がみられますが、工事の実施に伴い増加するような傾向はみられていません。

47ページ、48ページに、クビレミドロの生育状況や平成20年度から令和2年度までの分布状況を整理しています。クビレミドロは、過去の調査結果において、生育範囲や生育面積に変動はあるものの継続して確認されていました。令和2年度の本調査においては、クビレミドロは確認されませんでした。クビレミドロの過年度の生育域の周辺海域では現時点まで工事が発生源となる濁りの影響は及んでいないことから、工事の影響は確認されませんでした。

49ページは、海藻草類のまとめを示しています。工事を要因とする濁りの拡散は確認されておらず、海藻上の浮泥の堆積等が増加するような傾向もみられていません。このため工事前の変動範囲を下回った原因は、これらによるものではないと考えられますが、海藻草類の分布はその年の気象・海象等の自然環境に大きく影響を受けることから、今後も、工事の進捗に留意しながら事後調査を継続していきます。また、クビレミドロの生育状況については、令和2年度の本調査ではクビレミドロは確認されませんでした。クビレミドロの過年度の生育域は工事実施箇所から遠く離れており、土砂による水の濁り（海域）の検討結果からも、生育域において工事が発生源となる濁りの影響は及んでいないことから、工事による影響はなかったと考えられます。今後も、工事の進捗に留意しながら事後調査を継続して変化の状況を確認していきます。

50ページから70ページはジュゴンの生息状況についてです。51ページにはヘリコプター及び監視用プラットフォーム船からの監視状況、52ページには嘉陽・安部地先での食跡発見状況、53ページには嘉陽、古宇利島沖及び久志沖でのヘリコプターからの確認状況、54ページには水中録音装置による鳴音検出状況、55ページから61ページには平成30年度のジュゴンの確認状況と鳴音の検出状況を時系列で整理したものを示しています。

54ページに示すとおり、水中録音装置を用いた調査により、嘉陽地先海域では、大浦湾の施行区域内に位置するK-4地点において、令和2年4月、5月及び8月に海洋生物の鳴音のような音を検出し、海洋生物の専門家からジュゴンの鳴音の可能性が高いとの意見を得ています。また、大浦湾の施行区域内に位置するK-5地点においても、6月に同様の音が検出されました。

62ページ以降は過去調査との比較検討結果を示しており、62ページ、63ページには食跡の状況、64ページから68ページにはジュゴンの確認位置の状況、69ページには鳴音の検出状況を示しています。

70ページにジュゴンの生息状況のまとめを示しています。令和2年度においては、前年度に引き続き、ジュゴンの姿は確認されず、食跡も発見されませんでした。水中録音装置により、専門家からジュゴンの鳴音の可能性が高いとの意見を得た音が検出されました。令和2年度は、傾斜堤護岸の工事において消波ブロックの設置を行いました。ピーク時の施工量を上回るものではありませんでした。そのため、工事がジュゴンに影響を及ぼしたとは考えにくいところですが、今後も事後調査を継続してジュゴンの生息状況等を注視していく

とともに、工事の実施状況や水の濁り及び海草藻場の生育状況等との関連について引き続き検討していく考えです。

大浦湾内のK-4地点及びK-5地点において、令和2年2～6月、8月に海洋生物の鳴音のような音を検出し、海洋生物の専門家からジュゴンの鳴音の可能性が高いとの意見を得たことを受けて、ジュゴンの大浦湾の利用状況及びK-4地点付近のより詳細な状況を確認するための追加的な調査を引き続き実施するとともに、当該地点付近でジュゴンの接近が確認された場合は、これまでと同様、航行中の船舶の注意喚起を行い、水中音の発生する工事を一時的に休止するなどの対策を講じることとします。

71ページ、72ページに海上ヤード周辺の海域生物について示しています。潜水目視観察により、夏季に250種類、冬季に251種類を記録していますが、改変予定区域の20m以浅の地点では、移動対象としている生物種は確認されませんでした。

73ページから76ページは海域生物のトカゲハゼについて示しています。

74ページはトカゲハゼの生息状況についてです。二見地区地先干潟においては、調査時期をとおして成魚、着底幼稚魚ともに確認されておらず、大浦川河口干潟においては、調査時期をとおして成魚は0～3個体が確認されましたが、着底幼稚魚は確認されませんでした。

75ページには、表層泥の粒度組成の調査結果を示しており、底質はトカゲハゼの営巣条件に適していると考えられました。

77ページから84ページは陸域動物の状況について示しています。78ページ、79ページには重要な動物種である陸産貝類の工事着手前の移動状況と移動後の生息状況、80ページには鳥類の繁殖状況、81ページには進入防止柵の内外における甲殻類のオカヤドカリ類の確認状況を示しています。82ページ、83ページには、重要な動物種の移動後の生息状況を示しており、移動前、移動後の調査では、6目19科42種の陸産貝類を確認し、うち16種が重要な種でした。

84ページのとおり、重要な動物種として辺野古崎に生息していた陸産貝類の2種を工事着手前に移動した後、移動後の生息状況を調査しましたが、移動先における陸産貝類相は移動前よりも多くの種数が確認されました。また、改変区域及びその周辺において、工事中も継続して鳥類の営巣が確認されていることから、鳥類の営巣環境への工事の影響は確認されませんでした。

85ページ、86ページは河川水生動物の移動について示しています。

令和3年1月に、基地内小河川2において、35種1,179個体の河川水生動物を捕獲し、両側回遊性生物は大浦川へ、淡水性生物は美謝川上流への移動を実施しています。

87ページから99ページには陸域生態系のうち基盤環境及び生態系の機能と構造について示しています。88ページ、89ページに動物相の状況、90ページから96ページには重要な種の確認状況、97ページから99ページには過年度との比較検討結果を示しており、工事中の確認種数は概ね工事前の変動幅の範囲内であることを確認しています。

100ページから115ページには陸域生態系のうち地域を特徴づける注目種について、調査結果を示しております。

101ページのとおり、令和2年5月にコアジサシの繁殖が[]で確認されたことから、

建設作業騒音の測定を行うとともに、建設作業騒音によるコアジサシの繁殖行動への影響を調査しています。[]において、令和2年6月から7月にかけて合計6回の建設作業騒音の測定及びコアジサシの行動の観察を行いました。コアジサシの繁殖行動を調査した結果、[]で営巣しているコアジサシについて、騒音レベルの高い作業に対して、巣から逃避するなどの行動はみられず、繁殖行動への影響は確認されませんでした。1回目の騒音測定時において、70dB以上の建設作業騒音が測定されたことから、埋立土砂の荷下ろし後のダンプトラックの発進時において、ダンプトラックの床版と後アオリとの衝突により発生する騒音などを低減させるために、ダンプトラックを徐行で発進させるなどの環境保全措置を講じた結果、2回目以降の騒音測定では70dB以上の建設作業騒音は減少しています。

102ページにはミサゴ、103ページにはツミ、104ページにはアジサシ類、105ページにはシロチドリの生息繁殖状況を示しています。106ページ、107ページは、オカヤドカリ類・オカガニ類の移動状況及び移動先での生息繁殖状況についてです。108ページから114ページにこれらの調査に関する過年度との比較検討結果を示しています。115ページ上段に、これらの調査をまとめています。

最後に令和2年度の事後調査のまとめとして115ページ下段に、工事が原因と考えられる影響は確認されていないことから、環境影響評価書に示した環境保全措置により、事業の実施に伴う影響を可能な限り低減または代償ができていると考えられ、引き続き現在の環境保全措置や事後調査を継続して、本事業による環境変化、環境影響の把握に努めていく旨を示しています。

続いて、令和2年度環境監視調査報告書の概要について説明させていただきます。

117ページ、118ページは、令和2年度に実施した環境監視調査の調査項目、調査時期及び調査工程を示しています。

119ページ、120ページには大気質、121ページ、122ページには騒音・振動、123ページ、124ページには低周波音の調査結果について示しており、これらは全て環境監視基準を満足していました。

125ページ、126ページにはウミボスの移植後の状況、127ページには生物相の生息状況のインベントリー調査の結果、128ページには底生動物調査、潮間帯生物調査及び浮遊生物調査の結果を示しています。また129ページ、130ページにはマンタ法によるサンゴ類の状況監視の結果、131ページから133ページには海藻草類の状況監視の結果を示しています。134ページには、久志地区のクビレミドロの分布状況を示しています。135ページ、136ページには、[]において、コアジサシとシロチドリの営巣が確認されたことから、雛の巣立ちまでの繁殖状況の調査結果を示しています。

「令和2年度事後調査報告書」及び「令和2年度環境監視調査報告書」については、事前に各委員にもご確認いただいておりますが、今般の委員会でのご意見を反映させた上で、9月末までに沖縄県等に提出することを考えています。なお、この報告書には貴重な生物の確認場所を明示していますので、公表する際には、重要な種の乱獲防止のため、該当箇所については非公表とすることを予定しています。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。事後調査報告書及び環境監視調査報告書についてご説明いただきました。非常に大部になっている資料ですけれども、資料の本編は事前にお送りいただいていると思います。必要に応じて、そちらを利用しながらのご質問でもよろしいかと思えます。では、早速ご質問・ご意見伺いたいと思えます。どちらからでも結構ですので、お気づきの点ありましたらよろしくお願いいたします。

委員：

事後調査報告書ですが、海藻草類が工事实施前に経年的に減って行って、その後は一定になり、あるいは少し増えているところもあると思えますが、これは事務局というよりも、委員にお伺いしたいと思っているのですけれども、こういう経年的な減少がどうして起きたのか。あるいは、沖縄の他の場所でも同じようなことが起きていたのか、そのあたりいかがでしょうか。と言いますのは、今後、海草類の植付け等を行いますので、ある程度そういう原因がわかっていた方が進めやすいかと思えますので、もしお分かりでしたら、教えていただければと思えます。

委員長：

はい、ご質問ありがとうございました。委員、いかがでしょうか。

委員：

今のご質問ですが、全体的に減少しているという現象の考えられる原因と、それが全国的に、もしくは他の地域でどうかというご質問と理解しました。まず初めに、こういった現象が起こっている原因ですが、正直に申し上げて、分からないというのが正しいのではないかと思えます。と言いますのも、もちろん局所的に、例えば食害ですとか、水温の上昇、もしくは護岸工事といった局所的な事情で減っている場合はもちろんありますが、それ以上に、2つ目の質問にも関連しますが、護岸工事等の外的な要因に変化がない地域でも、等しくと言っていいか分かりませんが、減少傾向というのは日本全国もしくは世界中で報告があります。海草ではなくて藻類の方の話になりますが、沿岸の藻場は海藻草類の海中林と呼ばれたりしますが、そういった地域というのは、例えば1970年代と比較して2000年の時点で70パーセント減少しているという報告が水産庁のデータでもあります。そのくらい、沿岸海洋生態系というものが破壊の一途をたどっているということは、この場をお借りして訴えたいところでもあるのですが、その中で、海草藻場も非常に減少している。想定される原因として、護岸工事ということも考えられるのですが、もちろん温暖化という水温の影響というのも考えられます。ですので、要因としては局所的な、直接的な原因以外では、なぜ全体的に減っているのかというのは答えることができないということと、その傾向自体は全世界共通で、いま危機的状況であるということとは言えることと理解しております。

委員：

わかりました。なかなか関連が難しい問題のようです。もし、今後そういうことがある程度分かってくれば、植付けする場合に助けになると思いますので、もし分かれば、よろしくお願ひしたいと思ひます。

委員長：

はい、ご議論ありがとうございました。他にはいかがでしょうか。

委員：

今の点について、藻場の分布状況は、かなりスポット的に分布しているというのが記憶にあるのですけれども、例えば海域の中で直接的な影響を受けなくとも、陸上の中での開発が沿岸域の中の植物に影響を及ぼすという可能性はないのでしょうか、というところがすごく気になるところです。と言うのは、河川の中でも、手を付けていない河川でもかなり環境が悪くなっている。その原因の中には、山間部の開発というのが要因として挙げられるのですけれども、この海洋の藻場につきましては、陸上内の開発というものが、例えば今の工事に直接ではなくても、他の土地開発ですとかいろいろな影響を受けて、海岸域の藻場へ与える影響というはあるのかないのか、という知見はあるのでしょうか。そこをお聞きしたいのですが。

委員長：

はい、こちらも委員、いかがでしょうか。

委員：

有名なところで行くと、沖縄に関して言えば、藻場ではないですが、畑でまく除草剤DCMUなんかの光合成阻害剤を撒いたせいで、それが海に地下水とか川から流れていったものがサンゴの生育に影響するという報告はあります。逆に栄養が陸から流れて、藻場や海草藻場を作っているということもあり、沿岸と陸との繋がりを示す報告は多々あります。藻場ですと最近よくニュースになるのは、瀬戸内をきれいにしすぎた結果藻場がなくなるという、その辺は下水の調節になってくるのですけれども、そういった例からも分かるように陸の開発というか、陸で起こる人間活動を含め自然の活動が、沿岸海洋生態系に与える影響というのは、いろいろな事例で明示されているとは思ひます。

委員長：

はい、ありがとうございました。よろしいでしょうか。

委員：

感想ですが、今委員がおっしゃったように、私は陸上の開発、陸上の変化が影響を与えて

いる可能性があると思うのは、クビレミドロがもうほとんどなくなっています。それは、クビレミドロが陸域に一番近いところに生育しているようですので、直接的に陸の改変の影響を受けやすいのではないかという感じが致します。私は専門ではありませんので、何とも言えないのですが。感想としてはそのように感じております。

