

6.16.2 予測

6.16.2.1 工事の実施

(1) 予測の概要

対象事業における工事の実施がジュゴンに及ぼす影響の予測概要を表-6.16.2.1.1に示します。工事の実施がジュゴンに及ぼす影響については、工事中の水の濁り、騒音・振動、夜間照明及び作業船の航行によるジュゴンの生息環境及び行動に及ぼす影響を予測しました。

表-6.16.2.1.1 予測概要（工事の実施）

項目	内容
予測項目	工事の実施に伴うジュゴンの生息環境及び行動に及ぼす影響
影響要因	護岸の工事 ・代替施設本体の護岸工事 ・辺野古地先水面作業ヤードの工事 ・海上ヤードの工事 ・工事中仮設道路の工事 埋立ての工事 ・代替施設本体の埋立て工事 ・埋立土砂発生区域における土砂の採取 ・工事中仮設道路の工事 ・美謝川の切替え工事 造成等の施工による一時的な影響 ・代替施設本体における造成等の施工 ・進入灯の工事
予測地域	ジュゴンの特性及び餌場となる海草藻場の特性を踏まえ、影響要因ごとにジュゴンに係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域としました。
予測対象時期	工事の実施に伴う水の濁り、騒音・振動、夜間照明、作業船の航行による影響が最大となり、ジュゴンに及ぼす影響が適切に予測できる時期としました。

(2) 予測方法

ジュゴンへの影響予測は、調査結果に基づくジュゴンの生息状況と、工事の実施による生息環境の改変の程度を踏まえて、既往知見等を参考にして行いました。

(3) 予測結果

1) 水の濁り

工事中の濁りの拡散状況については「6.7 土砂による水の濁り」に示したとおり、濁りは汚濁防止膜の開口部から拡散し、SS 濃度が水産用水基準¹で定められている 2mg/L 以上となる範囲は施工区域の周辺に限られ、ジュゴンの生息が頻繁に確認されている嘉陽地先の海域には濁りはほとんど拡散しないものと予測されています。

また、嘉陽沖を主な生息域とするジュゴンは、嘉陽地先のリーフ内の海草類藻場を餌場に行っていると推察されていますが、濁りは嘉陽地先の藻場にはほとんど拡散しないものと予測されています。

2) 騒音・振動

(a) 騒音

工事区域において発生される騒音のうち、空中音はほとんど反射して水中には入らないと考えられます。そのため、ここでは工事に伴う水中音がジュゴンに及ぼす影響について予測しました。

工事中にジュゴンに対して影響を及ぼす可能性が考えられる水中音の主な発生源としては下記のような2つの工種があげられます。

○杭打ち工事

二重締切矢板護岸工において、杭打船による打撃工法（油圧ハンマ）により鋼管矢板の打設が行われます。さらに、進入灯（西側）の工事において、クローラ式杭打機による打撃工法（油圧ハンマ）により進入灯基礎となる鋼管杭の打設が行われる計画であり、これらの杭打ち工事の際に水中音が発生すると考えられます。

○捨石投入工事

ケーソン護岸の基礎捨石工事において、ランプウェイ台船から捨石を投入する際に水中音が発生すると考えられます。

これらの工事から発生する水中音の大きさについて、海中土木工事の測定事例（(社)日本水産資源保護協会 1997）²によると、杭打ち工事、捨石工事ともに、発生源付近の音圧レベルは 200dB 程度になるとみられます。

ジュゴンに対する水中音の知見は少なく、逃避等の影響を及ぼす音圧レベルを直接的に調査した事例はみられませんが、ジュゴンは鳴音により他の個体とのコ

¹ 資料：「水産用水基準（2005年版）」、2006、(社)日本水産資源保護協会

² 資料：「水中音の魚類に及ぼす影響」1997年、(社)日本水産資源保護協会、水産研究叢書 47

コミュニケーションを図っていると考えられるため、鳴音をかき消すような音圧レベルがジュゴンに対する影響レベルの目安になると考えられます。タイ・リボン島周辺海域においてジュゴンの鳴音を収録し距離減衰より音源音圧レベルを推定した結果によると、音源の音圧レベルは 114～130dB の範囲にあり、平均 121.8dB と報告されています（(社)日本水産資源保護協会 2003）³。このジュゴンの鳴音の平均的音圧レベル（122dB）を影響レベルと想定し、既往の工事事例による発生源レベルと距離減衰式をもとに周辺に到達する水中音の音圧レベルを推定しますと、遮蔽物がない場合、工事地点より数 km 程度の範囲まで影響レベルを上回る水中音が到達する可能性が考えられます。しかし、事業実施区域周辺においては、工事箇所とジュゴンの生息する嘉陽沖との間の大浦湾湾口部に中干瀬と呼ばれる岩礁域が存在し、それが遮蔽物となりジュゴンの生息域に到達する水中音は相当程度低減するとみられます。ただし、ジュゴンが中干瀬より南西側に移動し施工区域周辺に来遊してきた場合は、工事音の音がジュゴンに到達し、ジュゴンの行動に変化を与えるおそれがあります。また、ジュゴンが大浦湾内に移動してきた場合、大浦湾内には刺し網が設置されているため、ジュゴンが水中音から回避行動をとった場合に刺し網にかかるおそれがあります。

