

6.7.3.2 工事の実施（海域）

(1) 環境影響の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

海上工事の実施に伴って発生する濁り及び堆積が、事業実施区域周辺海域の水質及び底質に影響を及ぼす可能性が考えられることから、工事中の濁りの影響を低減するため、事業者により実行可能な範囲で環境影響を最大限に回避・低減することを目的として、以下のとおり環境保全措置を検討しました。

- ・海中への石材投入や床堀・浚渫及び海上ヤードの撤去による水の濁りの影響を低減させるため、施工区域周辺海域での汚濁防止膜や施工箇所を取り囲むような汚濁防止枠を適切に設置・使用しますが、濁りの発生量が周辺の環境に与える影響よりも、汚濁防止膜設置による周辺海域の海藻草類等に損傷を与える可能性を考慮し、状況によっては汚濁防止膜を設置しないこととします。なお、汚濁防止膜の展張位置は、作業船の航行頻度の関係で、閉鎖できず一部区域が開口した開放形となります。汚濁防止膜の展張位置は、作業船のアンカー長や操作性等を考慮して最小限の範囲で設定します。
- ・埋立工事は、外周護岸を先行施工して可能な限り外海と切り離した閉鎖的な水域をつくり、その中へ埋立土砂を投入することにより、埋立土砂による濁りが外海へ直接拡散しないような工法とします。
- ・埋立てを終えた工区については、降雨等により裸地面から濁水が海域に流出しないよう、裸地面を転圧・締固めした上で周囲に盛土を施し、埋立部に雨水等を浸透させ、護岸背面に防砂シートを施し、ろ過処理を行います。
- ・最終の埋立区域（埋立区域③）は閉鎖性水域にならないため、汚濁防止膜により対策を行います。閉鎖性水域とならない時期の埋立工事については、閉鎖性水域からの濁りの拡散を低減させるため、施工場所近傍において汚濁防止膜を追加設置し、二重の対策を行います。また、台風の来襲時には、汀線付近の埋立土砂露出部にマット等を設置する等の対策を施し、埋立土砂の流出防止を図ります（図-6.7.3.2.1参照）。
- ・飛行場地区においては、恒久対策が完了するまでの間は、赤土等流出防止対策を実施します（図-6.7.3.2.2参照）。
- ・汚濁防止膜については、作業前には損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は作業を一時中断し、速やかに補修するほか、撤去の際には、汚濁防止膜内に堆積した赤土等を可能な限り撤去します。
- ・海中へ投入する基礎捨石等については、材料仕様により石材の洗浄を条件とし、採石場において洗浄された石材を使用することで、濁りの発生負荷量を可能な限り低減せんように努めます。参考に碎石場洗浄設備を図-6.7.3.2.3に示し

(d) 計算条件

a) 計算範囲及び計算格子

計算範囲と水深分布を図-6.9.2.3.4に示しました。計算範囲は事業実施区域の規模を勘案して、約 25km × 約 16km と十分に広い範囲としました。

計算格子は、大浦湾周辺の地形条件を考慮しつつ、計算負荷や所要時間を加味して設定し、実現可能な最小計算格子として代替施設周辺海域を 50m 格子に分割し、事業実施区域周辺海域を 150m 格子に分割しました。また、計算を安定に実施するため、150m 格子の外側に図-6.9.2.3.5に示すような 450m 格子の緩衝領域を設定しました。

なお、水深分布は下記の資料を基に作成しており、深浅測量結果はリーフ等浅海域のデータも含まれているため、サンゴ礁海域の複雑な地形を最大限表現できていると考えています。

- 1/25000 の地形図
- 海底地形図 6508 沖縄南部
- 深浅測量結果 (平成 19 年 6-7 月)