委員長：

はい、ありがとうございました。委員、どうぞ。

委員：

今の委員の話に付け加えさせていただきたいのは、一般的に沖縄のサンゴが注目されていますが、サンゴに比べて一般的に海藻とか海草は栄養要求性が高いと言われています。沖縄の海は栄養塩がすごく少ない海ですので、クビレミドロをはじめ海藻類というものは、非常に栄養要求性が高いことを考えると、陸地から供給される栄養が少なくなるといいうことは、容易に想像はできます。そういったことも含めて、陸上の開発を進めていければ一番良いのではないかと思います。

委員長：

はい、コメントありがとうございます。これまでのやり取りを伺って、何か事務局の方で発言ありますか。

事務局：

先ほどの藻場の観点も、クビレミドロにつきましても、現時点で事務局としても要因を特定するようなことはできてございませんので、今後も工事の進捗に留意しながら、しっかりとモニタリングしてデータをお示しさせていただいて、ご相談させていただきたいと思えます。

委員長：

はい、ありがとうございました。委員、どうぞ。

委員：

引き続き海草の話で申し訳ないのですが、40ページをお願いします。この大きな減少が何なのかということ、ここは丁寧に議論したい。工事前の変動の幅に工事後も入っているかということが環境影響評価の基準になっています。前年度の議論にもあったと思えますけれども、詳しく見ますと、辺野古前面で減っている。それから大浦湾で分布面積が平成19年度に小さかったものがいきなり大きくなって減っている。次の41ページを見ますと、平成19年度の辺野古の久志側に緑色で示している部分がありますが、これがだんだんなくなっていった。それから、大浦湾の一番河口側のところですが、平成19年度になかったのが、平成20年度に突然増えています。平成21年度も。これが、平成19年度になかった

たのが、平成20年度、21年度に河口側に突然現れて、それがまた徐々に減っているという事ですので、この久志側の藻場が減った原因、それから大浦湾の河口側、マングローブのところの河口側で、平成19年度になかったのが単に見落としていたのか、それとも平成20年に突然藻場が現れたのか、そのあたりは丁寧にきちんと見てください。繰り返しになりますが、工事前の変動の幅に工事後も入っているのかということに基づいているようですので、サンゴはだいたい変動の幅に入っているのですが、海草は大きく減って、そのあと低いままで推移しているので、これをしっかりと評価するのかというのが、前年度も議論になったと思うのですが、非常に重要なところだと思います。

もう一度40ページに戻りますと、評価の基本方針はこれまで通りで良いと思いますが、工事前の変動の範囲と書いてありますけれども、藻場の面積が、大きいところから小さいところにシフトしていますので、これは変動ではないです。変動というのは、fluctuationですから、上がったたり下がったりする。もちろん何十年も経つとこれがこの範囲に上がったたり下がったりするのかもしれませんが、少なくともこの範囲で見ていると、全域で550から300くらいに変化して、その低いレベルで一つの安定状態に入ったわけですから、これは変動ではなくて変化。変動としては、やはり工事前の数年の変動の幅を見てやる必要があると思います。工事の影響を検討するためには、安定状態に入ってから棒グラフの平均値プラスマイナス標準偏差の範囲になり、工事中の値がその範囲に入っているかどうかということの評価するべきだと思います。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局はどうお考えでしょうか。

事務局：

ありがとうございます。まず、平成19年度、20年度の話がございましたが、事務局の説明が不足していましたけれども、40ページの大浦湾の左下のグラフのところ、平成19年度は、注1に記載しているとおおり、ライン調査の測線数とスポット調査の地点数が少なかった、20年度から増やしたという過去の経緯があるので、大浦湾の平成19年度と20年度の比較については、地点数が違うということも含めて、丁寧に見ていきたいと思っております。

委員長：

確認ですけれども、平成19年度は地点数が少なかったということですが、先ほど委員からご質問があった、例えば大浦湾の奥の大浦川とかいくつかの河川が入ってきていますが、その河口域は調査地点に入っていなかったのでしょうか。

事務局：

まさに大浦湾の二見とか大浦、そこは平成20年度から調査地点を追加したというところがございます。

委員：

そうすると同じ精度ではないのなら、入れるべきではないですよ。

事務局：

平成19年度はですね。

委員長：

よく見ると、注1というのが、40ページのグラフの下の方に注記として書いてはあるのですけれども。

事務局：

41ページについては書いていません。

委員：

わかりました。

委員長：

はい、よろしいでしょうか。委員、どうぞ。

委員：

48ページのクビレミドロのデータですけれども、先ほどの委員のお話をもとにこのデータを注視してみますと、工事前と工事中で、かなり生育状況に違いが認められるということはこのデータから言えると思います。これは水の濁り以外に何かこういった生育状況を変化させる要因が他にあるのかどうか、そういったことも含めて丁寧に検討していただきたいと思うのですが、いかがでしょうか。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局いかがですか。

事務局：

はい、委員、ありがとうございます。クビレミドロの調査をしている二見地区というのは湾奥でございます。工事実施区域から遠いということと、光合成阻害要因となるような濁りについて、工事区域からの影響は観察されていないということから、これは工事の影響ではないと判断しております。委員がおっしゃった自然の影響要因としましては、令和元年度の冬季の高水温の影響や、台風に伴う高波浪により砂の中の休眠の卵が流失した可能性や、底質の移動特性が変化してクビレミドロの生育場が埋没した可能性なども考えられますが、現時点では要因を特定することはできておりません。今後もモニタリング調査を継続していき

たいと思っているところです。48ページの右下のところに粒度組成の経年変化もお示しさせていただきます。ありがとうございます。

委員長：

委員、いかがですか。

委員：

はい、ありがとうございました。

委員長：

他にございますか。はい、どうぞ。

委員：

今いろいろな議論の中で、工事前の変動幅というところで、平成19年度とか20年度のあたりから工事の着手前の変動幅というかたちで見えていますけれども、意外と今の直接の工事ではなく、もっと陸地の中での開発を長期的に見ないと、この影響というものは具体的に何が原因なのかつながらないという感じがします。ですから、今の変動幅をもう少し長い目を見たときに、これが周期的に良くなったり悪くなったりするのか、それとも年々どんどん悪くなっていくということなのか、このグラフだけを見ると、工事がそうさせたように見えてしまうところが、すごく説明を難しくしているような気がしてならないので、そのあたりは、工事前の中での変動というか減少というものをもう少し追記していただき、確定的なものではなくても、何か傾向的なものでも追記するとよろしいのではないかと感じました。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局いかがでしょうか。

事務局：

ありがとうございます。ご指摘のとおり、要因は特定できない可能性もあるというお話だったと思います。事務局としましては、今回の事後調査につきましては、事後調査報告書の趣旨としまして、委員も言っていたところがございますけれども、環境影響評価書に記載された考え方に基づいて、第5回の委員会で審議された事後調査の計画に従って比較検討を行っている。具体的には、平成20年から27年までの上限と下限までを事業実施前における変動範囲としまして、それを判断基準として、それを下回った場合に変動範囲を外れた原因が工事の実施に伴う環境影響によるものか、もしくは自然の変動によるものか検討するという考え方でやっているところです。そういうかたちで、引き続きモニタリングしていきたいということに加えて、それ以外の大きな要因についてもまた引き続き、事務局としては検討させていただきたいと考えております。

委員長：

はい、ありがとうございます。委員どうぞ。

委員：

判断基準の基本的な方針は、了解しました。その上で、全体的な傾向としてこういった大きな変化が見られるわけですから、工事の影響をきちんと見るためには、サンゴの移植の評価もそうですけれども、コントロールと工事の影響が起こっているところをきちんと比較しなければいけないと思います。その点で、例えば、この3つの地点ですと、辺野古前面のうちの久志側の工事の影響がまず及ばないであろう場所の変化と、工事の影響が及ぶ可能性がある辺野古側の変化を比較して、工事の影響が及んでいるのかどうかを見る必要があると思います。地点によって全体的な影響は違うと思いますので、そこもなかなか難しいですけれども、嘉陽も久志も辺野古も大浦も全部一緒くたにして工事前・工事中とするのは乱暴ではないかと思いました。もっと手前の段階でコメントするべきだったかもしれません。そうしないと温暖化などの全体的な影響で、これからもっと大きく減少した時に、それが工事の影響なのか全体的な影響なのかが評価できなくなってしまうかもしれません。

委員長：

はい、ありがとうございます。大変ごもっともなご意見だと思います。事務局よろしいですか。

事務局：

はい、大きな課題として、引き続き検討させていただきたいと思います。

委員長：

はい、委員どうぞ。

委員：

40ページの各グラフですが、縦軸の桁が違い、辺野古前面の区切りは100になっていますが、大浦湾と嘉陽前面とは一番高いところでも70とか50ですので、もしこの辺野古前面と同じスケールで縦軸を描いたら、非常に小さな面積で変化しているのを捉えることになる。そうしますと、資料をパッと見たときに、縦軸のスケールが異なっていると、ミスリーディングを呼んでしまうことがあります。大浦湾と嘉陽前面は非常に面積が小さいので、大浦湾と嘉陽前面の縦軸を同じスケールにして、現在の大浦湾と嘉陽前面のグラフは、それぞれの拡大という意味で「大浦湾 拡大グラフ」「嘉陽前面 拡大グラフ」として表示した方が、現実を一目でわかりやすく表現できると思いますが、いかがでしょうか。

委員：

よろしいでしょうか。

委員長：

同じご質問の内容ですね。

委員：

面積に係る問題で生態学の分野においては、巨大な面積が半分減ると、小さい面積が半分減るとでは、だいたひ生育面積という部分の意味が違ってきますので、そういった意味では大きな面積が一気に半分減ることは大きなダメージを意味しているということなので、例えば対数値を使って変化を示してみるなど、変化の重要性を示す方法を検討してみる必要があるのではないかと考えます。今ご指摘のように縦軸における数値の使い方そのものは影響の重みづけができるようにした方がよろしいのではないかと思います。

委員長：

はい、ありがとうございます。

委員：

同じ流れですけれども、これをそういう絶対値にしてしまうとミスリーディングとおっしゃいましたが、工事の影響が一番ありそうなのは辺野古前面です。辺野古前面が圧倒的に急激に減っていて、確かに工事はしていないけれども、陸域で色々していたから減ったのではないかとみられる可能性もあります。その際にやはり辺野古前面といっても、一番減っているのは久志側です。どこまで影響が及ぶかは水の流れ等もありますけれども、久志に直接及ぶとは思えませんので、辺野古前面と一括しないで、久志と辺野古と分けるなど、そういったことをするべきかと思ひます。

委員長：

はい、ありがとうございます。いろいろなご意見が出ておひますが、全体的な評価として間違った評価につながらないような表示の仕方があるということで、それとともに現在明確にわかっていることとして、大ぶりの減少だけではなくて、ある局所的な減少あるいは拡大というのがわかっているローカルな場所というのが明確になっているので、それらがわかるような図の作り方あるいは記述の仕方を考えていただく必要があると思ひます。

委員から手が挙がっています。いかがでしょうか。

委員：

別の事ですがよろしいでしょうか。今の話ではなくて、クビレミドロの話ですが。

委員長：

クビレミドロも関係していると思ひますので、どうぞ。

委員：

47ページのまとめのところです。まとめのところの黒ポツの3つ目ですけれども、結論として、クビレミドロの生育域の周辺海域では現時点まで工事が発生源となる濁りの影響が及んでいないことから、工事の影響が確認されなかったと断言しているのですが、クビレミドロの減少の原因は不明ではあり、工事が発生源となる濁りの影響は、少なくとも濁り自体は発生していないということを付加するような形で書いていただければよいのですが、工事の影響は濁りだけではないと思いますので、濁りが無いから工事は影響していないとしている点は、もう少し丁寧な言い方をしていただきたいのですが、いかがでしょうか。

委員長：

はい、事務局いかがでしょうか。

事務局：

はい、ありがとうございます。結論としてはまだ検討させていただきたいというところがございます、この場所の部分が基本的には検討結果というか、評価を書く部分でしたので、事務局としては工事による影響ではないと判断していると書かせていただいたところですが、またご指摘を受けて検討していきたいと思います。

委員長：

はい、ありがとうございます。委員よろしいでしょうか。

委員：

はい、ありがとうございます。よろしく申し上げます。

委員長：

この後で事務局と委員の方でもよくご検討いただきたいと思います。

さて、海草藻場に議論が集中しておりましたけれども、他の点ではいかがでしょうか。

よろしいですか。

委員：

陸域の方でよろしいでしょうか。

委員長：

委員どうぞ。

委員：

78ページの陸生動物のところ、陸産貝類ですね、マイマイ類を移植して移植先での種

数をモニタリングしていただいていると、79ページに表も付して、非常に細かく調査されていますけれども、寿命とか繁殖期間とかそういったものを考えて、今観察されているのが移植されたものの生き残りと見ているのか、それともちゃんと繁殖して定着して増殖しているのか、まだちょっと見極めがついていないところだと思いますが、その辺の各種類の生活史データみたいなものが収集されていないことには、移植が成功しているかどうかの判断がつかないと思いますので、その辺のところは考慮していただきたいと思います。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局いかがでしょうか。

事務局：

はい、ありがとうございます。検討させていただきます。

委員長：

他にはいかがでしょう。よろしいですか。はい、委員どうぞ。

委員：

70ページのジュゴンの結論についてですが、平成29年から30年に割と大きな音を立てて工事をしていてもその時はジュゴンがみられていて、その後、静音期に入ったけどその時いなくなってしまったから、工事とジュゴンの揺るぎない相関はむしろないと判断しているということで、こういった下から2番目のポツのように、「以上のことから、令和2年度に実施した工事がジュゴンに影響を及ぼしたとは考えにくい」という表現となっていますが、結局のところ因果要因あるいは交絡要因ははっきりしていないわけですから、科学的に考えるのであれば、この部分については、原因不明ということも考慮して「これからもしっかりと調査とモニタリングを続けていく」ということが、科学的な対応になるのではないかと考えています。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局よろしいでしょうか。

