

図-6.19.1.1.9 辺野古崎～久志における海岸地形の変遷（昭和48年～平成18年）

注) 変化があった場所を○で示しています。

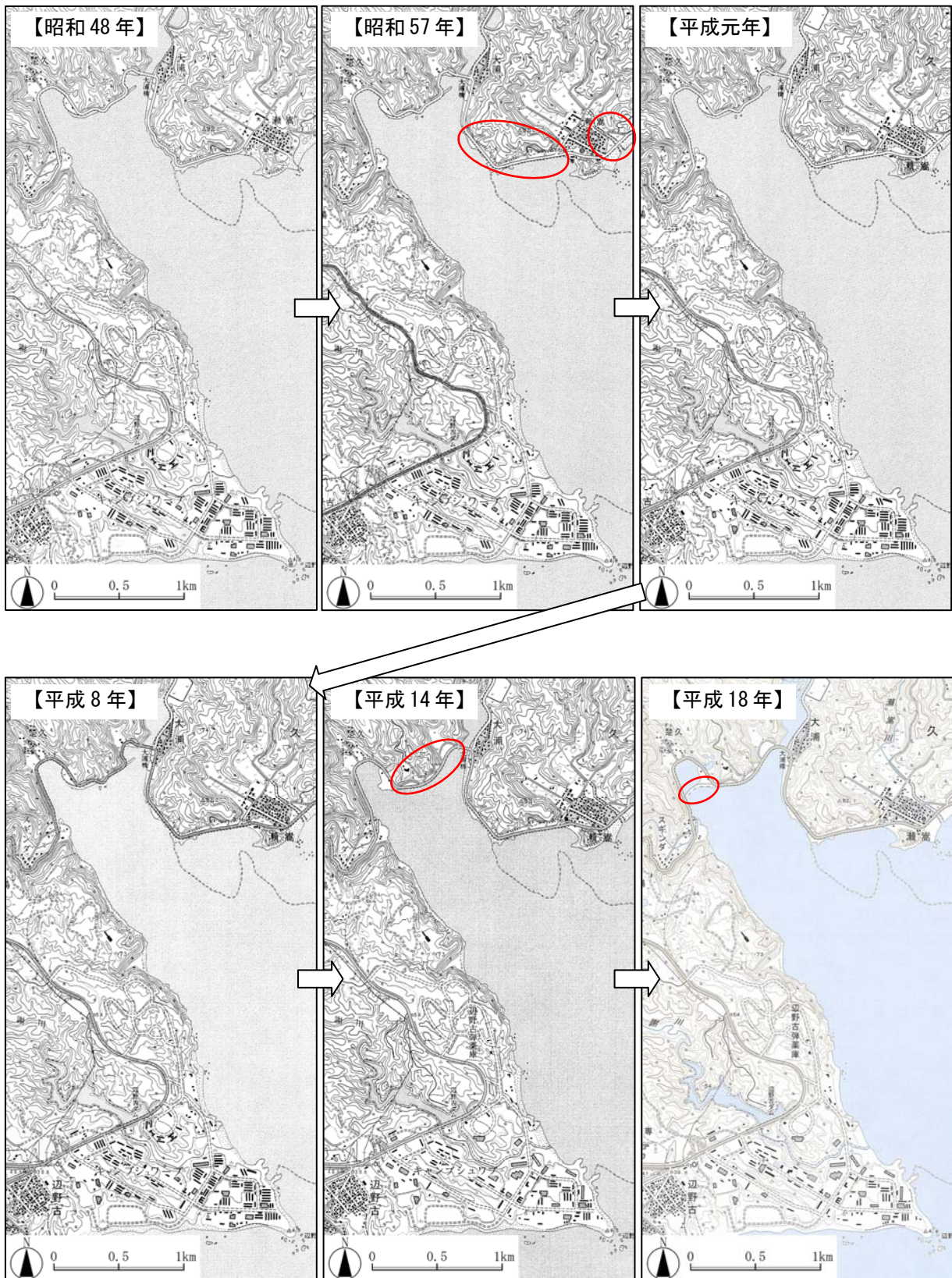


図-6. 19. 1. 1. 10 辺野古崎～大浦湾奥部における海岸地形の変遷(昭和48年～平成18年)  
 注) 変化があった場所を○で示しています。

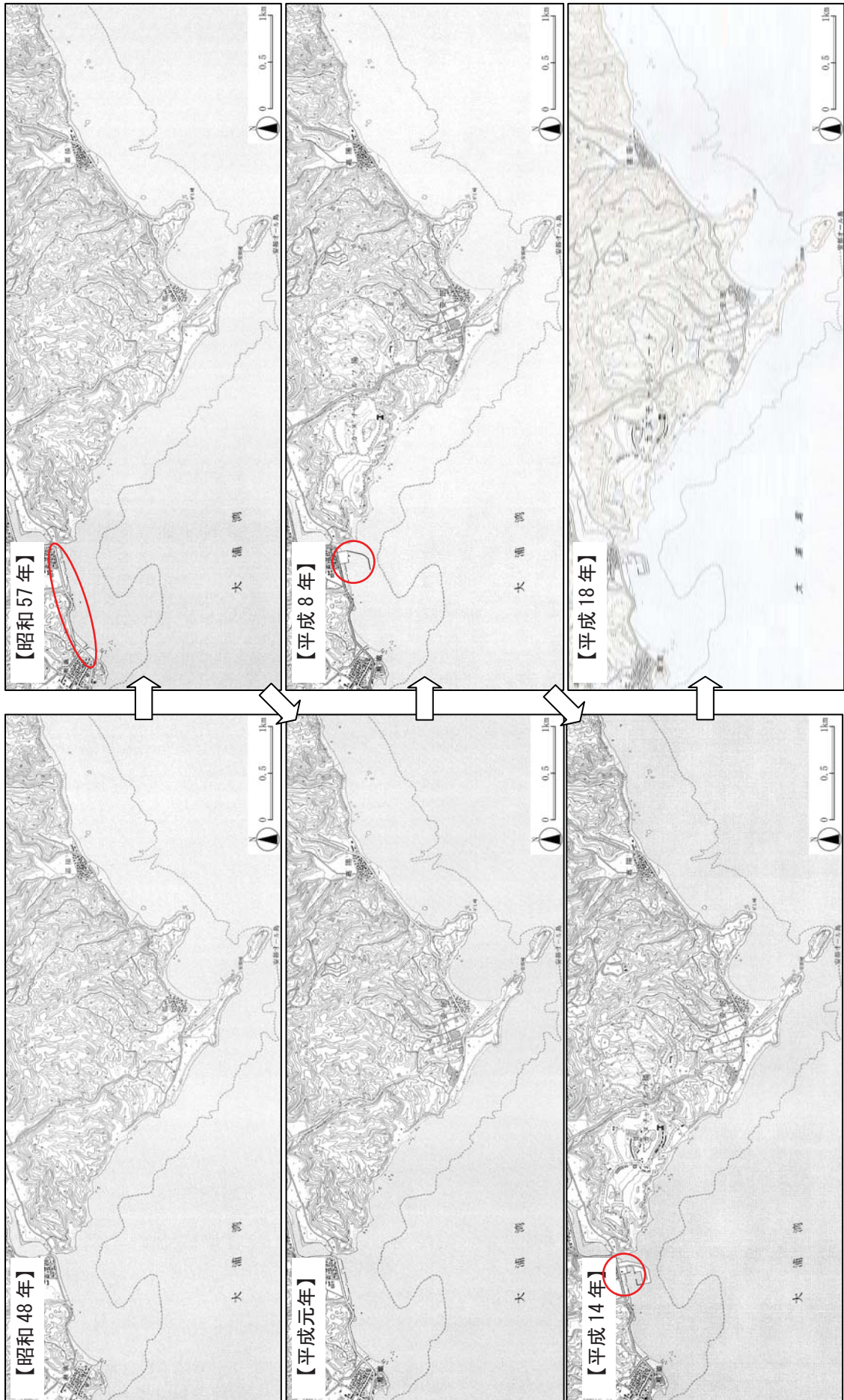


図-6.19.1.1.11 大浦湾東岸（瀬嵩）～嘉陽における海岸地形の変遷（昭和48年～平成18年）  
 注）変化があった場所を○で示しています。

#### 4) 主要な生物及び生物群集間の相互関係(食物連鎖等)

前項「3) 海域の生態系を構成する大きな要素となる海浜生態系、干潟生態系、藻場生態系、サンゴ礁生態系、内湾生態系の構成及び個々の関連」では、海域区別のそれぞれの生態系における優占的な海域生物をとりまとめました。これらの海域生物の食物連鎖関係について、魚類の生活様式・食性を中心として、図-6.19.1.1.12にとりまとめました。なお、食物連鎖の頂点となる種(大型の魚食性魚類)は、海域生物調査の結果としては、確認個体数や確認頻度が少なく、当然、優占的な種として取り上げられませんが、本図には調査での出現の状況として含めて示しております。

それぞれの地域における食物連鎖の検討では優占的な種類を取り扱ったため、各分類群に種名が挙げられた種類は比較的類似しています。しかし、例えば豊原～松田地先では、潟原に広がる干潟の調査結果から、干潟生態系において、底泥に含まれるデトライタスを餌料とするミナミコメツキガニが優占していることが示されたり、嘉陽～安部地先の比較的岩礁が多い海浜生態系では、アマオブネガイ、キバアマガイなどを初めとする岩礁に付着する藻類やデトライタスを餌料とするマキガイ類が優占していることなど、地域ごとに有する生態系の特徴を把握しました。生態系における食物連鎖の類型別の特徴は表-6.19.1.1.26に示すとおりです。これにより、地域を特徴付ける海域生態系は以下のように考えられます。