(b) 振動

工事中にジュゴンに対して影響を及ぼす可能性が考えられる海底振動の発生源としては、水中音と同様に、杭打ち工事と捨石投入工事の 2 つの工種があげられます。

これらの工事から発生する海底振動の大きさについて、海中土木工事の測定事例（(社)日本水産資源保護協会 1997）をみますと、海底振動の発生レベルは杭打ち工事が大きく、工事地点から 22m 地点で最大 111dB、90m 地点で最大 80dB、260m 地点で最大 54dB となっています。海底振動がジュゴンに影響を与える海底振動レベルに関する知見はみられませんが、一般的な魚類に影響を及ぼす海底振動レベルは 50～60dB 程度と言われており（(社)日本水産資源保護協会 1997）、そのレベルが到達する範囲を推定しますと工事地点から数百 m 程度の範囲内となります。ジュゴンは採食活動を行う以外はほとんど海底に接することは少なく、さらに事業実施区域周辺に生息するジュゴンの採餌場所は工事地点より 5km 以上離れた嘉陽地先海域であるため、工事音の海底振動がジュゴンの行動に変化を与えることはほとんどないと考えられます。

³ 資料：「平成 14 年度ジュゴン保護対策事業報告書」2003 年、(社)日本水産資源保護協会

3) 夜間照明

海上工事の作業時間は、基本的に日の出から日没までであり、光を照射して夜間に作業を行うことはありません。さらに夜間に停泊中の船舶は法令で定められた灯火以外は特に光を照射することはありません。また、飛行場の舗装工事の3ヶ月間において夜間作業が行われますが、ジュゴンには夜間には嘉陽地先海域に生息している可能性が高く、嘉陽地先海域に対する舗装工事からの照明による光の到達は少ないと考えられます。

そのため、工事中の夜間照明がジュゴンの生息環境に変化を与えることはほとんどないと考えられます。

4) 作業船の航行

海上工事の実施中は、相当数の作業船が工事区域周辺を航行することになります。資材の運搬船は、北側航路と南側航路を経て施工区域まで航行してきますが、ジュゴンの生息が確認されている嘉陽沖においては、ジュゴンの生息域を避け、その沖合を航行する計画です。さらに、施工区域周辺においては、大浦湾の西側海域を航行する計画であり、ジュゴンの来遊が確認されたことのある大浦湾東側海域には作業船は航行しない計画です。しかし、ジュゴンがこれまで確認されている生息範囲より移動した場合は船舶と遭遇する可能性あり、ジュゴンの行動に変化を与えるおそれと考えられます。また、ジュゴンが大浦湾内に来遊した場合、大浦湾には刺し網が設置されているため、作業船と遭遇し、回避行動をとった場合に刺し網にかかるおそれがあります。

5) ジュゴンの個体及び個体群維持に対する影響

現地調査により事業実施周辺海域において確認されたジュゴンは1頭であり、嘉陽沖の海域を生息範囲として他海域に移動することはほとんどなく、餌場も嘉陽地先のリーフ内の海草類藻場を利用し、嘉陽沖周辺に常在していると考えられました。そのため、工事中の濁り、騒音、作業船の航行による影響はジュゴンの生息範囲や餌場とする海草類藻場の分布範囲には及ばないものと予測され、ジュゴンがこれまで確認されている生息範囲内にとどまっている場合は、対象事業の実施がジュゴンの生息環境としての機能や価値を変化させる可能性はなく、事業の実施が事業実施区域周辺に生息するジュゴンの個体に及ぼす影響はほとんどないと考えられます。

また、本調査により、沖縄島周辺では嘉陽沖を主な生息域とするジュゴンのほかに、古宇利島沖を主な生息域とする2頭が確認されており、それらも時折嘉陽沖への移動が確認されていますが、行動範囲は大浦湾東側海域までの範囲にあり、事業実施区域への移動は確認されていません。そのため、対象事業が古宇利島沖