事務局：

はい、またご相談させていただければと思います。ありがとうございます。

委員長：

他にはよろしいでしょうか。はい、どうぞ。

委員：

海藻草類のところで、最初から議論があったように、各エリアでの分布面積で増減が評価

されているところですが、要は交絡要因として生き物そのものは大きな年変動あるいは期間変動をするものですから、そういった浮いたり沈んだりといった自然変動の波が交絡要因になるというところを考えたときに、海草類そのものの大きな動態がどうなっているか、という枠組みの中で評価が本来されるべき中で、そういうデータをもっと広い海域をもって取れないかということで、このエリア限定で物事を見るのではなく、海藻草類といわれる生物分類群そのものの大きな動態はどうなっているのかと。先ほど温暖化というキーワードも出てきましたけれども、今非常に海生生物におけるそういった群集動態・分布動態に関してはもっと大きなダイナミズムで動いているところがありますから、そういった大きな中においてこの工事というものがどういう影響を及ぼすかという、因果要因といったものをそこから拾い出していく努力が必要になる。先ほどグラフの縦軸のスケールが異なるという指摘があったように、この部分は結構ナーバスで慎重に扱わないといけないところだと思いますので、注意点として申し上げておきます。

委員長：

はい、ありがとうございます。現時点で事務局の方でお答えありますか。

事務局：

はい、先ほど委員長にまとめていただいたとおり、地球規模の影響から局所的な影響もございますが、まだ今、事務局としては確たる知見を持ち合わせておりません。また専門の委員ともご相談させていただいて、改善させていただきたいと思っております。

委員長：

はい、ありがとうございます。他にはよろしいでしょうか。委員どうぞ。

委員：

ウミガメ類に関して、22～23ページのところの工事海域への来遊状況に関してですが、例えば22ページの一番下の四角のところですが、「令和2年4月～令和3年3月の期間において、ウミガメ類は大浦湾及び辺野古海域で毎月確認されたが」とあるのですが、ウミガメの上陸数が示されている一方で、工事海域への来遊状況というのはデータが全く示されていない状況ですので、せめて毎月何頭確認されたかとかいう確認数の情報は載せられた方がよいと思いました。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局いかがですか。

事務局：

はい。ありがとうございます。ご指摘を踏まえて、検討したいと思います。

委員長：

はい。ありがとうございます。他にはいかがでしょうか。

それでは、まとめたいと思います。

海草藻場の傾向について、因果関係は明確にこれだというのは、今のところとは言えないということはありますけれども、引き続き、因果関係の解明については努力し続けていただきたいと思います。

具体的な図表の整理の仕方につきましては、縦軸のスケールをどのようにするかというところを、2名の委員からもコメントがありました。

それから、局所的に明らかに面積が減少した場所、あるいは、ある時期に面積が広がった場所というものが、現時点でデータとして分かっているところについては、それらの記述をしていただきたいと思います。対照となるような場所の長期的なデータがあれば、それらも併記をして、これらの期間の減少傾向というものが、この海域だけではないということも示していただければ、より良いと思います。

変動範囲と書かれているところにつきましては、海域だけの問題ではなくて、陸域の影響も疑われるというところもありますので、通常的环境監視の観点からすると、そこまでと思われるかもしれませんが、今後の工事がさらに進捗した時の藻場の状況等、藻場だけではありませんけれども、そういう状況を考えますと、できるだけ原因究明の努力は続けていただきたいと思います。

あとは、それぞれの項目について、そこに至る論理の中で、できるだけ客観的な事実として表現していただきたいと思いますというコメントが、クビレミドロとジュゴンについてもあったかと思えます。

さらには、ウミガメの上陸確認数についてもコメントがございました。より詳しい、良い説明が可能かと思えます。

私の方で五月雨式に申し上げましたけれども、以上の点を本委員会の指導・助言事項としてよろしいでしょうか。特に、私の方で落としているようなところがありましたら、ご指摘いただきたいと思います。よろしいでしょうか。

では、事務局はそれでよろしいでしょうか。

事務局：

はい。ありがとうございます。

委員長：

はい。それでは、資料2の事後調査報告書、環境監視調査報告書、この議論を締めたいと思います。また、何か言い忘れたことがありましたら、この委員会の最後に意見を聴取したいと思います。

では、引き続き、次の議事に移りたいと思います。資料3に基づいて、議事次第の3つ目の議事のレッドリストサンゴ類の生息状況について、事務局より説明をお願いします。

【議事③：レッドリストサンゴ類の生息状況等について】

事務局：

資料3のレッドリストサンゴ類の生息状況等について説明いたします。

2ページは、移植したオキナワハマサンゴの直近約1年間のモニタリング実施日を示しており、令和元年9月以降は週1回の頻度で目視観察を実施しています。

3ページから6ページは、移植したオキナワハマサンゴの4群体の移植直後からの状況について、それぞれ整理しています。

3ページのオキナワハマサンゴ No. 16は、移植2年9ヵ月後の令和3年5月7日に左の群体の上側で部分死を確認しています。また、移植2年11ヵ月後の6月22日に右の群体で下側のポリプ・共肉が確認できなくなり、長径を縮小しています。

4ページのオキナワハマサンゴ No. 17は、移植2年9ヵ月後の令和3年4月27日に群体中央でポリプ・共肉が確認できなくなり、長径を分割しています。移植2年10ヵ月後の6月2日に、部分死を確認しています。移植2年11ヵ月の6月22日に左の群体で右側のポリプ・共肉の一部が確認できなくなり、長径を縮小しています。今回の直近3ヵ月においても食害らしきものが確認されましたが、2年11ヵ月後までに回復を確認しています。

5ページのオキナワハマサンゴ No. 19は、移植後2年10ヵ月後の令和3年5月18日に部分死を確認しています。移植2年11ヵ月後の6月15日には、左上の群体でポリプ・共肉が確認できない状況になりました。今回の直近3ヵ月においても、幼生放出の兆候、食害らしきもの、物理的損傷が確認されており、食害らしきものについては一部の回復が確認されております。

6ページのオキナワハマサンゴ No. 20は、移植2年10ヵ月後に群体上部の白化が回復したことから、評価を「部分的に白化」から「なし」に変更しています。

7ページから12ページは、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴについて同様に整理したものをお示ししています。

7ページの■■■■オキナワハマサンゴ・2は、観察開始3年7ヵ月後の令和3年4月14日に群体下側でポリプ・共肉が確認できないことから長径を縮小しています。観察開始3年8ヵ月後の5月18日に部分死を確認しています。

8ページの■■■■オキナワハマサンゴ・6は、直近3ヵ月においても、幼生放出の兆候を確認しております。

9ページの■■■■のオキナワハマサンゴ・7は、観察開始2年3ヵ月後の令和3年7月6日に一部消失を確認しています。

11ページの■■■■オキナワハマサンゴ・3は、観察開始2年5ヵ月後の令和3年4月14日に一部消失により、右下の長径を縮小しています。4月27日に左の群体でポリプ・共肉の一部が目視確認できないことから長径を左と右上に分割しています。観察開始2年6ヵ月後の6月2日に右上と右下の群体のポリプ・共肉が確認できない状況になりました。観察開始2年7ヵ月後の7月6日に群体中央でポリプ・共肉が確認できなくなったことから、長径を4つに分割しています。

12ページの■■■■オキナワハマサンゴ・4は、死亡の経過観察中でしたが、観察開始2

年6ヵ月後に海藻が剥離した箇所で生存している様子を確認しました。

13ページは、移植から約2年11ヶ月後の4群体の状況を移植直後と比較、整理しています。3群体は良好な状態を維持または大きく改善し、1群体は生存部が縮小しています。

次に14ページです。移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴについては、モニタリング開始時と比較して、1群体は良好な状態、5群体は生存部が縮小しています。

15ページは、移植前を含むモニタリング全期間について白化や死亡の状況を整理しています。移植したオキナワハマサンゴ、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴ双方について、一部の群体の死亡が確認されたほか、同様に白化、部分死が確認されています。

16ページは、幼生の放出の確認状況を整理しています。平成31年1月31日の初確認から令和3年7月6日の期間に、移植したオキナワハマサンゴから計255個体、元々生息していたオキナワハマサンゴから計23個体の合計278個体の幼生の放出を確認しています。

17ページ、18ページは、移植先及び対照区の水質等測定結果を整理しています。

18ページは、平成31年4月24日から令和3年6月26日に観測された連続観測値のうち、直近6ヶ月間を整理しています。令和3年4月に沖縄島南側を通過した台風2号の影響で流速と濁度にピークがみられるものの、移植先及び対照区の観測値はこれまでの変動範囲であることを確認しています。また、移植先の値は対照区の観測値から大きく外れるような値が継続する様子はみられず、サンゴの生息に影響を与えるような特異なデータは確認されていません。

最後にご報告があります。令和元年9月以降は週1回の頻度で目視観察を実施していますが、第27回環境監視等委員会でご了解いただき、令和2年9月に、令和3年9月以降の移植後3年目は年4回、移植後4から5年目は年1回の頻度に変更するという内容の協議書を沖縄県に提出しました。そして、令和3年7月27日に沖縄県から照会文書が発出され、照会文書は、お手元に配布しております。これらの照会に対する回答につきましては、作成後、ご相談させていただきます。

なお、沖縄県は、この照会文書において、経過観察の頻度を移植後3年目は年4回、移植後4から5年目は年1回とするのではなく、当面は月1回とすることが妥当だと考えるとの立場を明らかにしています。既に移植後3年も経過している以上、月1回をも必要とする時期ではないと考えていますが、月1回に変更するという事で沖縄県が同意されるのであれば、直ちにその頻度へ変更させていただいた上、引き続き、年4回若しくは年1回とする協議を継続したいと考えております。

以上です。

委員長：

ありがとうございました。事務局から資料3の説明がなされたほか、沖縄県からの照会文書に記載された「経過観察の頻度を当面は月1回とすることが妥当」だという沖縄県からの意見、その意見への事務局の対応方針が示されたところです。

それでは、資料3と、この経過観察の頻度に関する対応方針について、ご意見はありますか。

委員どうぞ。

委員：

移植したオキナワハマサンゴは、元々移植先の海域にいた個体とほとんど同じ程度の生存状況、再生産の状況となっていますので、もうこれは完全に定着したという状況になっているかと思います。ですから、もう3年も経っていますので、高い頻度でのモニタリングというのは必要ではありませんけれども、月1回くらいさらに手厚く丁寧にモニタリングしていくということは悪いことではありませんので、当面月1回としながら、これまでの協議を継続し、徐々にモニタリング間隔をあげていくというような方向でよろしいかと思います。

委員長：

はい、コメントありがとうございました。この点も含めて、それからその前の資料3全体を通して、他にご意見ございませんか。委員どうぞ。

委員：

現在、アメリカとオーストラリアで大規模に修復事業が行われています。カリブ海では、これまでに40万群体程度のサンゴを移植してサンゴ礁の修復をしています。そこでNOAA（米国大気海洋局）がまとめたサンゴ礁の修復ガイドによると、移植後のモニタリングについて、植え付け後2週間、3ヶ月、12ヶ月は移植の成否を見極めるために丁寧にモニタリングをすること。その後ミッドタームとしては、植え付け後1年から5年の間は群集として、そこに定着しているのか、生残率等をみるために年に1回程度はモニタリングをすることについて紹介されています。大事なのはやはり5年以降、生態系としてそれがきちんと修復されているかどうかということで、植え付け後5年目以降も年1回程度はモニタリングしなさいというガイドが出ています。もちろん辺野古の場合と、それからオキナワハマサンゴという非常に貴重な種ということでより丁寧にみるということは良いのですが、移植の成否、それから群集としての生産、それから生態系としての修復、こういった短期、中期、長期のモニタリング計画を立てることが重要だと思います。

委員長：

はい、大変な貴重な情報ありがとうございました。今後の沖縄県との協議の中ではこういった情報もうまく取り込んでいただいて、協議の参考にしていただければと思います。

はい、他にはいかがでしょうか。

資料3の本体の部分につきましては、これまで委員会でそれぞれ直近の情報を整理していただいたものになります。

では、特段の留意すべき事項はなかったように思いますけれども、よろしいでしょうか。

それではまとめたいと思いますけれども、事務局から最後に提案があった沖縄県との協議の中で、沖縄県から頻度を当面は月1回とすることが妥当という意見に対して、当面月1回の頻度に変更するとともに、もう少し頻度、間隔をあげていくような方向でこれまでの協議

を継続して行う、というご提案がありまして、委員からその方針でよろしいだろうということでございました。それから、合わせて委員から最新のNOAAによるサンゴ礁修復ガイドについての知見も頂きましたので、これらも沖縄県との協議において参考にさせていただきたいと思います。以上を本委員会の指導・助言とさせていただければと思いますけれどもよろしいでしょうか。はい、それではそのようにさせていただきたいと思います。

委員長：

それでは、議事次第の4つ目の議事のサンゴ類の生息状況等について、事務局より説明をお願いします。

【議事④：サンゴ類の生息状況等について】

事務局：

資料4のサンゴ類の生息状況等について説明いたします。

1 ページは、サンゴ類の移植・移築に関するこれまでの経緯です。

サンゴ類の移植・移築については、サンゴ類の移植・移築技術に関する試験研究として、沖縄県に特別採捕許可を申請し、許可が得られ次第、移植を実施しています。

これまでに、I J P K地区の小型サンゴ類については平成30年11月に開催されました第17回環境監視等委員会で、DENH地区の小型サンゴ類、沖縄県から照会のあったサンゴ類及び大型サンゴ類については令和2年5月に開催されました第26回環境監視等委員会で検討結果を報告し、その後、速やかに特別採捕許可を申請しました。