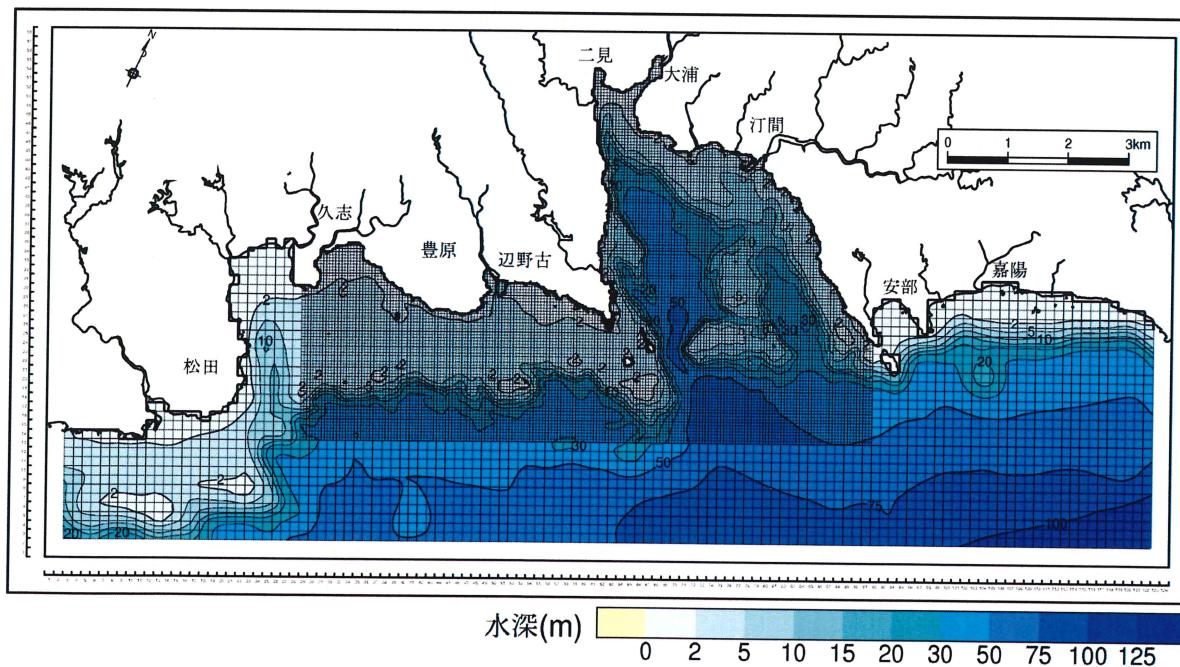


図-6.9.2.3.4(1) 計算範囲 (150m 及び 50m 格子) の水深分布

(1) 淡水流入量

ア) 現況

事業実施区域周辺海域に流入する主な河川は、図-6.9.2.3.8に示す 16 河川です。淡水流入条件は、平成 20 年度に実施された流量と水温の現地調査結果を用いて表-6.9.2.3.6に示すとおり設定しました。

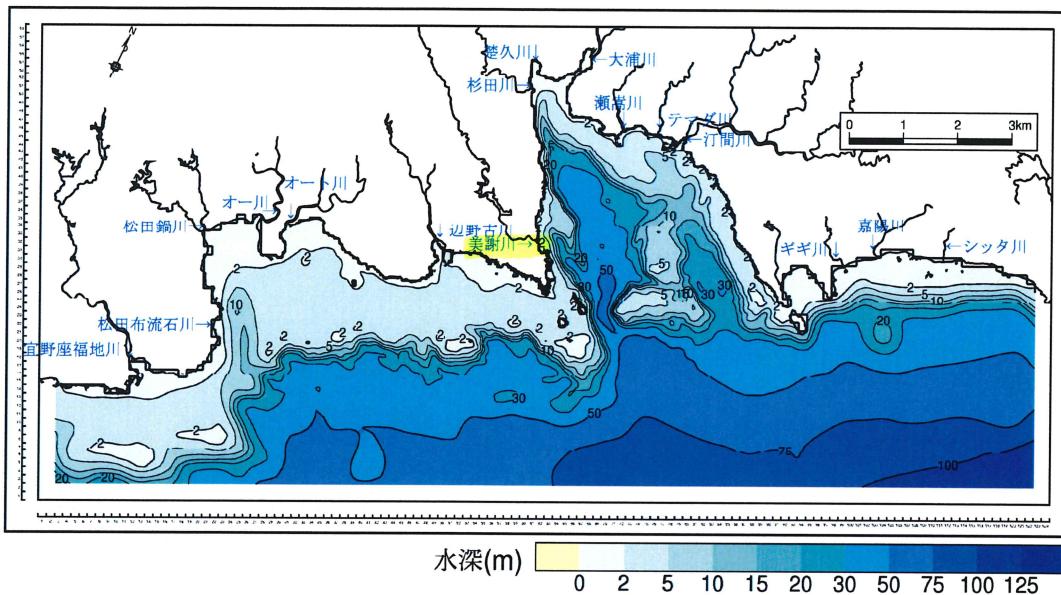


図-6.9.2.3.8 流入河川と流入位置 (現況)

表-6.9.2.3.6 淡水流入量と流入水温(平成 20 年度)

河川名 \ 項目	夏季(7/22 調査) 天候: 晴		冬季(12/3 調査) 天候: 晴		備考
	水温(°C)	流量(m³/s)	水温(°C)	流量(m³/s)	
宜野座福地川	32.0	0.054	21.5	0.168	注 1
松田布流石川	27.5	0.003	17.2	0.006	
松田鍋川	34.0	0.003	20.0	0.020	
オー川	33.8	0.031	23.0	0.124	
オート川	35.6	0.014	23.0	0.000	注 2
辺野古川	29.0	0.015	18.5	0.025	
美謝川	33.0	0.025	20.5	0.068	
杉田川	31.5	0.029	18.5	0.032	
大浦川	33.0	0.087	18.5	0.155	
瀬嵩川	30.0	0.000	19.0	0.009	注 2
テマダ川	28.0	0.014	17.4	0.020	
汀間川	30.0	0.081	21.5	0.105	注 1
ギギ川	30.1	0.003	19.3	0.002	
嘉陽川	31.5	0.190	21.6	0.012	
シッタ川	29.0	0.002	18.2	0.001	
楚久川	31.5	0.000	18.8	0.0001	注 2

注) 1. 宜野座福地川、汀間川は上下流で調査が実施されました。下流の調査地点は感潮域であること、調査が下げ潮時に実施されたことから、上流の調査結果を採用しました。

2. オート川(冬季)と瀬嵩川(夏季)、楚久川(夏季)は表流水が確認できなかったため、河川流量を 0 としました。

普天間飛行場代替施設建設事業に係る 環境影響評価に関する有識者研究会

最終報告

～ 評価書の補正に係る提言 ～

平成24年12月

目 次

1はじめに	1
2評価に当たっての基本方針	2
(1)評価方法について	2
(2)沖縄県知事意見への対応	3
(3)その他	3
3事業計画に係る提言	5
(1)環境保全措置について	5
(2)事業内容について	7
4生活環境に係る提言	11
(1)航空機騒音について	11
(2)低周波音について	12
(3)水環境について	13
5自然環境に係る提言	16
(1)海域生物(ウミガメ類)について	16
(2)サンゴ類について	19
(3)海藻草類について	24
(4)ジュゴンについて	27
(5)その他	34
6事後調査・環境監視調査に係る提言	35
7おわりに	36
別添 :	1 「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価に関する有識者研究会」有識者及び開催経過 2 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価に関する有識者研究会開催要綱 3 評価書補正に係る提言資料