##### (a) 豊原～松田地先海域

潟原及び久志前面に広がる干潟は、底質の性状が潟原は赤土の含有量が多く、久志では砂質であるという差はあるものの、地域を特徴づける生態系を形成していると考えられます。また、当地区沖側に広がる礁池内には、辺野古地先海域から連続する海草藻場が分布しており、海草藻場生態系も地域の特徴と位置付けられます。

##### (b) 辺野古地先海域

地先前面に広がる海草藻場に形成される藻場生態系が当海域を特徴付けていると考えられます。また、沖合のリーフには比較的高い被度のサンゴ類の分布範囲が広がっており、サンゴ礁生態系は当地区の沖合側を特徴付ける生態系であるといえます。

##### (c) 大浦湾口部海域

中干瀬を中心とするサンゴ礁生態系が特徴として位置付けられます。

(d) 大浦湾西部海域

辺野古崎北側から大浦湾奥部にかけての水域では、リーフが比較的なだらかに海底に続くという地形上のサンゴ礁生態系が地域の生態系を特徴付けています。

(e) 大浦湾奥部海域

大浦湾奥部の干潟は、豊原～松田地先海域の干潟とは異なった生物相が成立しており、海域を特徴付ける生態系であると考えられます。また、大浦湾の比較的奥部にもかかわらず、リーフ内にはユビエダハマサンゴや塊状ハマサンゴ属のサンゴ群生が存在しており、この海域におけるサンゴ礁生態系も地域を特徴付けていると考えられます。

(f) 大浦湾東部海域

高い被度の海草藻場やホンダワラ藻場が形成されず、高被度のサンゴ類の分布があり、また、その場において多様な種類の魚類が生息しているという特有のサンゴ礁生態系を形成していると考えられます。