I J P K地区の小型サンゴ類については、令和3年7月28日に許可が得られ現在、移植作業を実施中です。

DENH地区の小型サンゴ類、沖縄県から照会のあったサンゴ類及び大型サンゴ類については、令和3年1月22日付で特別採捕申請が不許可となりました。そのため、不許可理由を整理し、移植サンゴの生息状況を確認した上で、再度特別採捕許可を申請し、許可が得られ次第、速やかに移植・移築を実施する方針としておりますので、検討結果をご報告します。

2 ページは、DENH地区の小型サンゴ類、沖縄県から照会のあったサンゴ類及び大型サンゴ類についての移植計画の概要です。これらのサンゴ類の移植計画については、既に、令和2年5月に開催しました第26回環境監視等委員会で詳細に報告していましたが、その内容の一部を抜粋し再度ご説明いたします。

まず、移植先の選定についてです。移植先選定方針としましては、これまでの現地調査結果や沖縄県のサンゴ移植マニュアル等を参考に、環境が類似し、同様なサンゴ種が生息するとともに、移植先のサンゴ群生への影響が少ないと認められる場所を移植先として選定しています。

移植先を選定する際に、移植元と移植先との類似性について詳細確認を行いました。具体的には、移植・移築元と移植・移築先の環境を比較するため、波、潮流、塩分、水深、濁度といった物理的・化学的な環境について長期的・定量的なデータを記録するモニタリングを実施しました。また、移植・移築元及び移植・移築先のいずれについても、潜水土による定点調

査を実施し、目視観察によって、サンゴ類の分布、底質、食害生物、付着藻類の状況を確認しました。

これらのモニタリングや調査によって得られた情報をとりまとめて比較し、さらに、ハビタットマップにより、サンゴ類の生息環境を包括的に把握し、その総合的評価により移植・移築元と移植・移築先の環境の類似性を確認しました。環境の類似性を比較した結果は、3ページの一覧表のとおりです。この一覧表は、第26回環境監視等委員会においてもご説明したものです。

3ページは、先ほどもご説明しましたが、移植元と移植先の環境要素の比較一覧です。移植先の欄に水色で着色している箇所は、移植元と共通した環境であり、サンゴ類の生息環境として問題ないと判断した要素です。この一覧表からも、DENH地区の小型サンゴ類については、移植先候補地S1～S5のうち、S4地区が最も類似性が高いことが確認できます。

4ページは、同じく沖縄県から照会のあったサンゴ類のうち、生息が確認されたショウガサンゴの移植元と移植先の環境要素の比較一覧です。ショウガサンゴについては、移植先候補地S1～S5地区のうち、多くの環境要素が類似し、ショウガサンゴが現に生息していることが確認されたS1地区が最適であると考えています。

大型サンゴ類については、第26回環境監視等委員会においてご説明したとおり、ハビタットマップによりやや水深が深い砂礫の海底が広がり、シールズ数が低く、現在のサンゴ類の被度が低いT1及びT2地区を移築先として選定しました。その一方、T3地区については、点在する転石や岩盤にサンゴ類の生息が確認され、移築に当たってこれらを回避することが困難であることから、移築先として選定していません。

5ページは、移植・移築先への配置に当たっての留意事項です。

移植・移築の方法（採取・運搬・固定）の詳細については第26回環境監視等委員会においてご説明したとおりで、IJK地区の小型サンゴ類の特別採捕許可申請書に記載された方法と同様のものとしています。小型サンゴ類は、移植先のサンゴの種構成を踏まえ、元々の種構成から大きな変化が生じないように配慮しながら、①周囲の海底面より1～2m高い岩盤に、②多様性を持たせ、③群体間の間隔を空けた配置とします。なお、樹枝状群体については、各断片の融合による固定の強化を促進させるため、密集させた配置とします。また、④一部の群体については、産卵時の受精率向上を図る狙いから種ごとに3～6群体を密集させた配置とします。

具体的な配置に当たっては、これらの方針に基づいて、作業従事者が移植作業前に移植先の状況を確認した上、移植時に、採取したサンゴ類の種類、大きさ、形状等を勘案し、安定した固定に適する微地形を個別に選定します。

大型サンゴ類については、移築先に元々生息しているサンゴ類に配慮し、砂礫または岩盤上の他のサンゴ類が生息していない箇所に配置することとし、移築した大型サンゴ類と元々生息していたサンゴ類との間隔を空けて配置します。なお、採取時に大型サンゴ類の群体を分割した場合は、分割した群体同士が移築先において可能な限り移植元と同じ位置関係になるように静置し、分割した群体が再び融合するように配慮します。

6ページからは、事後調査についてです。これらにつきましても第26回環境監視等委員

会でご説明した内容ですが、6ページの表は、移植・移築後のモニタリング調査の内容と期間及び頻度をまとめたものです。

モニタリング調査については、生息環境の把握、サンゴ群集の成育状況、生物生息状況、サンゴの再生産を調査項目として実施していきます。また、移植・移築直後から移植・移築後1ヶ月までの間は概ね週1回の頻度で固定状況や大規模な食害・病気の発生の有無等を確認し、移植・移築後1年目までは、概ね3ヶ月毎、2年目から5年目までは、年1回、6年目から10年目までは、隔年で生残・死亡状況等に関するモニタリング調査を実施します。そして、モニタリング調査は、施設供用後は、3から5年程度行い、生育状況が安定したことを確認した後に終了する予定です。

7ページは、モニタリング調査の評価基準です。移植・移築を実施したサンゴ類と、移植・移築先に元々生息していたサンゴ類及び周辺環境についてモニタリング調査を行い、表でお示ししている目標達成基準と照らした上で、移植・移築したサンゴ類が移植・移築先に元々生息していたサンゴ類と同様に生息しており、移植・移築先の環境に順応しているかとの観点から、移植・移築の成果及び妥当性について評価を行います。

8ページは、沖縄県からの特別採捕許可申請に対する不許可の理由について示しています。

令和3年1月22日付け沖縄県指令第54号及び第55号による不許可処分の理由として、沖縄県が申請の妥当性及び水産資源の保護培養に関するものとして指摘するものは、このページに記載された5項目です。

不許可理由として指摘された点については、不許可処分に至るまでの間に、沖縄県から令和2年8月31日付け及び同年11月25日付けの照会文書において指摘されていた点と同旨の内容であり、これらの照会に対しては、回答内容について事前にサンゴの専門家である委員に御確認いただいた上、令和2年10月13日付け及び同年12月25日付け文書により回答しており、当初の申請内容自体に問題はないと考えています。もっとも、これらの照会と回答のやり取りの中で、第26回環境監視等委員会においてお示した資料の内容を含め、申請内容に問題がないことを沖縄県に正しく理解していただかず、今回の不許可処分に至ったと思われまますので、再申請するに当たって、補足資料を作成することとしました。

9ページに、作成した補足資料等についての説明を記載しています。

先ほど申し上げたとおり、当初の申請内容自体に問題はないものと考えており、再申請にあたっては、第26回環境監視等委員会においてお示した移植・移築計画の基本的な考え方や内容を踏襲しています。そして、再申請の審査に当たって理解の助けになると思われる新たな補足資料として、「①他事業との比較」、「②移植元・移植先における優占種別の詳細な分布状況」、「③移植対象サンゴ類別の移植元・移植先の状況」を作成しました。

そして、補足資料「②移植元・移植先における優占種別の詳細な分布状況」により詳細な分布図を作成した結果、小型サンゴ類については、移植元の群体の分布状況が概ね一様であることが改めて確認できたため、移植先においても群体密度に偏りが生じないように配置する方針としました。また、大型サンゴ類については、固定位置からみて湾口部側に波浪を低減させるような岩礁が存在する場所に当たるかという点にも配慮して配置する方針です。

さらに、再申請にあたり、モニタリング調査の評価基準のうち、指標項目「サンゴの再生

産」の基準内容については、沖縄県から令和2年8月31日付け照会により、「骨格中のバンドル、プラヌラ幼生を観察する手法」を問われたという経緯を踏まえ、「移植・移築したサンゴ群集について、放卵放精や幼生放出等の生殖行動がみられるか」に修正し、移植・移築後のモニタリング調査の調査項目の表現も指標項目に準拠させます。今ご説明した修正箇所は、9ページ及び10ページの表中の下線部分です。なお、この点については、当初の申請において使用していた「造礁サンゴの骨格中に成熟したバンドル（ミドリイシ属等）、プラヌラ幼生（ハナヤサイサンゴ属等）がみられるか。」という表現は、沖縄総合事務局作成の公表資料の表現を引用したものであり、既に沖縄県から許可を得て移植を実施したオキナワハマサンゴについての特別採捕許可申請においても使用していた表現です。このような表現は、移植サンゴ類による再生産を外部観察により確認できるかを重視したものであり、本事業についても外部からの観察によってサンゴの再生産を確認することを想定していたものであって、令和2年10月13日付け回答においてもその旨沖縄県に説明していました。

今回、新たな資料等を作成するに当たり、移植・移築対象サンゴ類の最新の生息状況及び移植先の生息環境の確認のため、令和3年7月5日～8日に現地調査を実施し、その結果を補足資料④に示しています。

11ページからは、今回作成した補足資料となります。

12ページから14ページまでは補足資料①で、本事業で不許可の理由とされた内容についての他事業での対応状況を整理したものです。

今回不許可の理由とされた内容について、沖縄県が許可している他事業はどのような対応をしているのか確認した結果、本事業には、他事業と比較したとき、不足しているものは見られませんでした。なお、沖縄県からは、令和2年8月31日付けの照会において、移植元と移植先の優占種の比較について、属までではなく種ごとの比較も求められましたが、他事業においても、属までの比較がされているにとどまり、種ごとの比較までされている例は見当たりませんでした。

15ページから23ページまでは、補助資料②で、移植元・移植先における優占属別の詳細な分布状況を整理したものです。

このような分布状況については、従前の調査でも把握していましたが、当初の申請の審査過程において、沖縄県から移植先におけるサンゴ類の配置についても示すように求められたことを踏まえ、再度見やすい資料としてまとめました。移植先における群体ごとの配置などの詳細は移植を実施する段階で確定するため、事前にお示しすることは困難ですが、分布状況についてこのような資料として整理した結果、小型サンゴ類については、移植元の群体の分布状況が概ね同様であることが一見して明らかになったと考えています。そして、このような分布状況を前提に、移植先においても群体密度に偏りが生じないように配置する方針です。

24ページから42ページまでは、補助資料③で、移植対象サンゴ類別の移植元・移植先の状況を整理したものです。

この資料は、前回の特別採捕許可申請に添付したもので、今回の再申請をするにあたり、最新の現地調査結果を反映させたものです。

具体的には、種別生息状況の主な出現種、生息場所の状況写真、波当たり、食害生物及び付着藻類は、令和3年7月5日～8日に実施した現地調査の結果に基づいています。また、移植先の生物被度は最新の令和2年度のハビタットマップに基づいて更新しています。

水質、流れの状況及び濁度は、観測期間の終期を前回の令和元年12月または令和2年1月から令和3年4月までに延長して再整理し、観測期間における最頻値も併記するようにしました。

41ページは、小型サンゴ類及び沖縄県から照会のあったサンゴ類について、42ページは、大型サンゴ類について、それぞれ移植・移築元と移植・移築先の状況を一覧表として示しています。前回と比較して、優占種内において一部に順位の入替わりや、水質の最大最小値の更新により変動範囲が少し拡大している状況がみられるものの、移植・移築元と移植・移築先の比較において優占種が変化したり、物理環境が大きく異なったりするような状況は確認されていません。

43ページから45ページまでは、資料④で、移植・移築対象サンゴ類の生息確認状況を整理したものです。

移築・移植対象サンゴ類の最新の生息状況及び移植・移築先の生息環境の確認を目的として、令和3年7月5日から8日まで現地調査を実施しました。その結果、沖縄県から照会のあったサンゴ類であるショウガサンゴ1群体が消失していたものの、それ以外は、全て生息している状況を確認でき、また、生息が確認できたこれらのサンゴ類及びその周辺に大規模な白化や病気等も確認されていないことから、移植・移築が可能な状態であることを確認しました。

44ページは、移植・移築元と移植・移築先の生息環境の状況を明らかにした写真です。これらの写真を比較しても、移植・移築元と移植・移築先のサンゴ類の生息環境が類似していることがわかります。

これらにより、第26回環境監視等委員会でお示しした移植・移築元と移植・移築先の環境に大きな変化はなく、小型サンゴ類についてはS4地区が、ショウガサンゴについてはS1地区が、大型サンゴ類についてはT1及びT2地区が、それぞれ移植先として最適であることを改めて確認しました。

46ページは、ショウガサンゴの消失について整理したものです。沖縄県から照会のあったサンゴ類であるショウガサンゴ9群体の最新の生息状況を確認した結果、Sty.1のショウガサンゴのみが消失していることを確認しました。消失位置の状況は、写真のとおりで、当該群体の骨格等は確認できず、基盤表面が付着生物に被覆されていることから、消失後ある程度の時間が経過しているものと考えられます。

なお、消失した群体が周辺に飛散している可能性も考えられたため、周辺を探索したものの、当該群体の発見には至りませんでした。

資料4の最後に「参考資料」も付けて配布していますが、これについては後ほど改めてご説明します。

以上です。

委員長：

ご説明ありがとうございました。

それでは46ページまで、資料4について何かご意見等があれば、よろしくお願ひします。
はい、委員どうぞ。

委員：

3・4ページ目、移植元と移植先の環境ですが、こちら既に第26回委員会を出ている資料ですので、その時に指摘すればよかったです。3行目のサンゴ礁地形・底質の区分は、「岩盤・砂床」や「砂床」となっていますが、これは地形というよりは底質です。湾内の地形をさらに「岩盤・砂床」で分けていますので、「湾内」の地形ということで、さらに大きな階層に分けておいてください。移植先の「礁斜面（陸側）」もやはり湾内ですので、基本的に湾内のものを湾内に持っていくことがわかるように、上のレベルの地形区分を追記して下さい。