を主な生息範囲とするジュゴンに対して影響を及ぼす可能性はほとんどなく、事業の実施により沖縄県全体のジュゴンの個体群の維持に対して影響を及ぼす可能性はほとんどないと考えられます。

しかし、ジュゴンの行動範囲については不確実性が伴うため、工事中はジュゴンの生息位置の確認とそれに基づく環境保全措置を十分に講じることがジュゴンの個体及び個体群維持にとって重要と考えられます。

6.16.2.2 施設等の存在及び供用

(1) 予測の概要

対象事業による施設等の存在及び供用がジュゴンに及ぼす影響の予測概要を表-6.16.2.2.1に示します。

埋立地等の存在及び飛行場施設の供用がジュゴンに及ぼす影響については、施設等の存在に伴う海面の消失、海洋構造物の出現、飛行場施設の供用に伴う航空機からの騒音・低周波音、飛行場施設からの排水、供用時の船舶の航行によるジュゴンの生息環境及び行動に及ぼす影響を予測しました。

表-6.16.2.2.1 予測概要（施設等の存在及び供用）

項目	内容
予測項目	埋立地等の存在・飛行場施設の供用に伴うジュゴンの生息環境及び行動に及ぼす影響
影響要因	埋立地の存在 ・代替施設の使用 ・切替え後の美謝川の存在 ・辺野古地先水面作業ヤードの使用 飛行場及びその施設の使用 航空機の運航 飛行場の施設の供用
予測地域	ジュゴンの特性及び餌場となる海草藻場の特性を踏まえ、影響要因ごとにジュゴンに係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域としました。
予測対象時期	施設等の存在及び供用時の影響要因による環境変化が最大となり、ジュゴンに及ぼす影響が適切に予測できる時期としました。

(2) 予測方法

ジュゴンへの影響予測は、調査結果に基づくジュゴンの生息状況と、施設等の存在及び供用に伴う生息環境の改変の程度を踏まえて、既往知見等を参考にして行いました。

(3) 予測結果

1) 海面の消失

(a) ジュゴンの生息域の減少

現地調査の結果によると、事業実施区域周辺において生息するジュゴンは嘉陽沖にほぼ常在しており、事業実施区域においてはジュゴンの生息は確認されていません。そのため、施設等の存在による海面消失に伴いジュゴンの生息域が減少することはほとんどないと考えられます。

(b) 餌場の減少

事業実施区域周辺におけるジュゴンの餌場は、主に嘉陽地先のギミ崎東側の海草藻場と考えられるため、施設等の存在による海面消失がジュゴンの餌場となる海草藻場の生育域を減少させることはないと考えられます。

2) 流れ、波浪、水質の変化

波浪、流れ、水質の変化の予測結果によりますと、施設等の存在に伴う波浪、流れ、水質の変化は、代替施設の周辺で見られますが、ジュゴンが餌場として利用している嘉陽地先の海草類藻場の分布範囲においては変化が生じないものと予測されています。そのため、施設等の存在による波浪、流れ、水質の変化がジュゴンの餌場となる海草藻場の生育環境に与える変化はほとんどないと考えられます。

3) 海洋構造物の出現

埋立地及び進入灯、燃料栈橋の設置予定場所ではジュゴンの生息は確認されていないため、埋立地や進入灯、燃料栈橋の存在がジュゴンの移動経路を阻害したり行動範囲に変化を与える可能性はないものと考えられます。

4) 航空機からの騒音、低周波音

(a) 航空機騒音

ジュゴンに対する航空機騒音の知見は少なく、逃避等の影響を及ぼす音圧レベルを直接的に調査した事例はみられませんが、ジュゴンの生息状況調査におけるヘリコプターによる追跡調査では、飛行高度を150mまで低下して行動の観察を行いました。ジュゴンの行動に変化を与えないことを確認しています。

また、航空機騒音の予測結果によると、ジュゴンの生息範囲における空中音の騒音レベルは最大で85dB(A)と予測されています。このような航空機騒音が水中に透過した場合の水中音圧レベルを推定すると、空中音が最も効率よく透過した場合は、ヘリコプターの周波数特性によってはジュゴンの水中音の影響レ

ベルとして想定した 122dB を上回る可能性が考えられます。しかし、空中から水中に音が入射する場合の臨界角度は約 13° と狭く、影響レベルを上回る範囲は飛行コース直下の限られた範囲にとどまると考えられます。