(g) 嘉陽～安部地先海域

礁池の広い範囲に形成されている海草藻場の生態系が地域を特徴づけていると考えられます。

表-6. 19. 1. 1. 26 類型別生態系の特徴

生態系の類型		特 徴
海浜生態系		<p>いずれの地域の海浜においても、ナキオカヤドカリを代表とするオカヤドカリ類が優占的な種類として確認されました。</p> <p>底生動物についてみると、岩礁域ではコウダカカラマツガイやベッコウガサなどのカサガイ類が広く分布しており、大浦湾内の地域ではフジツボ類が比較的多く記録されました。海浜前面の水中ではベラ類やナガニザなどの小型の動物食性及び植物食性の魚類がみられ、ギンガメアジ、カスミアジといった魚食性魚類（主に幼魚）が確認されました。</p>
干潟生態系		<p>豊原～松田地先海域（潟原、久志）、辺野古地先海域、大浦湾奥部海域（二見、大浦）に干潟が存在しています。それぞれの地域では底質や河川の流入状況などに違いがあり、干潟に生息する海域生物の種類にも差がみられました。底生動物ではミナミコメツキガニが優占的であるのは各地域とも共通していましたが、大浦湾奥部海域（特に二見地先）ではマングローブ林の泥底に生息することが多いマドモチウミニナが優占的であるという特徴がみられました。海藻類についても豊原～松田地先海域にはカサノリが多く分布しているのに対し、大浦湾奥部海域にはイソダンツウ、ハイテングサという藻類が比較的多く分布している状況がみられました。干潟上の魚類はハゼ類が主であり、これを餌料とする魚食性魚類はギンガメアジなどがみられました。</p>
藻場生態系	海草藻場	<p>海草藻場の主要構成種は、豊原～松田地先海域、辺野古地先海域、嘉陽～安部地先海域ではリュウキュウスガモやボウバアマモが主に分布していました。これに対し、大浦湾西部海域及び大浦湾奥部海域の海草藻場にはマツバウミジグサやウミヒルモなどが頻繁に観察されました。底生動物はいずれの水域でもヤドカリ類やマキガイ類、ウニ類が頻繁に観察されました。魚類では比較的小型のものとして動物食性のキンセンイシモチ、植物食性のアマアイゴが優占的であり、魚食性魚類としてカスミアジが比較的頻繁に記録されており、ウツボ類やハタ類も確認されました。</p>
	ホンダワラ藻場	<p>ホンダワラ藻場の構成種のうちでも主要なホンダワラ科の種類をみると、多くの種類が混生していますが、豊原～松田地先海域ではタマキレバモク・ヤバネモク、辺野古地先海域ではチュラシマモク、大浦湾口部海域及び大浦湾西部海域ではラッパモク、カサモクの生育が比較的多く観察されており、地域の差がみられました。ホンダワラ藻場にみられる底生動物、魚類は海草藻場と類似した種類が主に分布していることが把握できました。ただし、ホンダワラ藻場の主要な分布範囲（被度が比較的高い範囲）がリーフの外縁部の周辺に発達することから、大型の魚食性魚類の種類が比較的多く、スジアラ、バラハタなどハタ科の種類が生息が記録されました。</p>
サンゴ礁生態系	リーフ内・礁池	<p>リーフ内及び礁池のうち藻場の発達していない範囲でも、近隣の海草藻場やホンダワラ類藻場における確認種とほぼ同様の種類が出現していました。大型の魚食性魚類ではウツボ類、ハタ類、アジ類などの比較的多くの種類が記録されました。</p>
	リーフ外縁・外側	<p>礁縁より沖側の場所は、比較的水深が浅い範囲にはサンゴ類やホンダワラ類が分布しており、水深とともに種類や分布量は減少するという変化を示します。その範囲では、いずれの地域においても多様な生物相を示し、特に魚類では多くのスズメダイ科の種類が分布している状況が記録されており、ある種が特に優占するなどの一定の分布傾向は認められませんでした。</p>
深場・内湾生態系		<p>大浦湾西部及び東部海域に存在する水深が大きな水域では、隣接するリーフ外縁・外側にみられた海域生物と類似した生物が記録されました。なお、ROVによる観察では、両水域の底質は異なっており、西部海域には砂泥質の海底が拵がり、東部海域では砂質底が広がっていることが確認できました。</p>