次に16～23ページの移植元と移植先のサンゴの属ごとの密度を示したものですが、これは非常に重要な資料だと思いますが、移植元と移植先でグリッドの大きさが違います。移植元は5m×5mで、移植先は10m×10m。密度区分が1～4など同じですが、これはミスリーディングですので、できればどちらも同じ基準の密度になるようにしていただきたいということと、もう一つ、移植した後で移植先がどういう密度になるのか、ということと、事前に評価しておいていただきたいということと、それから移植先において、全面に全部植えてしまうのではなく、移植していないプロットというのを作って置いて、これをコントロール対象として移植した先と移植していないところの違いを明確にしていきたいということと、そこです。

最後に、I J P K地区については移植を始めているということですが、これ7月28日に沖縄県から許可が下りて移植を始めたということですが、許可申請をしたのはいつだったのでしょうか。

委員長：

はい、事務局いかがでしょう。

事務局：

はい、特別採捕許可を申請したのは、I地区は令和元年7月22日で、J P K地区は平成31年4月26日です。

委員：

その許可が今年の7月28日に下りたということですが、その申請の際に許可が下りてからどれくらいの期間で移植・採捕すると申請していたのでしょうか。それとも、許可が下りてからどれくらいの期間で採捕しなければならないという決まりがあるのでしょうか。

事務局：

採捕の期間につきましては、I 地区は許可日から2ヶ月間、J P K地区は許可日から11ヶ月間として申請しています。

委員：

それは許可からどれくらいの期間で採捕しなければならないという決まりがあるわけではないのですか。

事務局：

はい、決まりはありませんが、I 地区については許可日から2ヶ月間として申請書を提出しています。

委員：

その申請書について県側が許可したのが7月28日ということであれば、沖縄県としては8月から9月の間に採捕するように許可を出したということですね。

事務局：

はい、そのとおりです。

委員：

そうしますと、8月に移植をするというのは、もはや手続上の問題でありますので、科学的助言以前の問題であると思います。

委員：

関連しまして、そうすると8から9月の2ヶ月間に採捕・移植をする期間を設定したのは沖縄県ということですので、沖縄県がこの時期で移植をするのでよろしい、つまりそこが適した時期であるというのが沖縄県の判断であると解釈するしかありません。

他の事業で8月から9月といった高水温期に移植を実施した事例はあるのでしょうか。

事務局：

他事例において実施した事例はあると聞いております。

委員：

その事例の中では、例えば高水温に割と弱いミドリイシ属は含まれていたでしょうか。

事務局：

はい、その中にミドリイシ属は含まれていたと思います。

委員：

では、さらにその他事例の場合、年によって高水温になることもありますし、夏場でもさほど高水温にならないこともありますけれども、高水温になってしまった時、高水温の時期、そういった水温に対して移植の目安、どれくらいの水温だったら移植をすとかしないとかの目安は立てられていましたでしょうか。

事務局：

高水温の基準や目安があったことは承知しておりません。

委員：

そうしますと、そういった目安を特に立てていないにもかかわらず、他事業において8月から9月においても、高水温に弱いミドリイシも含めて移植して問題なかったという実績があったというわけです。

それで、このI J P K地区について7月29日から移植作業を実施したということですが、その後、移植はどう進んでおりますでしょうか。

事務局：

はい、当日の水温や現場の状況を確認して、移植の作業を進めているところです。

委員：

今年の夏は低水温で推移しているのでまず大丈夫と考えられますが、水温をよく見て移植作業を実施していただけたらと思います。

委員長：

はい、コメントありがとうございます。事務局よろしいですね。

事務局：

はい、ありがとうございます。

委員長：

はい、他にいかがでしょうか。

委員：

ちょっと細かい表記についてですけれども、13ページの「(1) 採捕の期間について」とタイトルがついていますが、この下の表の中身が期間についてというよりは、いつからいつまでやるという情報ではないので、適切なタイトルに直していただいた方が良いかと思えます。

委員長：

はい、事務局よろしいですね。

事務局：

はい。

委員長：

他にはいかがでしょうか。

私からも細かい文言の修正ですけれども、2点ありまして、2ページの「2）移植先の設定と類似性の詳細確認」の1行目のところで、最後の方に「物理的・科学的な環境」とありますが、この「科学的」についてはサイエンスではなく「化学」の方だと思うので、これを修正していただきたい。

それから2点目は、今のところと関係しますが、6ページの上の方の表で、2行目「生息環境の把握」の1番目のポツに、「物理的環境」としか書いてありませんが、「物理的・化学的環境」が適切ですので修正をご検討ください。

事務局：

はい。

委員長：

はい、ありがとうございます。他にいかがでしょう。

ただいまの点につきましては、7月28日、最近ですけれども沖縄県から特別採捕許可がでて、IJK地区のサンゴ類の移植・移築を始めているというご説明でございました。この点につきましては、2名の委員から、申請書における採捕の期間、それから7月28日から2ヶ月間という採捕の期間が定められた手続の確認、さらには他事例における実績との比較、その確認をいただきまして、それを踏まえたうえで事務局の案が妥当であるという助言をいただいたと思います。このようにまとめてよろしいでしょうか。あと、委員から、また委員と私の方からも、図表や文言についての修正意見がでましたので、そちらも併せてご修正ください。他になければ、以上を本委員会の指導、助言としたいと思いますけれども、よろしいでしょうか。

はい、ありがとうございます。それではそのようにさせていただきたいと思います。

それでは、資料4の最後のページの「参考資料」についてご説明しておりませんでしたので、それをまずご説明ください。

【議事④：サンゴ類の生息状況等について（参考資料；夏期の高水温時における移植実施の判断基準について）】

事務局：

資料4の最後に「参考資料」として配布しているものは、夏期の高水温時における移植・移築実施の可否の判断基準を示すものです。

夏期に移植・移築を実施する場合には、高水温のサンゴ類への影響に十分に配慮する必要があるため、夏期の高水温時における移植・移築の実施の可否の判断基準を作成しています。

その判断基準は、移植・移築対象サンゴ類の生残に影響を与える事象が認められるかという観点から、移植・移築作業を実施する前に現地調査を実施し、①移植・移築先及び移植・移築元の海水温が、沖縄島周辺海域の最暖期である8月の平均海水温である28.92度以上になっている、②週積算水温が4度以上になっている、③光合成活性度の著しい低下があるという3つの条件を全て満たす場合、又は、④サンゴ類に大規模な白化又はその兆候が見られる場合には、環境監視等委員会の委員に随時情報提供を行って助言をいただき、移植・移築作業の実施の可否を総合的に判断し、それ以外の場合には、移植・移築作業を実施するというものです。このような水温によるサンゴ類への影響を踏まえた対応として、海水温、週積算水温、光合成活性度、白化状況等を考慮しつつ、委員から助言をいただくという方針については、今般、沖縄県からI J P K地区の許可が得られる以前から検討し、あらかじめ専門の委員に御相談し、このような方針で問題がないと御了承をいただいていたところです。

今般、I J P K地区の小型サンゴ類の移植を実施するに当たって、夏期にも移植するため、あらためて、判断基準を整理して明確化することとし、あらかじめ専門の委員に御相談した上、夏期の高水温時における移植・移築の実施の判断基準として、あらためて本委員会においても御説明することとしたものです。先ほど御説明したとおり、既に移植作業に着手したI J P K地区のサンゴ類についても、当日に、台風の接近、降雨及び高波浪がないことを確認するとともに、海水温が28.92度以上になっていないこと、週積算水温が4度以上になっていないことを確認しております。また、現地のサンゴ類には、事前調査していた時の状況と同様に異変もなく、水温による影響とみられるような白化やその兆候が見られなかったことから、この判断基準のいずれにも当たりませんので、移植を実施しております。

今後も、サンゴ類に対する影響に十分に配慮し、適切に移植・移築作業を行おうと考えております。

なお、資料の判断基準について補足して説明しますと、①の水温については、資料の※1に記載した論文をもとに、最暖期間である8月の平均海水温を目安としています。また、②は資料の注1に記載してあるとおり、週積算水温が4度を超えると、サンゴ類に白化が発生するとされていることをもとにしたものです。

委員長：

はい。ご説明ありがとうございました。事務局から、夏期の高水温時における移植実施の判断基準について、ご説明があったところですが、何かこの判断基準についてご質問はありますか。

委員：

コメント、意見ですけれどもよろしいでしょうか。

委員長：

はい。委員どうぞ。

委員：

まず、移植に当たって、こういった海水温、週積算水温、光合成活性といった指標を立てたということは他の事業にない安全策なので、これは非常に高く評価すべきものだと思います。光合成活性というのはサンゴの健康度を測る直接的なデータになりますので、一定の水温以上の場合にここに依拠にすることは合理的かと思います。事務局の説明では、もしこういった光合成活性の著しい変化があった場合に、委員に指導・助言を受けるということになっていますけども、光合成活性を測定する以前に、海水温、週積算水温がこの基準を超えた時に、委員に連絡をしていただいた方がより慎重な判断が可能となると思います。また、連絡のタイミングとしては、誤差はあっても海水温も週積算水温も予想ができますので、基準を超えると予想がされた時点、若しくは実際に基準を超えた時に光合成活性を測定する以前に連絡していただいて、意見を聞くようにしますと、より迅速に対応ができるかと思いますので、そういった手順を追加・改訂していただければありがたいと思います。

また、海水温の基準ですけども、28.92℃というのは、どの種類のサンゴにとっても問題のない水温だと思いますが、サンゴの種類によって高水温に対する耐性の度合いが違いますので、種類によっては、もう少し高い水温を基準として設定することも検討していただければいいと思います。

委員長：

はい。貴重なコメントありがとうございました。事務局よろしいでしょうか。

事務局：

はい。ありがとうございます。

委員長：

現時点では十分妥当な判断基準であるということですが、①、②、③、すべてを満たす場合、または④というものもありますけれども、指導・助言を受けるということになっておりますけれども、①、②の両基準を超えていれば、その時点で委員に連絡して、対応していくということも今後ご検討いただきたく思います。

この移植につきましては、沖縄県とのやり取りの中で、台風接近時はやめなさいという沖縄県からのコメントもあったかと思いますが、台風接近時の実施可否の判断はどのように考えているのでしょうか。事務局いかがでしょう。

事務局：

はい、ありがとうございます。台風の接近の可能性がある場合は、台風の接近による高波浪の影響を判断して、移植実施の可否を判断することとしております。具体的には、移植実施当日以前から当日まで、継続して気象庁のホームページを確認することで、移植実施当日

における台風の位置、中心気圧、最大瞬間風速、予想台風経路等を確認・把握したうえで、当日に大浦湾内に設置された波高計によって有義波高を把握しています。これらの情報を踏まえて、総合的に移植実施の可否を判断しています。また、仮に台風の影響による高波浪によって移植を実施しなかった場合には、その後、移植実施の可否の判断と同様に気象庁ホームページ及び大浦湾に設置された波高計などに得られる情報を踏まえて、総合的に安全に作業ができる状態になったことを確認したうえで、移植作業を再開することとしております。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。確認いただきまして、少し安心致しました。

他にご意見等はありませんか。よろしければ、先ほど委員から追加のコメントがございましたけれども、①から③、あるいは④という条件を満たしたときに委員の指導・助言を受けるといふ、この参考資料の判断基準についてはよろしいということですが、①及び②の基準をいずれも超えた時点で委員に相談するというような対応の方がよりよろしいだろうというコメントをいただきました。以上の点を当委員会からの指導、助言と致したいと思っておりますけれども、それでよろしいでしょうか。

はい、それではそのようにさせていただきたいと思えます。

委員長：

はい、それでは次の議事に移りたいと思えます。議事の5番目、サンゴ類の実行可能な環境保全措置について、資料5に基づいて事務局よりご説明をよろしくお願い致します。

【議事⑤：サンゴ類の実行可能な環境保全措置について】

事務局：

それでは、資料5 サンゴ類の実行可能な環境保全措置について説明させていただきます。

幼サンゴの加入状況についてですが、令和3年2月に開催された第30回環境監視等委員会において、事後調査として事業実施区域周辺で実施している着床具を用いた「幼サンゴの加入状況調査」について、令和元年度の調査結果までを報告しています。この報告では、「大浦湾周辺での着床率は低い傾向にあり、現時点では、当該海域へ移植するための幼サンゴの種苗確保として、本手法によって実行できる可能性は低い」と判断していました。

令和2年度の調査結果を表1に示しています。令和2年度の着床率は、過年度のうち最も高かった令和元年度よりも減少し、平成30年度と同程度でした。

なお、沖縄島の他海域の事例として、西海岸の事例ではありますが、那覇空港事例について、同様の算定方法による着床率を表2に示しています。

サンゴ類の実行可能な環境保全措置について、第30回委員会で示した着床率が低い傾向が令和2年度の調査結果でも継続していたことから、今後の実行可能な環境保全措置の検討は、第30回委員会で提示したとおり「人工採苗を利用したサンゴ増殖技術（幼サンゴの移植）」を用いる手法にて実施していく方針とするところです。

事後調査として実施している「幼サンゴの加入状況調査」については、令和3年度までの調査で、サンゴ類に係る実行可能な環境保全措置の手法を検討するために必要な情報が得られる見込みであることから、令和3年度で終了する予定です。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。