(b) 低周波音

低周波音は、ジュゴンに対し内耳への影響と肺の共振を引き起こす可能性があると考えられています。航空機の運航に伴い発生する低周波音の音圧レベルの予測結果によりますと、ジュゴンの生息海域に近接する安部集落においては飛行時において最大 81.4dB 程度と予測されています。低周波音による海域生物に及ぼす影響レベルについて、米軍のソナー使用による生物への影響に関する調査報告書 (Department of the Navy 2001)⁴によりますと、海域生物全般に対して低周波音の音圧レベルが 180dB 以上では内耳の損傷や組織破壊といった症状が発生する可能性があり、150dB 以下であれば影響はないとしています。そのため、ジュゴンに対する低周波音の影響に関して直接的に調査した事例はみられませんが、海域生物全般の影響レベルを適用して考えますと、航空機により発生する低周波音は影響レベルを下回ると考えられます。

5) 飛行場施設からの排水

供用時の飛行場施設からの排水に伴う水質の変化について水質シミュレーションの結果によりますと、排水に伴う水質の変化は排水口近傍に限られるものと予測されており、そのためジュゴンの餌場となる嘉陽地先の海草藻場における水質変化はほとんどないと考えられます。

6) 船舶の航行

飛行場施設の供用時に運航する船舶としては、航空機用燃料を運搬するタンカーとヘリコプター等が故障した場合の輸送船がありますが、それらによる船舶航行数の増加は小さいと考えられます。また、タンカーや輸送船は大浦湾西側海域の航路を航行する計画であり、ジュゴンの生息が確認されている嘉陽沖は航行しない計画です。しかし、ジュゴンがこれまで確認されている行動範囲より移動した場合は船舶と遭遇する可能性あり、ジュゴンの行動に変化を与えるおそれが考えられます。また、ジュゴンが大浦湾内に来遊した場合、大浦湾には刺し網が設置されているため、タンカー等の船舶と遭遇し、回避行動をとったときには刺し網にかかるおそれがあります。

⁴ 資料：「Final overseas environmental impact statement and environmental impact statement for surveillance towed array sensor system low frequency active (SURTASS LFA) Sonar」2001, Department of the Navy, Chief of Naval Operations/ <http://www.surtass-lfa-eis.com>

7) ジュゴンの個体及び個体群維持に対する影響

飛行場施設の供用時における環境変化や船舶の航行がジュゴンに与える影響は小さく、ジュゴンがこれまで確認されている範囲内に生息している場合は、対象事業の実施がジュゴンの生息環境としての機能や価値を変化させる可能性はなく、事業の実施が事業実施区域周辺に生息するジュゴンの個体に及ぼす影響はほとんどないと考えられます。

また、古宇利島沖を主な生息域とする2頭のジュゴンについても、時折嘉陽沖への移動が確認されていますが、行動範囲は大浦湾東側海域までの範囲にあり、事業の実施がこれらのジュゴンに対して影響を及ぼす可能性は小さく、事業の実施により沖縄県全体のジュゴンの個体群の維持に対して影響を及ぼす可能性はほとんどないと考えられます。

しかし、ジュゴンの行動範囲については不確実性が伴うため、供用時においては、航行する船舶がジュゴンに対する環境保全措置を十分に講じることがジュゴンの個体及び個体群維持にとって重要と考えられます。

6.16.3 評価

6.16.3.1 工事の実施

(1) 環境影響評価の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

工事の実施に伴い発生する水中音や作業船の航行がジュゴンの行動に変化を与えたり、大浦湾内に来遊し回避行動をとった場合には大浦湾内に設置されている刺し網にかかる可能性が考えられることから、工事中のジュゴンの行動の変化及び刺し網への羅網の可能性を軽減するため、以下の環境保全措置を講ずることとします。

- ・作業船の航行にあたっては、ジュゴンが頻繁に確認されている区域内を出来る限り回避する航行ルートとし、ジュゴンの生息域の環境保全に努めます。なお、工事施工区域へのジュゴンの接近が確認された場合は工事関係者に連絡し、水中音の発する工事を一時的に休止するなどの対策を講じます。
- ・航行する工事用船舶に対して、ジュゴンが衝突を回避するための見張りを励行するほか、ジュゴンとの衝突が避けられるような速度で航行します。
- ・嘉陽周辺海域において頻繁に確認されているジュゴンについて、その海域を対象に、藻場の利用状況を調査して、生息海域の変化の有無等について調査・記録します。
- ・環境保全措置が速やかに講じられる監視体制を構築してジュゴン及び海藻草類の事後調査並びに海藻草類の環境監視調査を実施し、調査結果を踏まえて、必要に応じて専門家の指導・助言を得て、必要な措置を講じます。