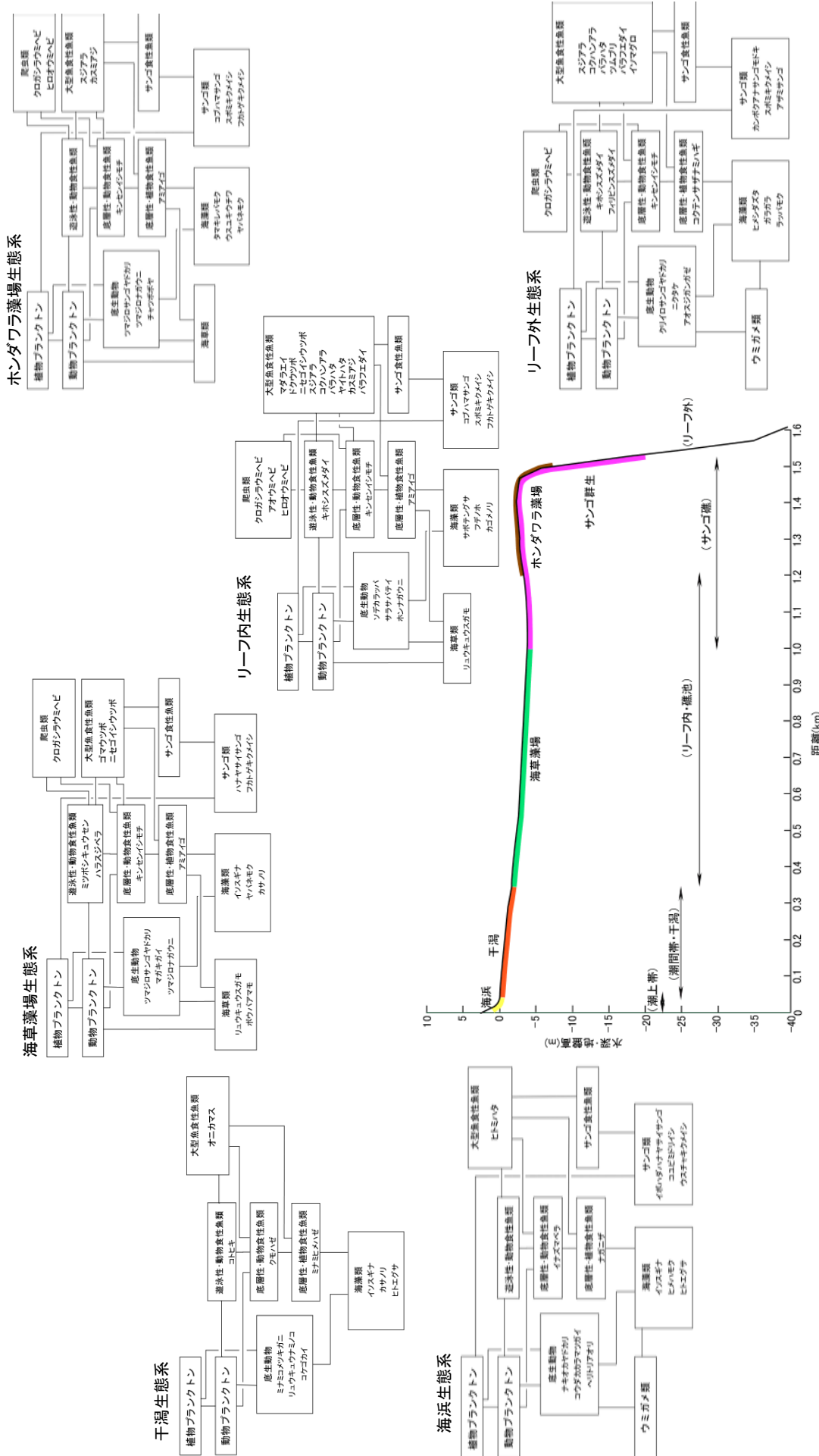


図-6.19.1.1.12(1) 地域ごとの類型別生態系区分 (豊原～松田地先海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優勢的に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

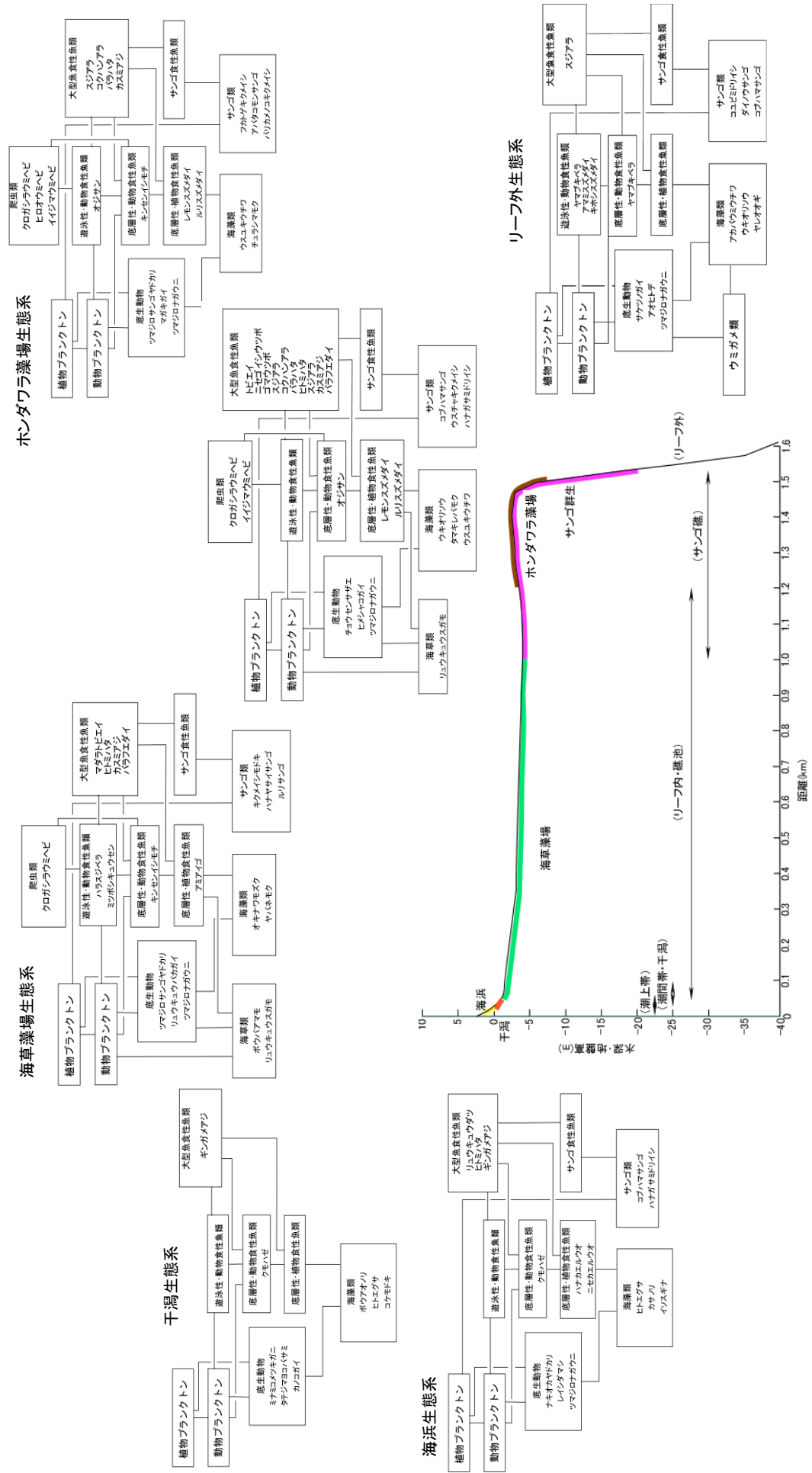


図-6.19.1.1.12 (2) 地域ごとの類型別生態系区分 (辺野古地先海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優勢的に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。