ここまでのところで、何かご意見がありましたらよろしくお願い致します。

はい、委員どうぞ。

委員：

人工採苗を利用したサンゴ増殖技術については、これまで主に水産庁の事業を参照するように申し上げてきたところですが、オーストラリアでかなり大規模に種苗生産技術によるサンゴ礁の修復があり、その評価手法も確立されてきておりますので、そういった海外の事例も参考にしてください。それから、幼サンゴの加入状況についてはこういった移植や人工採苗を利用した増殖技術を実際に行った後にも比較をすると、幼サンゴの加入等が増えているのかどうかということの評価することができるかと思います。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局よろしいですね。

事務局：

はい、ありがとうございます。

委員長：

はい、他にはよろしいでしょうか。

特段ご意見がなさそうですが、最後に委員から最新の事例のご紹介がありました。オーストラリアの事例で、種苗生産の技術、それから評価手法について、最新の事例があるということですので、それを参考にして取り入れていただきたいということでございました。この点を、本委員会の指導・助言としたいと思いますがよろしいでしょうか。

はい、ありがとうございます。それでは、そのようにさせていただきたいと思います。

それでは引き続いて、議事次第の6番目、海草藻場の生育範囲拡大について、資料6に基づいて事務局よりご説明をよろしくお願い致します。

【議事⑥：海草藻場の生育範囲拡大について】

事務局：

それでは、資料6海草藻場の生育範囲拡大について説明させていただきます。

資料6の1ページをご覧ください。

海草藻場の生育範囲拡大のフローです。今回は、着色箇所の実地実証試験のモニタリング結果についてご報告いたします。

2ページは、植付けとモニタリング等の実施状況についての工程表と、実施位置図を示しています。

3ページからは豊原海域・嘉陽海域でのモニタリング結果の概要となります。

4ページは豊原海域における春季（28か月）モニタリング結果の概要です。中間評価②で生育範囲外のシュート数が増加と評価した5地点のシュート数は、36～216%の増でした。

中間評価②で生育範囲外のシュート数が減少と評価した5地点のうち、4地点のシュート数は、72～95%の減でした。なお、TS07では令和元年の台風後の10か月後モニタリングから直近の春季調査まで、リュウキュウスガモはみられていません。植付け区（2m枠内）の最大侵食量はTS04で8cm、TS07で25cm、TS08で6cmに達する箇所がみられましたが、そのほかの7地点では概ね4cm以下でした。TS07は他の地点に比べ、砂面の侵食が大きく、既存藻場のマツバウミジグサの流失もみられましたが、これは令和3年4月23日から26日にかけて沖縄に接近した台風2号による影響と考えられました。水温・塩分、全窒素・全リン及び藻場生態系には大きな変化はありませんでした。まとめになりますが、春季において、新たに移植株の生残に影響を及ぼすような砂面の侵食は生じていませんでした。

5ページは嘉陽海域における春季（15か月）モニタリング結果の概要です。目視による生残株数については、第31回委員会における中間評価①で、1年目までの目視による生残率が比較的良好と評価した4地点の生残株数は17～20株で、この4地点のうちKS01では前回調査の冬季から1株増加し、他の3地点では変化はありませんでした。中間評価①で、1年目までの目視による生残率が漸減傾向と評価したKS07では冬季の9株から1株減少しました。中間評価①で、1年目までの目視による生残率について台風影響が大きいと評価した2地点のうち、KS06では冬季の2株から1株減少し、KS04では7株のまま変化はありませんでした。植付け区（2m枠内）の最大侵食量は、すべての地点で4cm以下でした。各地点の水温・塩分、全窒素・全リン及び藻場生態系は大きな変化はありませんでした。まとめになりますが、春季において、新たに移植株の生残に影響を及ぼすような砂面の侵食は生じていませんでした。

6ページからは、現地実証試験の嘉陽海域における植付け時期の検討についてです。7ページに記載のように、現地実証試験の植付けは、当初は冬季に行ってききましたが、それ以外の時期に植付けることの有効性についても確認することが必要と考え、嘉陽海域の冬季植付け試験区の近傍に、夏季植付け試験区を設け、それらの生育状況と比較することで冬季以外でも植付けが成功するかを検証することを目的として実施しています。

これに対する評価については、中間評価①に倣い、それぞれ植付けから1年後の令和3年度夏季までの目視生残率、藻場構成種、葉長、光合成活性、食害・浮泥の有無、砂面変動、底質概観を比較し、植付け時期について検討する予定です。

比較例として、現時点での目視生残率の推移を7ページのグラフに示しています。現段階

では冬季植付けと夏季植付けに目視生残率の大きな差はみられていません。現時点では夏季に植付けを行っても問題はないと考えています。

8ページからは現地実証試験の最終評価のとりまとめ方針についてです。

9ページに記載のように、現地実証試験は、環境保全措置として実施する「海草藻場の生育範囲拡大」を行うために、植付け手法や植付けに適した環境の把握を行う目的で実施しています。

現在までに、豊原海域については中間評価①、②が実施済みで、令和3年度冬季の結果をもって最終評価を実施し、現地実証試験を終了する予定です。最終評価では、バイオマス（シュート数等）の増加を中心に、その他考慮事項等も含めて各地点を評価する予定です。また、環境要因モニタリング等の結果から、海草藻場の生育範囲拡大方法の決定・実施に向けて「生育範囲の拡大」に適した条件の検討を進める方針です。

10ページは、シュート数の整理方針についてです。シュート数からリュウキュウスガモの増減を把握できることから、最終評価においても、中間評価②で示した生育範囲外におけるシュート数を中心として評価を実施する考えです。

24か月後モニタリングまでの整理例として、中間評価②で示した生育範囲外におけるシュート数の増減率から、各地点を増加、減少に区分しました。

シュート数が増加した地点では、令和元年の台風後に減少がみられず、令和2年の台風後の減少幅も小さい傾向にありましたが、シュート数が減少した地点では、両年の台風後に減少がみられ、減少幅も大きい傾向にありました。

11ページは、砂面変動についてです。シュート数が増加した地点では、2m枠内の経年的な砂面の変動範囲が2～4cmでしたが、シュート数が減少した地点は、3～10cmと変動が大きく、一部地点で例外はあるものの、シュート数が増加した地点では、移植後の最低砂面高が-3cmまで、最高砂面高は3cmまでと、シュート数が減少した地点に比べて、変動が小さい傾向でした。

12ページは、最大侵食量についてです。各地点の最大侵食量は、概ね台風後調査時に最大となっていました。シュート数が増加した地点では、台風後調査においても、2m枠内の最大侵食量が2～9cmであり、シュート数が減少した地点は3～11cmと最大侵食量大きい傾向でした。

13ページは、現在実施中または今後実施予定の項目についてです。調査項目から求めた指標などを用いて簡易に把握できるかを検討することを目的として、底質採取（粒度組成分析）、鉄筋の貫入試験、砂漣の状況について、整理を進めていく方針です。

14ページは、現時点における条件等の整理についてです。最終評価は、36か月後モニタリングまでの結果から整理する予定ですが、暫定的に中間評価②24か月後モニタリングまでの結果を用いて、現時点でみられる傾向を整理しました。シュート数が増加した地点の環境条件はリュウキュウスガモなどの大型海草藻場、海草類生育範囲の沖側と中央、水深が相対的に深い傾向、転石や岩盤の露出がみられない、砂面の変動が小さい、堆積が小さい、侵食が小さいこととなっています。シュート数が減少した地点の環境条件はマツバウミジグサなどの小型海草藻場であること、海草生育範囲の岸側にあることに加え、水深、転石や岩

盤、砂面の変動、堆積及び侵食が、シュート数が増加した地点と逆の傾向となっています。

15ページ、16ページは、流向・流速（連続観測）結果の整理についてです。今後、最終評価に向けて連続観測機器の計測によるシールズ数やセディメントトラップによる砂礫の巻き上げ状況の把握を進めていく考えです。

16ページには、連続観測機器による計測結果のうち、令和3年の台風2号前後のシールズ数の整理結果を示しています。

平常時のシールズ数は概ね0.1以下で推移しており、底面のかく乱は小さかったと推定されましたが、台風2号接近時のシールズ数は0.2～0.4程度であることから、リーフ内ではある程度の砂は巻き上がっていたと推定されました。台風2号接近時のシールズ数の経時変化を地点ごとに比較すると、S t. e でやや大きく、S t. f でやや小さかったものの、地点間で大きな差はみられなかったため、台風2号接近時の底面せん断力は地点ごとに大きな差はなかったものと考えられます。

17ページからは巻末資料になります。18ページから25ページは豊原海域におけるモニタリング結果の詳細です。26ページから32ページは嘉陽海域におけるモニタリング結果の詳細です。33ページから35ページは台風2号接近時の状況についてです。34ページは台風2号接近時の結果を例示しており、この接近時には、ナウファス中城湾港の有義波高が6mを超えていましたが、豊原海域のリーフ内(S t. b)と嘉陽海域のリーフ内(S t. n)に設置された波高計の有義波高は1m未満でした。

35ページは台風2号接近時における実証試験区の海域の状況写真です。豊原海域、嘉陽海域ともに砕波はリーフェッジ付近で発生し、リーフ内ではみられませんでした。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。委員どうぞ。

委員：

嘉陽地先のところで、リーフの開口部と言うのでしょうか、こういう所を利用して漁船等は出入りしていると思うのですが、その奥の所が土砂の動きが大きくて、影響を受けているようなので、そういう地形的なファクターもあるのではないかと思うのですが、そのあたりはどのようにお考えでしょうか。シールズ数は、その結果として出てくる値だとは思いますが、地形によっては、やはり波浪が入ってくるようなところがあるのではないかと思うのですが、そのあたりはいかがだったでしょうか。色々その砕波について調べられたようですが、対応はどのようになりましたでしょうか。

委員長：

事務局いかがでしょうか。

事務局：

はい、ありがとうございます。委員が今おっしゃったのは、嘉陽海域におけるK S 0 6のことだと理解しております。これは我々の評価の中でも、株が1株しか今残っていない場所でございます、この要因として最終的にどういった項目を挙げるのかというところはございますけれども、航路の道筋みたいになっているところがあるというのは、我々も承知していて、そこも重要なポイントではないかと考えております。

委員：

はい。そうすると、今後植付け実証試験地区を選ぶときには、少しそのあたりも考慮して選ばないといけないような気がするのですが、そのあたりはどのように選ぼうとされているのでしょうか。シールズ数で波浪の計算をして選ぼうとしているのか、そのあたりはいかがでしょうか。

委員長：

はい。事務局いかがでしょう。

事務局：

嘉陽海域のK S 0 6辺りの特徴的なところをどう評価するか、ということですよ。

委員：

嘉陽は1つの例だと思うので、他の場所でも似たような場所はありますか。豊原とかそういうところで、もしあるようであれば、少しそういう場所は避けた方が良いのではないかと、いう気がするのですけれども。

事務局：

ありがとうございます。今、豊原海域と嘉陽海域で実施しておりまして、豊原海域の方ではリーフの大きな開口部になっている場所はございませんので、嘉陽海域の方で特徴的な地形だと思います。豊原海域につきましては、いよいよ3年目が終わろうとしているところで、最終評価に向けて色々と検討していこうというところでございます。一方、嘉陽海域につきましては、まだ2年目の途中でございます、委員がおっしゃるような地形的な、外的な要因だと思いますけど、そういうことも踏まえて3年目、あと1年後になりますけれども、ここまでのいろいろな調査結果を踏まえて、植付け適地については考えていきたいと思っております。

委員：

はい、わかりました。ありがとうございます。

委員長：

はい、よろしいでしょうか。他にいかがでしょうか。委員どうぞ。

委員：

先ほどの質問にも関連するところですけど、例えば14ページを見ていただいて、シュート数が増加減少したその地点の環境条件というのが整理されていると思うのですが、先の議論にあった事後調査等報告書のところに示されていた平成19年度や20年度には、海草は生えていたのでしょうか。もし生えていたのであれば、そういう地理的な環境というのは生育条件として適しているとも思うのですが、生えていた場所なのかどうかというのが、まず1つ目の質問です。

それと関連してもう1つあるのですが、例えば巻末資料として31ページに全窒素と全リンという栄養塩のデータが記載されていますが、先ほど委員から1つの仮説というか要因としてあげられた栄養塩の要求のところですが、海草の状態というのは平成19年度くらいから下がっているのは、安定期というかある程度安定している状態だと思うのですが、もし仮にその栄養塩の要求が、海草の減少要因になっているのだとしたら、昔は全窒素・全リンの値が高かったように思うのです。そういうデータというのは過去にさかのぼって取得というか、公開されているデータなどを探すことはできるのでしょうか、というのが2つ目の質問です。

委員長：

はい。ご質問ありがとうございました。では、事務局いかがでしょうか。

事務局：

ありがとうございます。まず過去に、この辺りについて海草藻場があったかどうかという点ですが、先ほどの事後調査報告書に係る資料2の平面図にも示されていますが、過去はそんなに濃くはないですが、5パーセント以上の被度の藻場が生育していた、ということもありまして、豊原海域では、ここで実験して試してみる価値があるということで場所を選定しているところがございます。嘉陽海域に関しては現在藻場があって、その中でも被度が若干薄いところですので、そういう環境条件で行っているところがございます。

2点目ですが、平成20年度に環境アセスメントの調査として、水質の調査も実施しておりますので、その当時と全く同じ地点ではございませんが、平成27年以降の事後調査における辺野古のリーフの中の地点のデータを拾って、平成20年度の環境アセスメントの調査結果と比較することで、大局的な変化についての比較検討はできると考えております。