(3) 海藻草類について

① 予測・評価

①-1 基本の方針

海藻草類については、平成20年度の現地調査結果に基づけば、事業の実施（埋立）に伴い、海藻類で約68ha、海草類で約78ha消失することとなる。特に海草藻場は、ジユゴンやウミガメ類の餌場にもなるなど、重要な役割を持つ中で、被度50%以上の高被度域を含む海草藻場の消失を伴うことから、評価を丁寧に行う必要がある。また、評価に当たっては、できる限り沖縄県全体における現状の海草藻場の減少要因等を含めて解析することが望ましい。

①-2 沖縄全体の海草藻場の推移 (別添3-5-(3)-1)

沖縄県全体の海草藻場の分布状況については、昭和53年及び平成元年に環境省が調査を実施しており、その結果によれば、昭和53年における海草藻場の面積は、県全体で約6,900ha（沖縄島約1,280ha）であり、平成元年の調査での減少面積は、県全体で31ha（沖縄島4ha）と比較的少なかった。さらに、平成13年度に環境省が行った航空写真の画像解析では、平成元年とほぼ同じ場所で海草藻場が確認されており、沖縄県全体としては、海草藻場は、近年、概ね安定して維持されていることを確認した。

② 環境保全措置（移植・海草藻場造成）

②-1 基本の方針

評価書においては、海草藻場の消失に伴う環境保全措置として、移植や新たな海草藻場造成などの積極的な保全策等が提案されていない。しかしながら、海草類に係る被度50%以上の高被度分布域については、現状の水質・底質が保全され、かつ大規模攪乱がなければ海草類が十分に生育できるポテンシャルを有すると考えることが妥当である。したがって、基本的には、その消失面積に相当する海草藻場を移植等によって代償されることが望ましく、具体的には、移植等による現状の生育区域周辺への海草藻場の拡大等のほか、海草藻場の新たな造成及び移植についても検討することが望ましい。

中城湾港（泡瀬地区）公有水面埋立事業においては、これまで、海草の移植を中心として、移植に係る実験や技術的な検討が行われ、一定の成果を上げている。さらに、海草の生育環境を保全・創出するための潜堤や盛砂など、海草藻場の造成に係る技術的な検討などの取り組みがなされているほか、他の事業においても海草の移植や海草藻場造成に係る検討等がなされている。

海草の移植等の技術は、依然として確立されたものとは言い難いが、上記検討や実績の中には、大規模かつ長期にわたり行われた例もある。したがって、移植等の検討に当

たっては、これらを参考とするとともに、その実施に当たっては、丁寧な施工と管理のほか、モニタリングにより必要な対応を行っていくべきである。

なお、海草藻場の新たな造成・移植については、シールズ数※) の分布、埋立前後のシールズ数の変化量や波の外力から判断して、海草類の生育に適した海域の形成が期待される埋立予定地北側の遮蔽域を候補地の一つとして検討できると考えられる。さらに、埋立により消失する海岸の砂を活用することにより、海草藻場生育域を積極的に造成することも可能と考えられる。

※) シールズ数：砂粒子を移動させようとする力と重力により止まろうとする力の比

②-2 具体的対応 (別添 3-5-(3)-2)

前述のとおり、海草藻場はジュゴンやウミガメの餌場となるなど重要な役割を持つことから、事業に伴う消失の代償措置について討議し、以下に示す内容とすることが妥当と判断した。

- 埋立てにより消失する海草藻場の代償措置として、事業実施区域周辺（久志、豊原沖等）の海草藻場における被度が低い箇所や埋立予定地北側の遮蔽域を対象に、海草類の移植や生育基盤の環境改善（藻場造成等）ができる限り実施することとし、今後、専門家の指導・助言を得つつ実施に向けた検討を行う。
- 移植手法等の検討に当たっては、中城湾港（泡瀬地区）や水産庁で実施された実績を参考とし、移植先における海草類の生育状況等のモニタリングを実施し、その結果を反映させる。
- 移植等の実施後は、海草類の生息状況等を事後調査し、その状況に応じ、専門家の指導を得ながら必要な措置を講じる。

③ クビレミドロ

③-1 基本の方針

評価書においては、海藻草類における注目すべき種としてクビレミドロを選定し、その分布・生育環境の状況について調査を行い、大浦湾奥部の二見地区及び久志地区においてその生育を確認している。

中城湾港（泡瀬地区）公有水面埋立事業においては、クビレミドロの生育域を主として波と流れの外力条件及び地盤高により概ね説明することが可能となるなど基本的な生育環境条件が整理できた。また、これらの知見を基に、埋立事業による外力の変化に応じて生育域がどのように変化するかを予測する手法を提案するなど大きな成果を残している。

本事業においても、これらの知見を参考に、本事業の実施に伴う外力の変化により、

参考資料

評価書補正に係る提言資料(色分版)