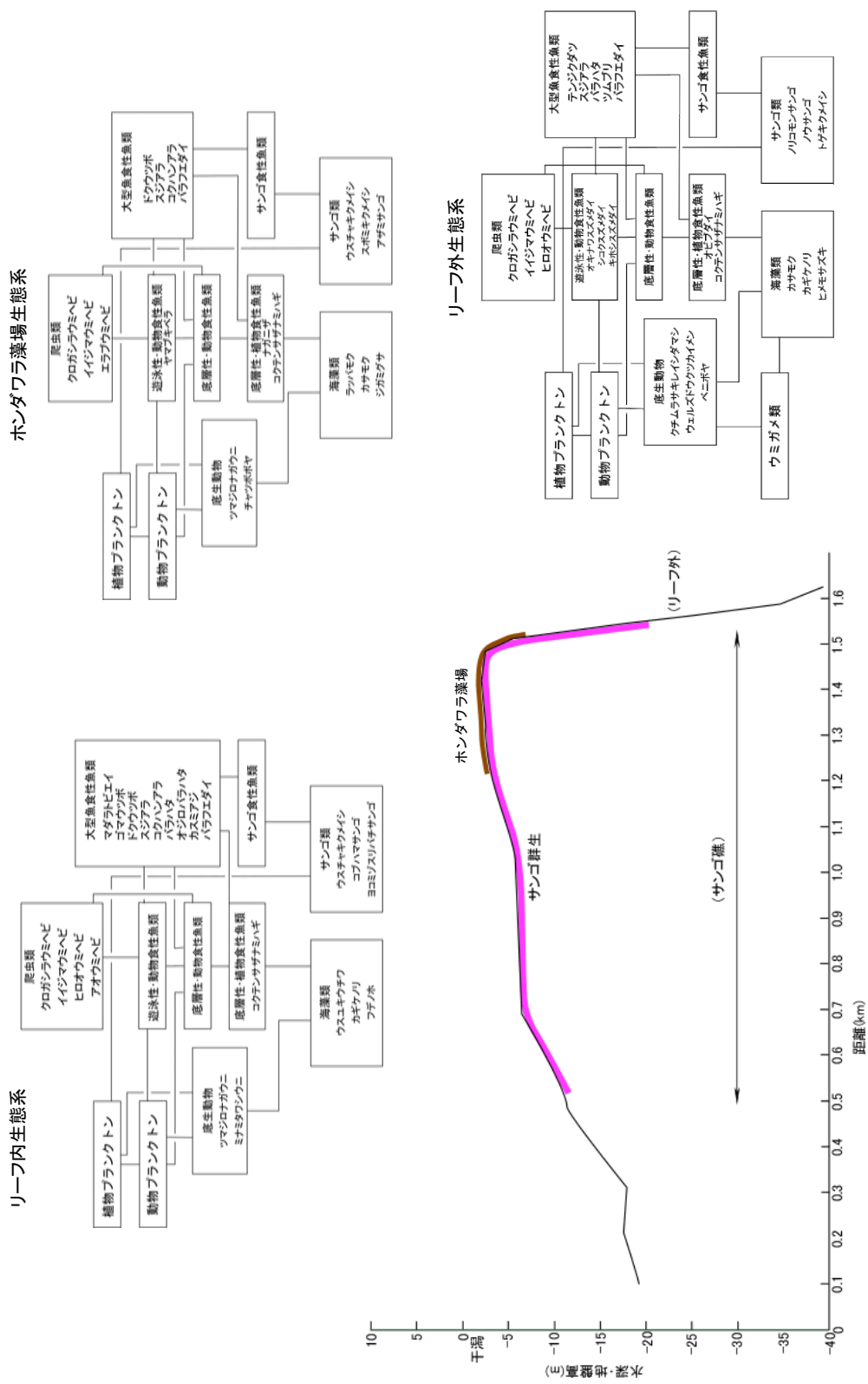


図-6.19.1.1.12 (3) 地域ごとの類型別生態系区分 (大浦湾口部海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優占的若しくは頻繁に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