委員長：

はい、委員、よろしいですか。

委員：

はい、もし昔のデータを発掘できるようであれば、是非比較していただければと思います。よろしくお願い致します。

事務局：

はい、ありがとうございます。

委員長：

他にいかがでしょうか。よろしいですか。委員どうぞ。

委員：

藻場生態系のモニタリング結果のところ、例えば25ページ、魚類と出ているのは基本的にあまり遊泳能力のない、人間が寄って行っても藻場に隠れてしまう、逃げずに藻場に隠れてしまうような魚類が中心だと聞いていますので、これは食害の話であったり、あるいはここに出しているような藻場生態系の豊かさという指標に関してもそうなんですけれど、是非ビデオカメラ等を1日でも設置していただいて、遊泳能力の高い、例えば藻類、海草を食害するようなアイゴ、イスズミ、あるいはウミガメなどが、食害はないと聞いていますけども、実際にこの植付区のあたりどのように利用しているのかというデータを、半年に1回とか数ヶ月に1回くらいデータを取ることは参考になると思いますので、もし可能であればそういうことを検討いただければなと思います。

委員長：

はい、ありがとうございました。他にいかがでしょうか。よろしいですか。

はい、それではまとめたいと思いますが、委員の方からは、嘉陽のK S 0 6の結果から、局所的にリーフの開口部になっているところからその奥の地点まで波の影響が及んでいそうだと判断されることを踏まえたうえで、この知見を活かして、他の場所を含めた藻場選定に活かしていただきたいというコメントがございました。それから委員の方でデータ整理の上で2つご指摘がございまして、1つは全窒素、全リンについて、もう少し過去にさかのぼってデータがないかどうか。これは、藻場の減少傾向というようなところを意識したご意見だと理解しております。これを探していただきたいということと、それからもし可能であれば、ビデオの撮影をして食害生物、魚類等を含めた撮影ができないかというところも検討していただきたいというご意見がございました。以上の点を、本委員会の指導・助言事項としたいと思いますが、よろしいでしょうか。

はい、それではそのようにさせていただきたいと思います。

はい、では次、⑦美謝川整備後のモニタリング計画について、資料7に基づいて事務局からのご説明をお願いします。

【議事⑦：美謝川整備後のモニタリング計画について】

事務局：

それでは、資料7美謝川整備後のモニタリング計画について説明させていただきます。

1ページは、「概要・経緯等」についてです。

第27回環境監視等委員会で環境配慮に関し示した後、第30回委員会では河道の水理模型実験及び河床構造等の調整結果を踏まえ、整備後の水路におけるモニタリング計画を提示、更に第31回委員会では水質測定項目等について再検討したモニタリング計画を提示し、環境配慮の内容、河道形状、モニタリング計画についての確認を頂いたところです。

その上で、モニタリング計画について「調査結果を踏まえながら頻度や期間について順応的な管理を行うこと」、「魚道の遡上に関する他事業の事例を参考とし計画に反映させること」、「植生のモニタリング計画を改めて提示すること」との指導・助言があったことから、今回、これらを踏まえて、モニタリング計画に一部追記し、改めて提示しております。

2ページから4ページにかけて、第30回委員会及び第31回委員会の資料を整理するとともに一部追記して、美謝川整備後の水路の河川水生生物のモニタリング計画を示しています。

2ページには、調査項目や調査地点・範囲を示しています。3ページには、調査期間・時期等を示していますが、委員会の指導・助言を踏まえて、下線部分を追記しています。調査期間・時期については、調査開始から1年間は年2回以上、2年目以降は回遊性生物の遡上の状況に応じて、順応的に調査回数を設定し、また植生状況調査との連動も考慮し、順応的な対応とすることとしています。また、環境影響が著しいと判断された場合は、専門家等の指導・助言を踏まえ、減少要因の検討及び更なる保全措置の検討を行うなど、順応的な管理を実施することとしています。

4ページは、整備後の水路での水生生物調査や水質調査の調査地点について整理したものを示しています。

5ページ、6ページは、第30回委員会の資料を整理するとともに一部追記して、美謝川整備後の水路の植生状況のモニタリング計画を示しています。5ページでは、調査項目や、調査地点・範囲を示しており、また、調査期間・時期等について、委員会の指導・助言を踏まえて、下線部分を追記しています。調査期間・時期については、「平成28年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル【河川版】(基図作成調査編)」を参考に、モニタリング調査結果を踏まえて順応的に設定し、また河川水生生物調査との連動も考慮し、順応的な対応を取ることとしております。また、環境影響が著しいと判断された場合は、専門家等の指導・助言を踏まえ、形成不良の要因検討及び更なる保全措置の検討を行うなど、順応的な管理を実施することとしております。

6ページは植生状況のモニタリング調査地点について整理したものを示しています。

7ページは、参考として、他事業における魚道の遡上に係るモニタリング調査の事例を整理した資料です。漢那ダムでは、魚道調査として、5年間にわたり各年3回以上調査が実施されており、1年目からヨシノボリ類、エビ類などの遡上が継続して確認されています。また、金武ダムでは、魚道調査として、4年間にわたり各年2回以上調査が実施されている上、5年目以降も魚道の環境条件を確認するために調査が継続中であり、1年目からヨシノボリ類、エビ類などの遡上が確認されています。

これらの他事業の調査内容を踏まえて、本事業のモニタリング計画を検討しており、今後、モニタリング計画を順応的に進めていく考えです。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。これまでの委員会で、美謝川整備後のモニタリング計画について、様々なご意見をいただきまして、それに応じて資料を修正していただいております。あわせて、他事業のモニタリング調査の実施状況についても資料を整理していただきました。

では、ただいまのご説明について、何かご意見・ご質問はございませんか。

委員：

よろしいでしょうか。

委員長：

委員、どうぞ。

委員：

現在の美謝川の平常時の流量が大体下流部の方ですが0.2~0.3m³/sec程度と推定されましたので、新たに水路を整備した場合に、地下水によって維持流量をキープする形になります。なかなか地下水脈の正確な予測というのは難しい状況ですので、モニタリング調査の測定項目に水深という項目があるのですが、水深の測定の際に流量についても留意していただいた方がよいのかもしれませんが、地下水量が過剰に入ったり、もしくは逆にあまり入らなかったりという時にはそれへの対応というものが必要となりますので、調査の際には流量にも留意していただくことが必要かと思います。

委員長：

はい、コメントありがとうございます。事務局よろしいですね。

事務局：

はい、十分留意してまいりたいと思います。

委員長：

はい、他にいかがでしょうか。はい、なければまとめたいと思いますが、委員からコメントがございました。流量が少ないところで新しい河道を造るので、今後は地下水で維持流量を確保するような状況になりそうであり、流量にも留意したうえでの調査、モニタリングが必要であるというコメントをいただきました。ただいまの点を本委員会の指導・助言事項としたいと思いますよろしいでしょうか。

はい、ではそのようにさせていただきたいと思います。

では、議事としては最後、⑧工事の実施状況等について、に移りたいと思います。事務局

から説明をよろしくお願ひします。

【議事⑧：工事の実施状況等について】

事務局：

資料8の1ページと2ページをご覧ください。

1ページは、現在実施している埋立土砂の投入状況になります。

2ページには、最新の状況について上空からの写真を示しています。

次に、3ページからは、ジュゴンの生息状況等についてです。

4ページはジュゴン監視・警戒システムによる調査の実施状況です。監視用プラットフォーム船による監視については、水中録音装置K-4地点において専門家からジュゴンの鳴音の可能性が高いとの意見を得た音が継続的に検出されたことを踏まえ、令和2年4月21日より1隻追加して、合計4隻を配置して実施しています。

5ページです。施行区域内のK-4地点の令和2年2月～5月、8月及びK-5地点の令和2年6月の録音データから、海洋生物の鳴音のような音を検出し、専門家からジュゴンの鳴音の可能性が高いとの意見を得たことを第25回～29回委員会で報告しております。令和2年6月11日よりK-4付近へ水中録音装置5台を追加配置していたものの、令和2年8月16日にK-4のみで検出されていたことを受け、第29回委員会で提示したK-4付近への水中録音装置の移設について、再検討の結果を踏まえ12月17日から22日にかけて実施しております。

6ページから7ページは、前回委員会で報告した以降のジュゴンの確認状況をまとめています。5月1日から6月20日までの間には、ジュゴンのものである可能性の高い鳴音は検出されていません。また、ジュゴンの姿や痕跡も確認されていません。

8ページは、マンタ法によるジュゴンの食跡の発見状況の推移です。平成30年12月以降、令和3年6月までの調査において、食跡は発見されていません。

9ページは、ジュゴンの追加対応の実施状況についてです。第32回委員会で提示した海草藻場利用状況調査、ヘリコプターからの生息確認調査、重点海域におけるジュゴンの生息状況調査、プラットフォーム船の運用、水中録音装置の運用、水中カメラでの記録、人工物の影響の確認検討の結果及び今後の対応を示しています。いずれの調査においてもジュゴンの食跡や姿は確認されていません。

10ページは、大浦湾内における海草藻場利用状況に関する追加調査の結果です。

11ページは、ヘリコプターからの生息確認調査の結果です。

12ページは、水中カメラの実施状況及び結果です。

13ページは、ドローンを用いたジュゴン調査等の検討結果で、第31回及び第32回環境監視等委員会で指導・助言のあった、ドローンを用いた調査の有効性について検討しました。13ページは空中ドローンによる調査と、現在実施しているヘリコプターによる上空からの監視調査及びマンタ法による食跡調査について比較し、整理したものです。

中段の比較をご覧ください。上空からの監視調査は、浮沈を繰り返すジュゴンを上空から探索するものであり、このような調査においては、ヘリコプターによる調査が、探索高度、

探索範囲、飛行継続時間のいずれにおいても、ドローンによる調査を上回っていることから、ヘリコプターによる調査が適していると判断しました。

下段の表をご覧ください。食跡調査は、調査範囲内（海草藻場の生育範囲）の食跡の有無を、一定の頻度（毎月）で確認するものであり、マンタ法またはドローンによる食跡調査どちらにおいても、食跡、または食跡らしき痕跡を発見した場合、潜水土による確認が必要なところ、マンタ法による調査が、作業効率、食跡の確認精度において、ドローンによる調査を上回っていることから、マンタ法による調査が適していると判断しました。

食跡調査では、本事業で実施している現行のヘリコプターによる上空からの監視調査及びマンタ法による調査手法を継続することが最良と考えるものの、今後の状況に応じてドローンが適していると判断される調査の必要性が生じれば、改めて検討を行うこととします。

14ページは、水中ドローンについての検討結果を示しています。本事業において実施している海中での調査や作業には、生物観察や海中での機器等の設置・移設・点検及び採泥作業があり、これらについて水中ドローンによる調査と、潜水土による調査とを下表のとおり、比較し、整理しています。

水中ドローンによる調査は、潜水土による調査に比べて安全に、かつ、水深や調査時間に制約されず実施できますが、潜水土による調査に比べて視野が狭く、また、水中で判断を要するような複雑な作業には適していません。

潜水土による調査は視界が広く、作業の自由度が高いため様々な作業に適していますが、安全管理上の観点から水深20m以深の作業には適していません。

本事業における海中での調査においては、これまでも生物観察や機器の設置等の調査や作業の多くは、対象とする水深が20m以浅であるため、作業の自由度が高い潜水土による調査が適していることから、主に潜水土によって調査や作業を行っています。一方、対象とする水深が20m以深の場合は、内容によっては水中ドローンが適していることもあり、本事業においても水中ドローンの複数の使用実績があります。

ジュゴン調査においては、大浦湾奥部の深場でのジュゴンの食跡と海草藻場の探索調査で水中ドローンの使用実績があり、今後も、水中ドローンが適していると判断される調査が生じれば、これを用いていくこととします。

次に、15ページから、工事中における水の濁りについて説明します。

16ページには濁りの影響の環境保全目標値を超過した場合の対応等について記載しております。

17ページから19ページは、前回報告から令和3年7月17日までの期間の水の濁り監視調査の結果を示しています。

工事を実施した期間中、C1、C6、C7、C8で基準値を超過する水の濁りを観測していますが、工事実施箇所では監視員が濁りが拡散していないかを監視しており、この期間、工事実施箇所からの濁りの拡散は確認されていません。

C1の下層付近における基準値超過は、潮流等による底質の巻き上げによるものであると考えられ、工事実施区域から離れていることから、工事とは関連性のないものと考えられます。

C 6、C 7、C 8における基準値超過は、降雨による陸域等からの流入濁水の影響が主な要因と考えられましたが、詳細は後ほどご説明します。

20 ページは、辺野古漁港付近・K-4 護岸周辺の水の濁りの監視において基準値の超過を確認した際の考察を記載しています。令和3年6月28日にC 6、C 7で、30日にC 7で、7月1日にC 6～C 8で、2日にC 7で、基準値を超過する濁りを観測しましたが、それらの日に濁りを発生させる可能性のある工事は施工されていませんでした。また、監視員による目視確認においても護岸外側への濁りの流出は確認されなかったことから、濁りは工事によるものではないと考えられました。

6月28日、30日、7月1日、2日の調査におけるC 6～C 8での基準値超過についてですが、基準値の超過が確認されたC 6～C 8は、海面に近い層でSSが高く塩分が低い、もしくは全層でSSが高く塩分が低い傾向を示していました。

また、6月27日から7月1日までキャンプ・シュワブ周辺において降雨が続き、6月28日から7月1日は名護市に大雨洪水警報が発表されるほどの豪雨が確認されました。日降水量を示した中段の表をご参照下さい。