本参考資料は、有識者研究会最終報告の

別添3(評価書補正に係る提言資料)について、

評価書からの変更点が明確となるように、

変更点を色分け表示としたものです。

凡　例

：評価書からの削除部分

青色　：評価書からの追加部分

黒色　：評価書から変更なき部分

5(3) 海藻草類について

5-(3)-1 沖縄全体の海草藻場の推移

5-(3)-2 環境保全措置

5-(3)-3 クビレミドロ

補正評価書（案）

【第6章 6.15 海藻草類 6.15.3 評価】

6.15.3 評価

6.15.3.1 工事の実施

(1) 環境影響の回避・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濁りが拡散し海藻草類の生育環境に影響を及ぼす可能性が考えられることから、工事中に濁りの発生量及び濁りの拡散状況を低減させるため、既に以下の環境保全措置を講じることとしています。

- ・代替施設の位置については、海草類の生育する海草藻場の消失を少なくできるように計画しています。
- ・大浦湾の自然環境保全の観点から、大浦湾西岸海域作業ヤード並びに関連した浚渫を取り止め、環境影響の回避を図ります。
- ・海中への石材投入や床堀・浚渫及び海上ヤードの撤去による水の濁りの影響を低減させるため、汚濁防止膜や汚濁防止枠を適切に設置・使用します。
- ・埋立工事は、外周護岸を先行施工して可能な限り外海と切り離した閉鎖的な水域をつくり、その中へ埋立土砂を投入することにより、埋立土砂による濁りが外海へ直接拡散しないような工法とします。
- ・埋立てを終えた工区については、降雨等により裸地面から濁水が海域に流出しないよう、裸地面を転圧・締固めした上で周囲に盛土を施し、埋立土に雨水等を浸透させ、護岸背面に防砂シートを施し、ろ過処理を行います。
- ・最終の埋立区域は閉鎖性水域にならないため、汚濁防止膜により対策を行います。また、台風の来襲時には、汀線付近の埋立土砂露出部にマット等を設置する等の対策を施し、埋立土砂の流出防止を図ります。
- ・飛行場地区においては、恒久対策が完了するまでの間は、赤土等流出防止対策を実施します。
- ・改変区域においては、赤土等流出防止対策に基づいて、発生源対策、流出防止対策、濁水処理プラントの設置等を実施します。

さらに、工事中の濁りの実施が海藻草類に及ぼす影響を低減するために、以下の環境保全措置を講じることとします。

- ・工事の実施において周辺海域の海草藻場の生育分布状況が明らかに低下してきた場合には、必要に応じて、専門家等の指導・助言を得て、海草類の移植（種

苗など) や生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法等を検討し、可能な限り実施します。

なお、海草藻場の生育分布状況の低下を判断するにあたっては、事業実施前の海草藻場の生育状況をもとに判断基準を設定し、事後調査の結果を判断基準と対比させながら、生育分布状況が低下したかどうかを判断します。生育分布状況が低下したと判断される場合は、低下の要因を解析し、必要な方策を講じます。

生育分布状況の低下の判断基準及び生育範囲の拡大方法は、下記のような方針で検討することを予定しています。

○生育分布状況の低下の判断基準

生育分布状況の低下の判断を行うにあたっては、モニタリング地点を設定し、各地点の事業実施前の海草類の生育状況（被度、構成種）の状況を整理し、それを判断基準の基本とします。

ただし、海草藻場は自然環境の変動の影響を受けやすいため、モニタリング地点は、事業実施区域から離れた対照区となる海草藻場にも設定し、対照区の事業実施後の変化の状況も参考にして生育分布状況の低下の状況を判断することとします。

○生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法

事後調査の結果を判断基準と対比させて、事業実施後に生育分布状況が低下したと判断される場合は、低下の原因が台風などの自然現象によるものか、事業実施に伴う環境変化によるものかについて、気象・海象や環境条件に関する情報をもとに解析します。事業実施に伴う環境変化が原因と判断される場合は、専門家等の指導・助言を得て、必要な対応策を検討します。

海草藻場の生育状況が低下する原因のうち、工事中の水の濁り等の水質が原因の場合は、濁りの防止対策を見直し、必要な措置を講じます。

工事の進捗に伴い地形が変化し、それにより波浪、流れ、底質の変化が生育分布状況の低下の原因となっている場合は、以下のような対応策を検討し実施します。

- ・生育基盤の改善

- 潜堤等の設置：静穏化に伴う生育基盤の安定化

- 覆砂：水深、底質の改善による生育基盤の改善

- ・移植

- 種苗移植、土付き栄養株の手植え、機械化移植

5-(3)-2

- ・汚濁防止膜については、作業前には損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は作業を一時中断し、速やかに補修します。
- ・海中へ投入する石材は、採石場において洗浄し、濁りの発生が少なくなるようにして使用することとし、濁りの発生負荷量を可能な限り低減させるように努めます。
- ・台風時は工事を中止し、台風接近前に施工中の造成面に浸食防止剤散布等の発生源対策を行い、降雨による裸地面からの赤土等流出を防止します。
- ・作業員等の食物残滓の海域への投棄の禁止等、工事中の管理を徹底させます。
- ・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海藻草類の事後調査並びに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等の指導・助言を得て、必要な措置を講じます。
- ・ケーソンの仮置きにおいては、海上ヤードの周辺に分布するサンゴ類や海草類へのアンカー設置の影響を低減するために、工事の実施前にサンゴ類や海草類の生息・生育状況を調査し、サンゴ類の生息範囲及び海草類の生育密度の高い場所に目印のブイを設置するなどの方法によりサンゴ類及び海草類の分布域へのアンカー設置をできる限り回避し、影響を低減化するよう配慮します。