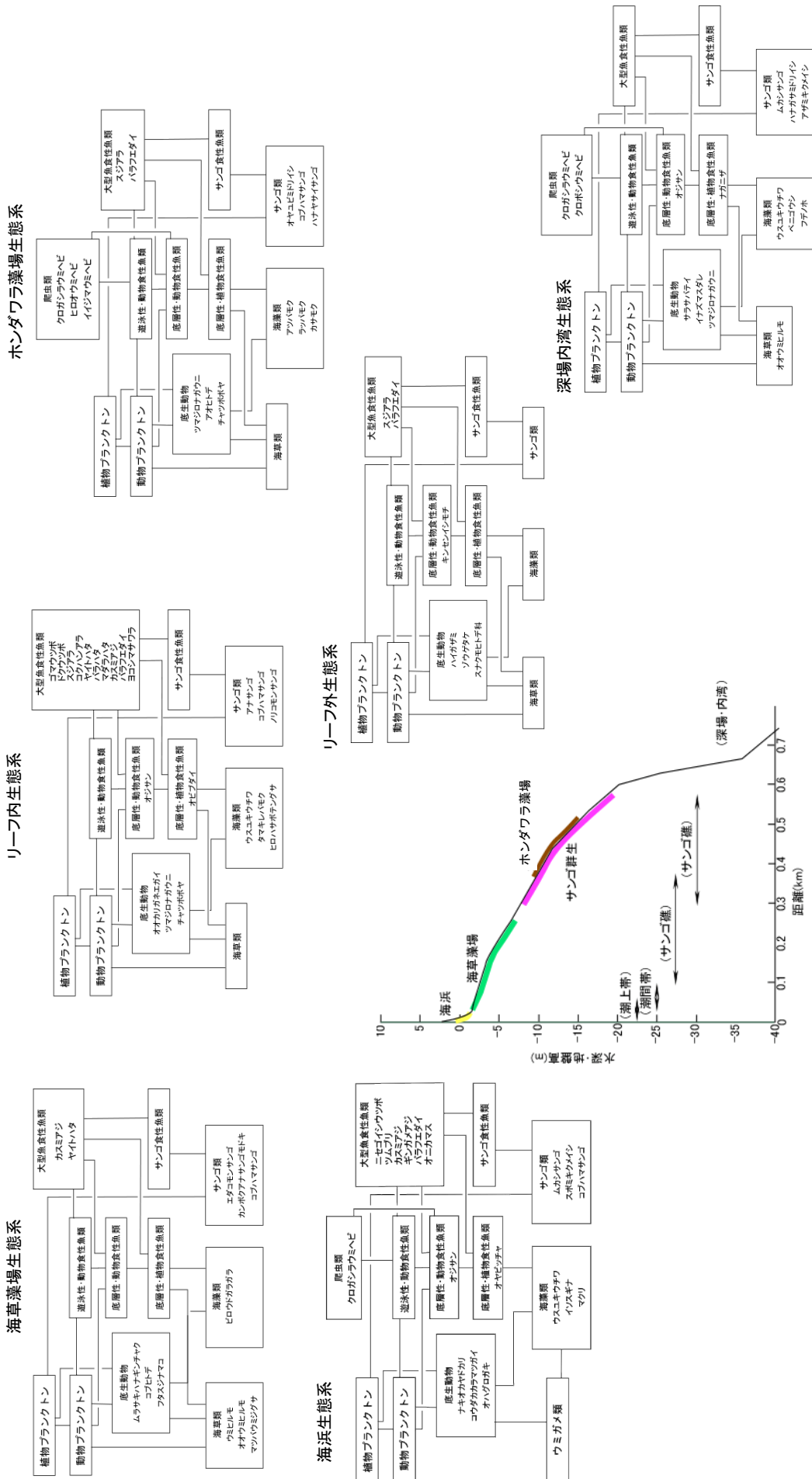


図-6.19.1.1.12(4) 地域ごとの類型別生態系区分 (大浦湾西部海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優占的若しくは頻繁に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

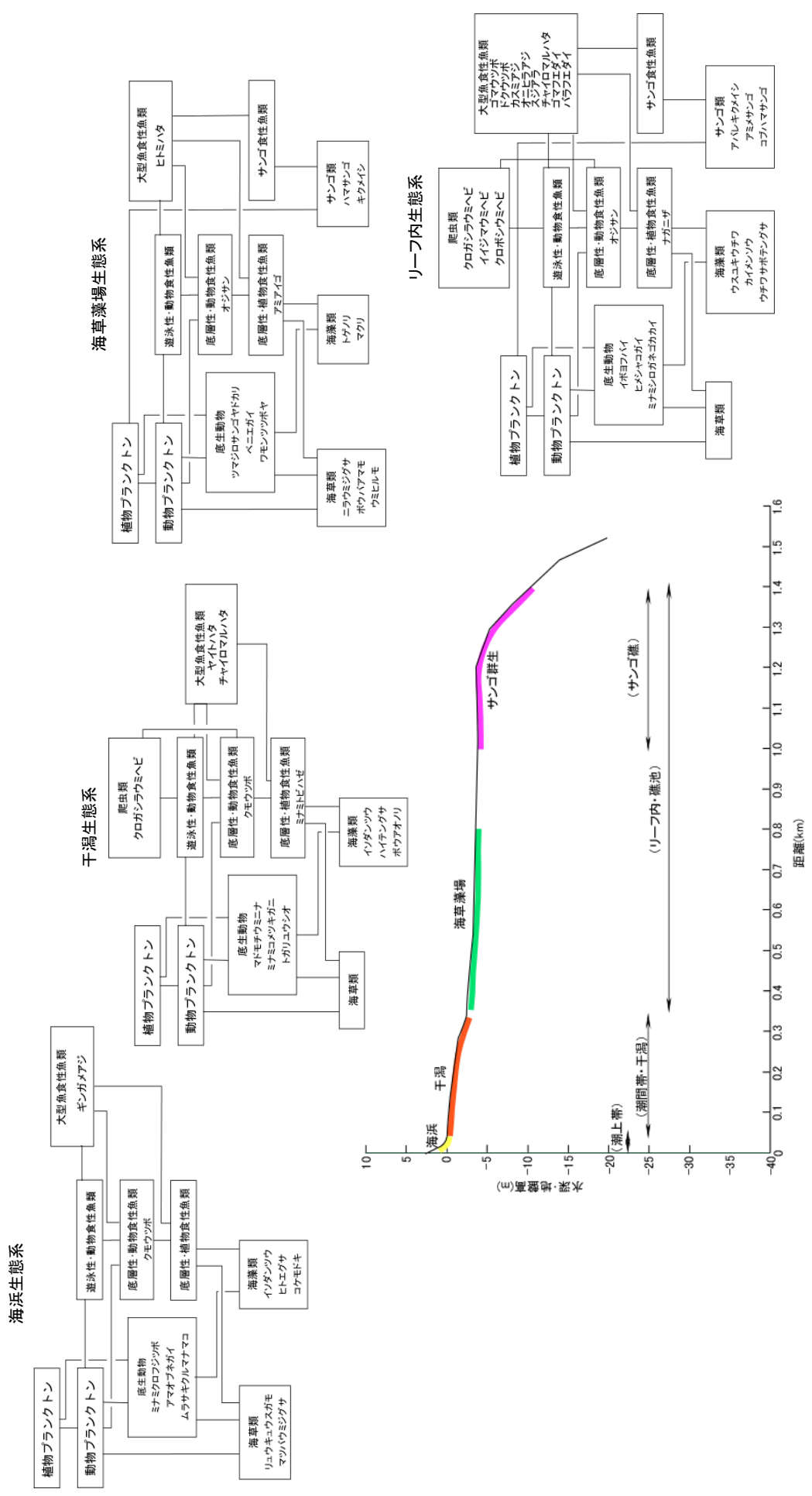


図-6.19.1.1.12 (5) 地域ごとの類型別生態系区分 (大浦湾奥部海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優占的に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