そして、基準値を超過した日は、辺野古川及び辺野古浜から濁水の流入が確認されています。

これらの周辺の状況に鑑み、基準値の超過は降雨による陸域等からの流入濁水の影響によるものである可能性が高いと考えられました。

21 ページは、辺野古漁港・K-4 護岸周辺の水の濁りと塩分の推移をグラフで整理したものです。

22 ページは、大浦湾・辺野古崎周辺の水の濁りと塩分の推移をグラフで整理したものです。

23 ページは、大浦湾・湾奥部の水の濁りと塩分の推移をグラフで整理したものです。

24 ページは、C 7における基準値超過と波高等のデータについて、第32回環境監視等委員会での指導・助言を踏まえ、C 7における濁りの基準値超過時の波高を客観的に評価することを目的として、国土交通省のナウファス中城湾港のデータを用い整理検討を行ったものです。

環境保全図書の波浪調査において、ナウファス中城湾港と大浦湾沖K-24 地点の有義波高と周期について相関が確認されており、ナウファス中城湾港の波高等のデータにより大浦湾周辺の波高等の状況を把握することが可能と考えられます。

これらのデータと、基準値超過の状況及び工事実施状況（休工日）について、整理検討したところ、中段のグラフで赤丸を付したとおり、C 7において高波浪に伴う底泥の巻き上げによるものである可能性が高い基準値超過が確認された当日もしくは前日、ナウファス中城湾港の有義波高は2.5m超でした。また、これに達しない場合でも台風接近中であり有義波周期が長い傾向がみられています。これら波高等の状況に加え、いずれの日も名護地区に波浪注意報が発表されていたことを総合し、高波浪の状況を客観的に示すことができると考えられます。今後の水の濁りの考察において、ナウファス中城湾港の波高データ（有義波高、周期）も使い、25 ページの下線部のように示すことを検討します。

25ページは、第32回委員会資料の高波浪に伴う底泥の巻き上げによる基準値超過時の考察についてです。下線部が波高に係る考察を追記したもので、「ナウファス中城湾港の有義波高は下図のグラフから、4月12日は前日が2.5mを超えている状況、4月19日は1.5m程度であったが海岸の南側に位置する地点が地形的に高波浪になりやすい南寄りの波であり、有義波周期も長くなる状況であった。」となります。

第33回委員会以降において、高波浪に伴う底泥の巻き上げによる基準値超過が確認された場合は、考察においてナウファス中城湾港の有義波高及び周期のデータも整理し記載することを検討します。

26ページ以降は、護岸工事に伴う水の濁りのシミュレーション等についてで、27ページは、護岸工事に伴う移植対象の一般サンゴ類の影響について示しています。大浦湾側に生息しているサンゴ類のうち、I・J・P・K地区の小型サンゴ類については、令和3年7月28日に許可が得られ、翌29日から移植作業を実施しています。残りのD・E・N・H地区の小型サンゴ類（約35,350群体）、沖縄県から照会のあったサンゴ類（ショウガサンゴ8群体）及び大型サンゴ類（21群体）については、今後、沖縄県に対し特別採捕許可を申請する予定であり、許可が得られ次第、速やかに移植・移築を行う考えです。

他方、環境保全図書の記載を踏まえ、改変区域に生息するサンゴ類の移植・移築を実施する前に、護岸工事に着手する場合、工事区域や水の濁りの影響が及ぶ範囲内に生息する移植対象サンゴ類について、水の濁りシミュレーション及び流況・水温・塩分濃度シミュレーションを実施し、移植対象サンゴ類に影響を与えずに工事を進捗させることができる範囲を確認しているところです。

なお、工事の実施時には、濁りの発生状況を適切に把握できる位置を選定し、濁り監視調査を実施する予定です。

28ページは護岸工事に伴う移植・移築対象サンゴ類の分布域への影響についてです。水の濁りシミュレーションの結果では、N-2護岸の着手時（海上工事着手時：50m程度）及び延伸時（100m程度）の施工に伴う水の濁りの拡散シミュレーションの結果、汚濁防止柵を設置することにより、移植・移築対象サンゴ類の分布域における水の濁りは、環境保全目標値2mg/Lを下回る結果が得られました。このため、当該施工に伴い、移植・移築対象サンゴ類の生息範囲には環境保全目標値を超える濁りは拡散しないと予測され、その生息環境は維持されるものと考えられます。さらに、施工の時期を問わず、汚濁防止柵の2重設置により2mg/Lの拡散範囲は移植・移築サンゴ類へ及ばないものの、拡散範囲がやや広くなる傾向にある夏季は、より慎重を期して汚濁防止柵を3重に設置することとします。また、水の濁りの拡散範囲は、水深の浅い100m延伸時まではやや広い範囲に及びますが、それ以降は極めて狭く、移植・移築対象サンゴ類へ及ばないことを確認しています。

29ページから36ページは流況シミュレーションの結果です。夏季と冬季について、海上工事着手時、施工時及び延伸時の流況シミュレーションを行ったところ、移植・移築サンゴ類の分布域での流れの変化は流速1～2cm/sで、水温の変化は最大でも0.1℃程度であり、塩分濃度の変化はありません。従いまして、移植・移築対象サンゴ類への影響はないと考えられます。

以上です。

委員長：

はい。ご説明ありがとうございました。ただ今のご説明について、何かご意見があればよろしくお願ひ致します。特に、ジュゴンに関する調査につきましてはドローンの利用可能性について、それから、最後の濁りにつきましては濁度の結果について、波高のデータを有効活用していただきたいという、そういう指摘事項を受けて、それぞれ検討していただいております。

何かご意見、コメントございませんか。委員、どうぞ。

委員：

ジュゴンの監視について、水中ドローンのメリットとデメリット等をまとめていただいて、より理解しやすくなりました。水中ドローンのメリットのところに水深100m程度とあり、潜水士による調査は20m前後の水深とありますが、試験的に20mから100m程度の深さで、水中ドローンを利用する可能性を検討することはできないですか。

辺野古の奥では、水深による透明度は、どの程度あるのか分かりませんが、ある程度深いところまで透明度があつて、深くなるとライトを点けなければいけないようなことも出てくると思いますが、その20mから100mの間ぐらいのところを試験的に検討することは可能ですか。

委員長：

はい、事務局いかがでしょうか。

事務局：

はい、ありがとうございます。

14ページにもございますとおり、今までも水中ドローンを使用した調査は、20mより深い大浦湾奥部の深場などで実施しているところですが、調査の目的と必要性に応じて、また実施させていただきたいと考えているところですが、そういったことでよろしいでしょうか。

委員：

そうですね。もう一つ確認ですが、ヘリを飛ばしている時に、同時に潜水士は水中で調査しているのですか。

事務局：

ヘリは月に3回から4回定期的に調査しています。それと併せて、潜水士による調査を行っているということではないです。それぞれの調査のタイミングで行わせていただいております。

委員：

ヘリが飛んでいる音を潜水士が水中で聞こえているかどうかということを知りたかった。水中ドローンでしたら、最近、結構良いハイドロホンができているらしく、ヘリが飛んでいるときに、深さ・方向で音がどの程度まで伝搬してくるかということがある程度分かり、いわゆる水中音圧レベルの大きさが分かる。その水中音圧レベルが結構大きくて、ジュゴンに影響を与えているかどうかということ、データとして把握することができるわけです。

基本的にどのように調査を考えているのでしょうか。

委員長：

はい、事務局いかがでしょう。

事務局：

はい、ありがとうございます。

資料8の4ページにございますとおり、これまでも行っておりますけれども、ヘリコプターによる生息確認を月に3～4回行って、まず目でしっかり見るということと、水中録音装置を設置して24時間観測していること、それと生物でございますので食跡の調査と、この組み合わせで、音のみならず食跡や姿を捉えるために水中カメラの使用を含めて重点的に調査していて、この調査で過去にもジュゴンを確認できているという実績がございますので、これでジュゴンの姿を捉えていきたいと思っております。ヘリコプターによる調査で言えば、ジュゴンも10分に1回息継ぎしてくる状況でございますので、そこにいけば確実に姿を捉えられるものであると、我々は考えているところでございます。

委員：

水面近くになってくると、ヘリからはジュゴンが泳いでいることが分かるわけですか。

事務局：

はい。

委員：

ジュゴンが見えなくなるような水深、深さはどの程度ですか。

事務局：

ジュゴンが表面に浮いているときは当然見えます。呼吸した後に潜水する時もあるのですが、具体的に何mというのは測定が難しいのですが、ジュゴンの大きさは3mくらいありますので、透明度から言っても、大体5mくらいです。

委員：

5 mくらいですか。

事務局：

5 mから10 mくらいまで潜ってしまうとぼんやりとなってしまうのではないかと思います。透明度や波の形によっても変わってくると思いますけれども、発信器を着けている訳ではないので、すぐに具体的に何mというお答えはできません。

委員：

分かりました。

この水中ドローンをどのような時に利用していくのかの想定はどのようにしているのでしょうか。

事務局：

はい、ありがとうございます。

現時点で、水中ドローンを使用する調査の具体的な中身を委員にお伝えするのは難しいところではございますけれども、基本的に水中ドローンでございますので、潜水士が危険であるというような、深場の部分についてはメリットが大きいと考えてございますので、今その必要性が高まっている状況ではございませんけれども、そういった状況が今後変化した時に、水中ドローンの技術の進化も確認しながら、積極的に使えるときには使用していきたいと思っております。

委員：

はい、分かりました。ありがとうございます。

委員長：

はい、ありがとうございます。

ドローンを使った調査については、何かコメントございますか。はい、委員どうぞ。

委員：

13ページのドローンとヘリコプターの特性の比較ですが、何を狙うかということによって違うので、ヘリコプターによる調査は「広範囲を視認でき、浮沈を繰り返すジュゴンの探索に適している。」と書いてありますけれども、ドローンによる調査は「海底の大まかな状況の把握に適している。」と全く違う話を書いてあるので、直していただいた方が良いように思っております。

今、別のところでジュゴンの姿を見るために調査を行っており、その際もドローンを飛ばしてみましたけれども、姿を捉えるという観点から言うと、私は現在の調査の中でもドローンの使用について否定すべきではないのではないかという考えです。

一番重要なことが何かというと、工事の区域の中でジュゴンの鳴音は何回か記録がされて

いるが姿が見えない状況において、その鳴音が個体AかCであるか、またはその他のジュゴンであるかを確認するためにも、姿を捉えるということが重要であると思っております。

ゆとりがあれば、毎日何回かK-4付近においてドローンで調査してみるというのも、当たり前はもちろん覚悟の上ですけれども、科学的には調査の方法としては非常に価値があるだろうと思っているわけです。

例えば、ヘリコプターですと約2時間半で周れると言いますけれども、調査地点に留まらせることも難しく、金銭的にも限りがあり難しいですけれども、ドローンは20分程度しか飛びませんが、バッテリーを交換して、私どもの調査では4つくらいのバッテリーを持って行って、広範囲にいるかないかの調査を試みましたが、そういうものを少し工事区域の中で使用し、姿を確認するということが有効ではないかと思っ、委員方のご議論を聞いて思いました。

委員長：

はい、ありがとうございます。事務局よろしいですか。

事務局：

はい、13ページに示した検討結果については、決してドローンを使用した調査方法を否定しているものではございませんので、今、我々が定期的に姿を捉えるために実施しているヘリコプターを使用した調査とドローンを使用した調査の特性を比較した場合に、広い目で人間が見る、この効率が非常に良い、というような効率・合理性の観点から、今、このヘリコプターを使用した調査に代えることはない、こちらの方が優れているという比較の話をさせていただいたところです。

今後の状況の変化に応じて、ドローンの方も活用できるよう検討していきたいと考えております。

委員長：

はい、よろしいでしょうか。

関連して、14ページの表で、ちょっと誤解を与えそうな箇所があります。真ん中の表ですけれども、水中ドローンによる調査の適用水深に、「100m程度」と書いていますけど、100m程度と書いてしまうと、100mぐらいが良い水深なのかと思ってしまうので、「100m程度以浅」に修正しておいてください。

事務局：

はい、ありがとうございます。

委員長：

ドローン以外の点でも結構ですけども、他にいかがでしょうか。

委員、それから私も最後に少しコメントを出しましたが、いくつか基本的なところ

での確認がございました。

それから委員の方から、姿を捉えるという目的からすると、ドローンの使用は十分価値のある手法ではないかというコメントがございました。今日はメリット、デメリットを整理していただいた訳ですが、もう一步進めて、では具体的に空中ドローンを使って姿を捉えるにはどのようにしていけばいいのか、オペレーションの詳細についてもご検討いただきたいと思いますが、それでよろしいでしょうか。

事務局：

はい。

委員長：

はい、ありがとうございます。

では、委員のコメントを受けて、今の点をもう少し具体化に向けて検討いただきたいということを本委員会の指導・助言としたいと思います。

よろしいでしょうか。

事務局：

ありがとうございます。

委員長：

はい、ではそのようにさせていただきたいと思います。

それでは、事務局より他に報告事項があるということですが、いかがでしょうか。

【報告事項】

事務局：

公有水面埋立変更承認申請書の質問に対する対応について、経過の報告をいたします。

令和2年4月21日、沖縄防衛局から沖縄県に対し、変更承認申請書を提出しております。第32回環境監視等委員会において、令和3年6月16日に沖縄県から沖縄防衛局に対し、四次質問として変更承認申請書に関する質問2項目9問が発出されたことまでご報告しております。

その後の動きですが、赤字で示していますとおり、この四次質問に対しては、回答期限であった6月30日、沖縄防衛局から沖縄県に対し、回答を提出しているところです。

回答文書については、参考として配布・送付しております。

以上です。

委員長：

はい、ご説明ありがとうございました。

四次質問の回答につきましては、関係の委員方にもご確認いただいているところだと思

ます。何かご質問はありますか。今日は経過報告ということでご説明いただいたということで、よろしいでしょうか。

全体を通して何かご指摘等忘れた点はございますか。

ありがとうございました。

以上