6.15.3.2 施設等の存在及び供用

(1) 環境影響の回避・低減に係る評価

1) 環境保全措置の検討

(a) 海藻草類の生育域の減少に対する影響

施設等の存在に伴う海藻草類の生育域の消失に対して、その影響を低減するために、以下の環境保全措置を講じることとします。

- ・代替施設の存在に伴い消失するホンダワラ類藻場に関する措置として、消波ブロックや根固ブロックを海藻類の生育基盤として活用し、海藻類の生育を促進するための方策を検討し実施します。なお、この箇所はサンゴ類の着生基盤としても利用できると考えておりますので、サンゴ類の環境保全措置とも調整しながら、実施計画の詳細を検討します。
 - ・代替施設の存在に伴い消失する海草藻場に関する措置として、改変区域周辺の海草藻場の被度が低い状態の箇所や代替施設の設置により形成される静穏域を主に対象として（図-6.185.3.2.1）、専門家等の指導・助言を得て、海草類の移植や生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法等やその後調査を行うことについてを検討し、可能な限り実施します。
- なお、生育範囲の拡大に関する方法等について、下記のような方針で検討することを予定しています。

○生育範囲の拡大方針

海草類の分布は、気象・海象などの自然環境の影響を受けやすいため、海草藻場の生育範囲の拡大に関しては、自然の環境変動により当初の計画では想定できなかった状況になる可能性が考えられます。このため、生育範囲の拡大にあたっては、自然の環境変動の影響を受けやすいことをあらかじめ管理システムに組み込み、以下のような方針で順応的に対応します。

① 生育範囲の拡大方法の選定

海草類を保全・再生するための技術としては、下記のような技術があげられます。

【海草類の保全・再生技術】

・生育基盤の改善

潜堤等の設置：静穏化に伴う生育基盤の安定化

覆砂：水深、底質の改善による生育基盤の改善

・移植

種苗移植、土付き栄養株の手植え、機械化移植

しかし、これらの技術は必ずしも確立した技術ではないと言われています

ですが、中城湾港（泡瀬地区）では、機械化移植による試験施工や移植後の海草類の保全対策として潜堤築造による波浪防止と砂地盤の安定による保全試験が実施され、台風の襲来を受けても藻場が保全されています。また、水産庁では、ジュゴンと漁業の共存を目指して、平成13年度から7年間、沖縄島において、ジュゴンの餌場としての海草藻場の再生・繁茂に関する調査・研究を行っています（水産庁・水産総合研究センター、2008）。その研究成果では、手植えによる海草類の芝植え手法、リュウキュウスガモ種苗の生産技術、及び人工生産したリュウキュウスガモ種苗を移植する技術について、波浪による流出や漂砂による埋没を防止するために、砂地盤の海底に生分解性素材のマットを敷いて底質を安定させる技術が開発されています。これらの技術を用いた移植試験により海草藻場が再生された事例が報告されており、小規模な海草藻場の再生に適した手法と判断できます。

このため、このように成果を上げている他事業の取り組みを参考として、事業実施区域周辺において適切と考えられる技術の選定を行い、生育範囲の拡大のための方法を選定します。

② 目標の設定

海草藻場は、その環境に応じてどのような群落が維持されるか異なるため、順応的に対応するためには、あらかじめ生育範囲拡大の目標を明確にしておくことが重要と考えられます。このため、対象区域の環境条件を踏まえて、目標とする海草藻場の範囲、被度、及び目標とする年次を設定します。

③ モニタリングの実施

目標の達成状況を評価するとともに、生育範囲の拡大方法の改善の必要性を検討するために、海草藻場の生育状況や環境因子に関するモニタリング計画を策定し実施します。

④ 生育範囲拡大に関する方法の評価と対応

モニタリング結果をもとに、目標の達成状況を評価し、生育範囲拡大に関する方法等の改善の必要性を検討します。目標が未達成の場合は、その原因を検討し、対応策を講じます。

(資料)

水産庁・水産総合研究センター（2008）. 热帯性海草藻場の再生に関する検討－ジュゴンと漁業の共生を目指して－.

資料-2

平成 21 年度

中城湾港泡瀬地区環境保全・創造検討委員会

第 2 回 海藻草類専門部会

手植え移植藻場の評価

平成 22 年 2 月 24 日

内閣府沖縄総合事務局開発建設部
沖縄県土木建築部
(財)港湾空間高度化環境研究センター

目 次

1. 海草移植に関する環境保全措置の前提.....	1
1.1 環境影響評価書における位置づけ.....	1
1.2 「中城湾港(泡瀬地区)公有水面埋立事業にかかる海草移植計画」における位置づけ.....	1
2. 手植え移植藻場の評価方法.....	5
2.1 手植え移植藻場の評価の方針と手法.....	5
(1) 評価の目的	5
(2) 評価方法	5
(3) 評価指標と調査方法.....	5
3. 手植え移植藻場の状況.....	8
3.1 移植時の状況	8
3.2 手植え移植藻場の推移.....	9
(1) 面積の変化 (移植藻場全体)	9
(2) 被度の変化 (移植藻場全体)	10
(3) 生物生息状況.....	11
(4) 葉の投影面積の合計 (藻場全体の葉の投影面積 (被度) の総和)	13
(5) 面積の変化 (調査枠 (2m枠) 別)	14
(6) 被度の変化 (調査枠 (2m枠) 別)	14
4. 評価結果	19
5. 評価結果のまとめ.....	27
6. 今後の調査計画案.....	27