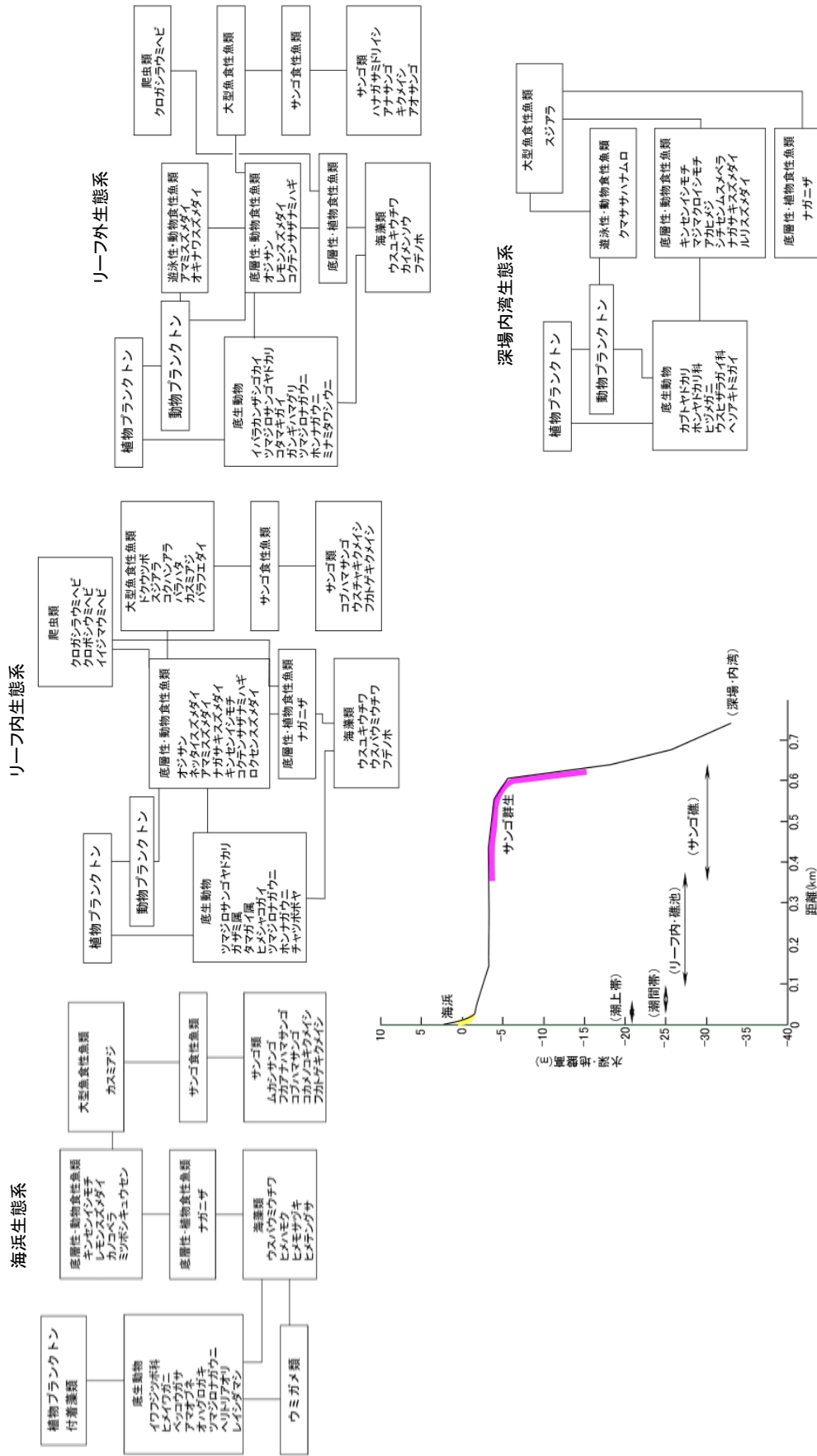
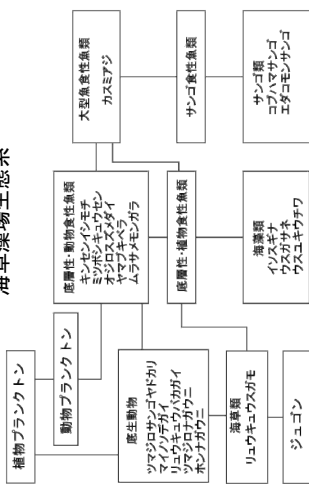


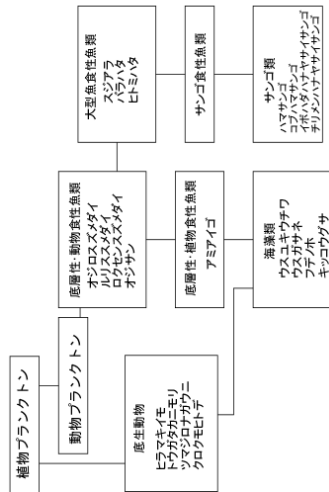
図-6.19.1.1.12 (6) 地域ごとの類型別生態系区分 (大浦湾東部海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優占的に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