2) 環境影響の回避・低減の検討

調査及び予測の結果、並びに環境保全措置の検討結果を踏まえると、工事の実施によるジュゴンへの影響については、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避・低減が図られているものと評価しました。

(2) 国又は地方公共団体による環境保全の基準又は目標との整合性に係る評価

1) 環境保全の基準又は目標

沖縄県環境基本計画の「事業別環境配慮指針」における「飛行場の設置又は変更の事業」での「貴重な動植物の生息・生育環境、優れた景勝地、人が自然と触れ合う重要な場等の貴重な自然や文化財等に影響を及ぼす立地は避けるよう努める。」と記載されていること、「自然性の高い地域にあつては、工事計画、飛行計画の工夫等により、騒音や光等による野生生物への影響の低減に努める。」と記載されていること、「埋立及び干拓の事業」での「水生生物や野鳥等貴重な動植物の生息・生育環境、自然海岸、自然との触れ合いの場、漁業資源等に影響を及ぼすような立地は、避けるように努め、やむを得ない場合は、影響をできるだけ最小化するよう努める。」と記載されていること、また、同基本計画の「圏域別配慮指針」における「沖縄島北部圏域」での「河川改修、堤防や護岸の設置、埋立て等においては、生態系の攪乱、親水性の低下や景観の悪化を生じさせないよう、事業実施の場所、規模、構造、施工方法等について細心の注意を払う。」と記載されていること、「開発等事業においては、生態系の攪乱、赤土等の流出、景観の悪化を起こさないよう、事業実施の場所、規模、工法等について細心の注意を払う。」と記載されています。これらを環境保全の基準又は目標とします。

2) 環境保全の基準又は目標との整合性

工事の実施にあたってはジュゴンの監視体制の構築、施工区域周辺にジュゴンが接近したときの工事の一時的な休止、作業船の航行速度の制限などの環境保全措置を講じることにより、ジュゴンに及ぼす影響は、最小限にとどめるよう十分に配慮されているものと考えられることから、環境保全の基準又は目標との整合性は図られるものと評価しました。

6.16.3.2 施設等の存在及び供用

(1) 環境影響評価の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

飛行場施設の供用に伴う船舶の航行がジュゴンの行動に影響を及ぼす可能性が考えられることから、その影響を軽減するため、以下のとおり環境保全措置を講ずることとします。

- ・付近を航行する船舶に対して、ジュゴンとの衝突を回避するための見張りを励行させるほか、ジュゴンとの衝突を回避できるような速度で航行するよう周知します。
- ・嘉陽周辺海域において頻繁に確認されているジュゴンについて、その海域を対象に、藻場の利用状況を調査して、生息海域の変化の有無等について調査・記録します。

2) 環境影響の回避・低減の検討

調査及び予測の結果、並びに環境保全措置の検討結果を踏まえると、施設等の供用によるジュゴンへの影響については、事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避・低減が図られるものと評価しました。

(2) 国又は地方公共団体による環境保全の基準又は目標との整合性に係る評価

1) 環境保全の基準又は目標

沖縄県環境基本計画の「事業別環境配慮指針」における「飛行場の設置又は変更の事業」での「貴重な動植物の生息・生育環境、優れた景勝地、人が自然と触れ合う重要な場等の貴重な自然や文化財等に影響を及ぼす立地は避けるよう努める。」と記載されていること、「自然性の高い地域にあつては、工事計画、飛行計画の工夫等により、騒音や光等による野生生物への影響の低減に努める。」と記載されていること、「埋立及び干拓の事業」での「水生生物や野鳥等貴重な動植物の生息・生育環境、自然海岸、自然との触れ合いの場、漁業資源等に影響を及ぼすような立地は、避けるように努め、やむを得ない場合は、影響をできるだけ最小化するよう努める。」と記載されていること、また、同基本計画の「圏域別配慮指針」における「沖縄島北部圏域」での「河川改修、堤防や護岸の設置、埋立て等においては、生態系の攪乱、親水性の低下や景観の悪化を生じさせないよう、事業実施の場所、規模、構造、施工方法等について細心の注意を払う。」と記載されていること、「開発等事業においては、生態系の攪乱、赤土等の流出、景観の悪化を起こさないよう、事業実施の場所、規模、工法等について細心の注意を払う。」と記載されています。これらを環境保全の基準又は目標とします。

2) 環境保全の基準又は目標との整合性

施設の供用にあたっては航行する船舶からのジュゴンの監視、航行速度の制限などの環境保全措置を講じることにより、ジュゴンに及ぼす影響は、最小限にとどめるよう十分に配慮されているものと考えられることから、環境保全の基準又は目標との整合性は図られるものと評価しました。