1. 海草移植に関する環境保全措置の前提

1.1 環境影響評価書における位置づけ

①環境影響の回避・低減が困難であることから代償措置を検討したものとして、次のように規定されている。

「貴重種であるトカゲハゼの生息地を含む小鳥類も多い沿岸干潟域の保全、やや沖合域における比較的良好なサンゴ群集の保全、並びにこれに伴う人工島方式での適正な海水流動を勘案して埋立地の位置、形状を決定している。これに伴って、干潟及びサンゴ群集への環境影響の低減は図られる一方、泡瀬地区における生育被度 50%を超える藻場(密生・濃生域)がやむを得ず約 25ha 消失することになる。

そこで、埋立てにより消失する藻場(密生・濃生域)のうち主要な構成要素で埋立計画地周辺一帯に多く生育している大型海草種であるリュウキュウアマモ及びボウバアマモを用いて、埋立計画地の東側の現況において砂質底で海藻草類の生育被度が 50%未満の疎生域にできる限り移植し、藻場生態系の保全に努めることとする。なお、熱帯性海草の大規模な移植及びその管理については、不確実性を伴うため、実施に当たっては専門家の指導・助言を受け、慎重に行うこととする。」

②移植先の海草、藻場の状況について、埋立工事実施中については次のような監視基準が規定され事後調査を実施することとされている。

「移植時と比較して海草の生育被度が高くなっていること、藻場に多くの生物が出現していること」

1.2 「中城湾港(泡瀬地区)公有水面埋立事業にかかる海草移植計画」における位置づけ

環境影響評価書における海草移植の実施に関して、移植の目的や移植後の評価についてより具体的且つ明確に示すこととして、平成 14 年 12 月 16 日「中城湾港(泡瀬地区)公有水面埋立事業にかかる海草移植計画」を策定し公表した。以下に、その一部を示す。

1. 海草移植の目的

1-1 はじめに

中城湾港泡瀬地区公有水面埋立事業を行うにあたっては、関連法令に基づき手続きが進められてきた。環境影響評価書(平成 12 年 3 月)では、海草類で構成されている藻場については、埋立工事による影響の回避、低減は困難である一方、当該地区の生態系における海草藻場の役割が重要であることから、海草藻場の消失に伴う生態系全体への影響は大きいと予測された。そのため、埋立事業者として実行可能な範囲内で、埋立により消失する海草藻場(密生・濃生域)のうち主要な構成要素の大型海草をできる限

り移植し、もって当該地区の生態系の保全に努めるとしたものである。

なお、熱帶性海草の大規模な移植及びその管理については、不確実性を伴うため、実施に当たっては専門家の指導・助言を受け、慎重に行うこととした。

1－2 中城湾港（泡瀬地区）公有水面埋立事業における藻場生態系保全の基本的な考え方

リュウキュウアマモ、ボウバアマモ等の海草類で構成される海草藻場（アマモ場）は、海水の浄化や底質の安定化の機能を有するとともに、生物の産卵・稚仔魚の保育場・餌場となるなど、生物の多様な生息環境を提供する重要な場である。事業者としては、本事業により海草藻場の生育地の一部が消失することとなるが、残される藻場が保全され機能が発揮されるとともに埋立の代償として藻場造成を図ることによって、海域全体の生態系機能の減少を低減していくことが最も重要であると考えている。そのため、埋立工事中は海藻草類の生育している海域の水質の保全等に努めるとともに、海流や波浪の変化による藻場への影響を把握しながら工事を進める。また、監視点を設け、平成12年度から海草藻類の継続的なモニタリングを行うとともに、平成13年度より、広範囲な海草藻場の現況調査を継続的に行う。加えて、藻場機能の減少を低減していくために、埋立区域内の藻場のうち濃生域の海草を移植し藻場造成を図るほか、常に生態系全体の状況を確認しながら事業を進め、海草の移植以外にも海草藻場生態系に適した場の創出のための努力や生育域の自己拡大への配慮、並びに事業の進捗により新たに生育条件の整った場の活用など、状況に応じて海草の移植以外にも種々の対応策を講じる考えである。

1－3 藻場生態系保全措置における海草移植の位置づけ

海草移植は、上記のように、生物の産卵・稚仔魚の保育場・餌場となることに着目し、消失する海草藻場機能の一部を移植された藻場が代償することで、泡瀬地区の海域全体の生態系機能の減少が低減され、本海域の生態系全体の保全を目指すものである。事業者としては、その移植を当該海域における藻場機能保全の一手段として認識している。これは、そのまま埋立が行われれば消失してしまう海草を有効利用して、新たな藻場の造成を図ることによって、工事に伴う藻場の減少を低減しようとする考えによる。

しかしながら、海草移植は、生育している場所から生育していない場所へ移すものであるため、その行為はリスクを伴うことと、熱帶性海草の移植及び管理については事例も少ないことから、環境監視・検討委員会より指導・助言を受けながら適切にモニタリングを行い、順応的な管理を目指す。当面、移植のリスクとして小さくないと考えられる移植後の初期減耗対策や、台風対策を検討しながら実施する。

4. 海草藻場の移植計画

4-3 移植結果のモニタリング

海草移植は様々な不確実性を伴うため、気象条件や水深等の条件の調査はもちろんのこと、次項のモニタリングを継続し、海草の生育状況を適宜評価しながら、必要に応じて計画・施工・モニタリング手法にフィードバックさせることができると認識している。また、このプロセスにおいて、環境監視・検討委員会の指導・助言を適宜受けこととし、モニタリング結果は隨時公表する。

①移植場所の詳細モニタリング（モニタリングポストの設置による方法）

海草を移植した場所には、モニタリングポスト（10m×10m のコードラート）を適切に設置し、生育面積及び被度など生育状況を示す定量的なデータを測定するとともに、生育状態の観察（枯死、葉枯れ、地下茎の露出、埋没）などを行う。さらに、モニタリングポストの中に詳細な観察枠（2m×2m のコードラート）を設け、生育面積及び被度等の基本的なデータに加え、構成種調査、優占種の葉長測定、底質状況を把握するための貫入試験、砂面変動測定等を行う。

頻度は、移植直後（10 日程度以内）にモニタリングポストの設置及び初期状態の観察を行う。引き続き、移植後 1 カ月に第 1 回目の調査を行い、以降移植後の成長停滞期（ラグフェイズ）を経た後 1 年間の経過について 1 カ月に 1 回の頻度、その後は年間 2 回程度の頻度で経過を観察する。なお、台風により相当量が減耗することも予想されるため、台風通過後は、上記スケジュールにかかわらず観察を行う。

②当該海域における藻場全体像の把握

航空機による写真撮影や現地における潜水調査などを組み合わせ、当該海域の藻場全体像を把握する。藻場の分布は、大型海草藻場、小型海草藻場、ガラモ場など藻場の種類ごとに区分するとともに、被度ごとにも区分する。また、調査の頻度は年間 2 回程度とし、季節的な変化も併せて把握する。本調査は藻場生態系の長期的な推移を観察するためのものであるため、なるべく長期間モニタリングを行う。

4-4 移植結果の評価

移植海草は活着後、周囲に地下茎が伸長することから、ラグフェイズ後の生育面積の変化状況などを調査することにより、活着が確認できるものと考える。また、藻場の安定という観点では、通年の気象条件下における耐性も必要であることから、モニタリングポストにおいて年間を通じて測定した生育面積及び被度を基本指標とし、藻場全体の変化も参考にしながら、以下に示す視点及び想定される変化に留意して総合的に評価し、適宜計画・施工の見直しを行う。特に変化の兆候を検知した場合は、想定される原因に対応した応急手当を行う。さらに、その後の変化を観察し、原因を解明することによって、対策の立案につなげていく。なお、変化の原因や対策の内容についても参考としたうえで評価する。

①移植適地の評価：移植適地の条件について生育状況からその妥当性を評価し、移植候補地の選定にフィードバックすることが重要である。

②初期減耗の評価：

- ・移植直後は、作業による地下茎の切断や移動に伴うストレスなどで、状態の悪い部分が枯死するが、大きな減耗が1ヵ月以上継続する場合は、生育条件に不適合な要素があると考えられ、年間の測定を待たず早期の解明が必要である。
- ・移植後3ヵ月程度までは、ラグフェイズの期間に当たり、その間は顕著な成長はみられないが、この間も大きな減耗が観察される場合は、生育条件に不適合な要素があると考えられ、年間の測定を待たず早期の解明が必要である。

③台風に対する耐性の評価：台風時においては、自然の海草も相当量の減耗を避けられず、減耗の程度は台風の規模により異なるため、台風に対する耐性は、周辺の自然藻場のデータと比較して評価する必要がある。

④海草種の遷移の評価：海草藻場の構成種は混生することが多いが、種間の競合や種ごとに適合する水深帯が異なることが考えられるため、移植による環境の変化によって種組成が変化することも考えられる。

⑤藻場の再生産の評価：生育面積や被度の変化に加えて、藻場の再生産という観点から、葉長の変化や新芽の生育などの状況も勘案する必要がある。

⑥広域的な評価：移植海草にしろ、自然海草にしろ長期的には植生が遷移する可能性が考えられるため、移植海草の追跡だけでなく、藻場全体からの広域的な評価も重要である。

5. 評価結果のまとめ

移植時に策定した移植計画については、移植藻場の面積、被度などからみて、移植場所の選定や移植手法が原因と思われる減耗は特段見当たらないことから、妥当な計画が策定されていたと評価できる。しかし、局所的にみると、海草類が消失している箇所もあり、より精緻な条件設定や、移植前に移植場所を海草の生育に適した条件に整備することが重要であると考えられる。

移植後 7 年が経過した現時点の移植藻場を各評価項目から総合的に判断すると、被度は台風等の影響を受け減少した時期もみられたが、その後徐々に回復するなど、自然環境の変化に伴い増減を繰り返し維持されている。その変動は自然藻場の変動の範囲内である。面積については、移植海草の再生産も図られており増加傾向が続いている。**海草種の組成**は自然藻場と同様の組成に遷移しており、生物生息状況においては自然藻場と同様の生物生息機能が認められる。このように手植え移植藻場は安定して自然藻場と同様の変動を示しており、自然藻場と同様の機能を有していると評価できる。

これまでの 7 年間のモニタリング調査によって台風による影響や季節変動については把握できたことから、これまでの移植後の推移を把握する詳細なモニタリングは終了させることとし、今後は周囲の自然藻場と同様に、面積の拡大や分布範囲の移動など長期的な変化に着目して頻度や項目を絞り込んで調査を行っていくことが、今後の藻場生態系の保全策の検討に有効であると考えられる。

6. 今後の調査計画案

今後の調査は、長期的な藻場の拡大や分布範囲の移動状況を把握するために、手植え移植藻場内の全調査枠で詳細な調査を行わず、藻場の外郭線を年 1 回程度の頻度で記録することとする。

表 6.1 手植え移植藻場における調査内容案

調査対象範囲	調査内容	頻度
移植藻場全体	藻場外郭線のスケッチ	1回/年



沖防調第2225号

29.4.14

沖縄県土木建築部長 宮城 理 殿

沖縄防衛局調達部長 茂籠 勇人



普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境保全対策等について
(回答)

標記について、平成29年2月22日付け土海第865号（以下「本件文書」という。）において貴県が示した27年協議に係る見解に対する当局の認識について、下記のとおり回答するとともに、本件文書の別紙において貴県が示した協議書の指摘事項に対する当局の認識について、別紙のとおり回答します。

なお、平成29年2月27日付け沖防調第893号及び同年3月31日付け沖防調第1866号において既に述べたとおり、留意事項2の規定に基づく27年協議は、必ずしも合意までを求めるものではなく、承認を受けた埋立工事の実施を前提として、工事の適正な実施の見地から、必要性・合理性が認められる範囲内において、質疑応答や意見交換を行う趣旨であり、その協議によって成案を得ることまでを要求しているわけではなく、一方で、当局は、27年協議の対象事項につき、約3箇月以上にわたり、延べ68件に及ぶ質問等に対して、一問一問丁寧かつ速やかに回答したことや、貴県として質問等があるということであれば、適宜対応する考えであることに照らせば、「本協議に誠実に対応しようとする貴局の姿勢が見られない」及び「事前協議が調わないままの埋立に関する工事への着手は、留意事項違反」との御指摘は当たらないものと認識しています。

また、留意事項2は、「実施設計に基づき環境保全対策・・・について詳細検討し県と協議を行うこと。」と記していますが、留意事項1と異なり「事前に」との文言は記されておらず、また、貴県による「実施設計に係る事前協議を分割して協議することを認めていないものではありません」との見解とも合わせて考えると、留意事項2に基づく環境保全対策等の協議を、分割して行わ

れている実施設計協議に連動して順次行うことは、何ら留意事項の内容に違背するものではないと認識しています。

さらに、貴県は、「埋立に関する工事を停止しなければ、本協議は、留意事項2の規定に基づく協議には該当しない」、「埋立に関する工事は、今後、行うことになる事前協議が調うまで停止してください。」との見解を示されていますが、埋立工事については、既に貴県知事による承認がなされており、一方で、この承認の留意事項において、埋立工事の停止に係る具体的な規定はない中で、貴県として「埋立に関する工事を停止」することを求めることができる法的根拠を明らかにしていただくよう、平成29年3月31日付け沖防調第1866号において御質問しているところです。

沖縄県への回答文書 別紙（抜粋）
(平成29年4月14日付け沖防調第2225号)

1の(4)②について

沖防調第1866号（29.3.31）の別紙において既にお答えしたとおり、環境保全図書では、「工事の実施において周辺海域の海草藻場の生育分布状況が明らかに低下してきた場合には、必要に応じて、専門家等の指導・助言を得て、海草類の移植（種苗など）や生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法等を検討し、可能な限り実施します。」とされており、今後必要に応じて専門家等の指導・助言を得て検討を行うこととしており、現時点においてお答えすることは困難であることを御理解願います。

8について

沖防調第1866号（29.3.31）の別紙において既にお答えしたとおり、平成26年度に実施した調査結果等については、当局ホームページ（http://www.mod.go.jp/rdb/okinawa/07oshirase/chotatsu/280318syuwabu25suiiki_seibutu.html）において公開しています。

なお、公開している資料には、平成19年度から平成26年度の「生育範囲・面積」及び「生育被度」の変動の経緯についても記載されています。

また、「変動範囲をはずれた状態の継続」の期間等については、今後、事後調査を実施し、環境監視等委員会の指導・助言を踏まえ、検討することとしています。

海草類の生息基盤の環境に関しては、「工事の実施において周辺海域の海草藻場の生育分布状況が明らかに低下してきた場合には、必要に応じて、専門家等の指導・助言を得て、海草類の移植（種苗など）や生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法等を検討し、可能な限り実施します。」（海藻草類6-15-226）とされているとおり、現時点において、お答えすることは困難であることを御理解願います。

9の(1)について

御指摘のとおり、第2回環境監視等委員会における、「ジュゴンが事業実施区域になるべく近づかないための対策として、藻場の造成を開始すること」との指導・助言を踏まえ、沖防調第1866号（29.3.31）の別紙及び沖防調第248号（平成29年1月20日）において既にお答えしたとおり、当局としては、「評価書では消失する海草藻場に関する措置として、海草類の移植や生育基盤の改善により海草類の生育範囲の拡大を図る対策を講じることとしており、嘉陽地先も造成候補地に含めて検討する。」こととしています。

また、環境保全図書では、「工事の実施において周辺海域の海草藻場の生育分布状況が明らかに低下してきた場合には、必要に応じて、専門家等の指導・助言を得て、海草類の移植（種苗など）や生育基盤の環境改善による生育範囲拡大に関する方法等を検討し、可能な限り実施します。」（海藻草類6-15-226）とあるところ、貴県が、「貴局は、藻場の造成は、「当該工事の実施に先立ち講じる措置ではない」とするが、埋立によって海草藻場が消失するのであるから、工事の実施前に行わなければ、移植する海藻類が無くなり、移植することができないことになる。」と指摘することは、貴県知事より承認を受けた願書に添付されている環境保全図書の記載内容の変更を求めていることに等しいものと思われます。