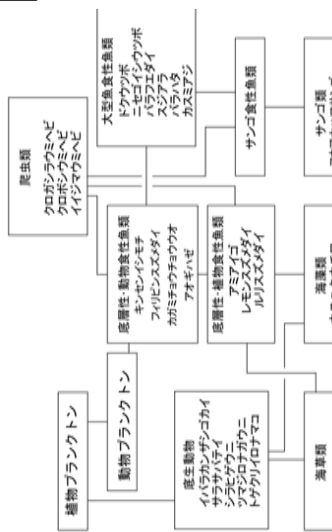
海藻藻場生態系



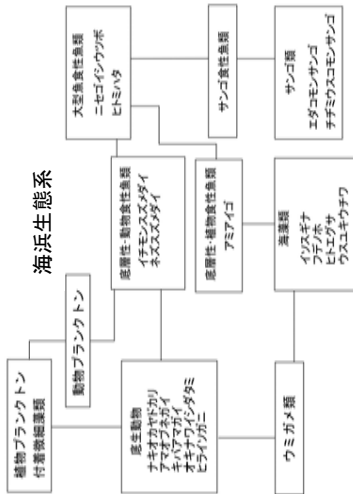
ホンダワラ藻場生態系



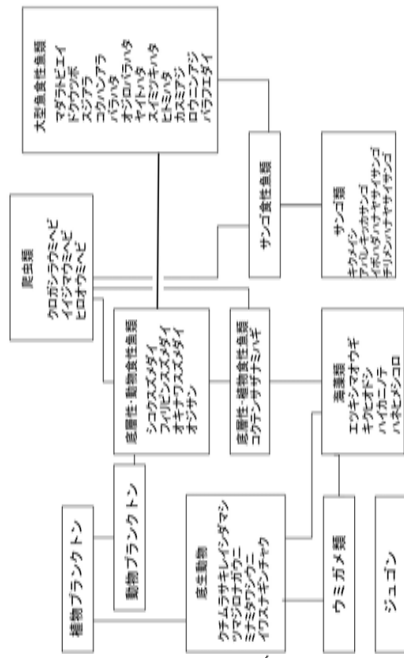
リーフ内生態系



海浜生態系



リーフ外生態系



ホンダワラ藻場

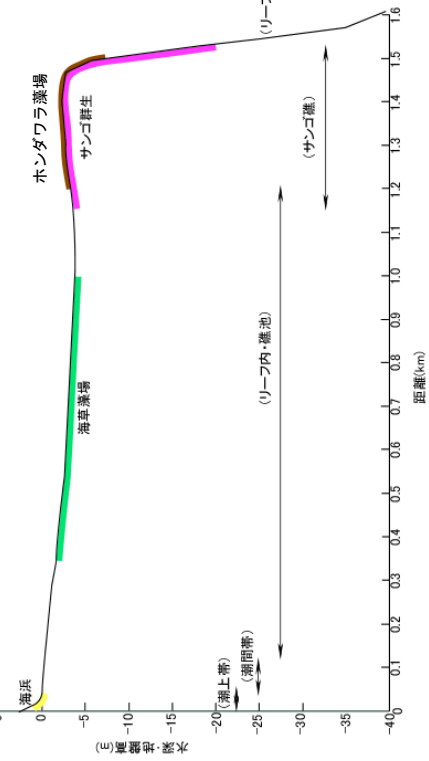


図-6.19.1.1.12(7) 地域ごとの類型別生態系区分 (嘉陽～安部地先海域)

注) 図中の生物はその生態系区分で優占的に出現した種類を示します。ただし、大型魚食性魚類については出現記録が少なくても記載しました。

5) 注目種等の生態、生育・生息環境の状況

類型区分ごと、地域区分ごとの生態系の特徴や、各生態系における主要な種類としての優占種及び栄養段階の上位種は前項に示したとおりです。ここでは、地域を考慮した生態系を検討する上での注目すべき種として、河川と海を往き来する種類で、比較的河川への依存度が高い魚類を抽出し、表-6.19.1.1.27にその種類と確認された地域及び生態系区分を示しました。河川への依存度が高い魚類として、オオウナギ、ハクテンヨウジ、カワヨウジ、アマミイシモチ、リボンスズメダイ、スミゾメスズメダイ、オカメハゼ、チチブモドキ、ゴクラクハゼ、クロヨシノボリ、ナガノゴリ、カスミフグの12種が抽出されましたが、このうち、アマミイシモチ、リボンスズメダイ、スミゾメスズメダイ、クロヨシノボリの4種以外の種類は河川の河口部に近い海浜もしくは干潟において確認されていましたが、前述の4種は礁池を含むサンゴ礁域においても分布が確認されており、河川と海域の広い範囲を生息空間にしている状況が推定されました。

表-6.19.1.1.27 河川への依存度が比較的高い魚類の海域での確認状況

魚種	豊原～松田地先			辺野古地先		大浦湾西部	大浦湾奥部			大浦湾東部	嘉陽～安部地先
	海浜	干潟	サンゴ礁	海浜	干潟	海浜	海浜	干潟	サンゴ礁	サンゴ礁	海浜
オオウナギ											○
ハクテンヨウジ		○		○							
カワヨウジ								○			
アマミイシモチ								○	○		
リボンスズメダイ			○					○	○		
スミゾメスズメダイ	○	○			○			○	○		
オカメハゼ		○									
チチブモドキ		○						○			○
ゴクラクハゼ						○					
クロヨシノボリ				○						○	○
ナガノゴリ							○				
カスミフグ						○					

## 6.19.1.2 予測

### 6.19.1.2.1 工事の実施

#### (1) 予測の概要

工事の実施による影響の予測について、海域生態系のうち、地域を特徴付ける生態系に係る予測の概要を整理し、これらが及ぼす海域生態系を構成する生物種の変化を予測しました。

工事の実施による地域を特徴付ける海域生態系の予測概要は、表-6.19.1.2.1.1に示すとおりです。

表-6.19.1.2.1.1 海域生態系に係る予測の概要（工事の実施）

項目	内容
予測項目	地域を特徴付ける生態系
影響要因	<ul style="list-style-type: none"><li>・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</li><li>・埋立ての工事 代替施設本体の埋立工事</li><li>・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</li><li>・建設機械の稼働</li><li>・資材及び機械の運搬等に用いる車両の運行</li></ul>
予測地域	調査地域のうち、海域区分及び生態系の類型区分を踏まえ、影響要因毎に海域生態系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す。
予測対象時期等	各地域の海域生態系の特性を踏まえて、環境影響を的確に把握できる時期とします。 なお、工事中の予測対象時期等は、護岸の工事、埋立ての工事及び造成等の施工並びに資機材の運搬車両の走行及び建設機械の稼働により、海域生態系に係る影響を的確に把握できる時期とします。
予測の手法	地域を特徴付ける生態系の区域と、事業実施区域並びに環境変化が生ずる範囲とを重ね合わせ、既存の知見等を参考とし、生態系の生物生息環境を構成する種類、生態系の主要な生物種、上位種の生態的特性を踏まえて定性的に予測しました。

## (2) 予測方法

### 1) 予測項目の選定

工事の実施による海域生態系の予測概要を示した表-6.19.1.2.1.1から、予測項目を検討するために図-6.19.1.2.1.1を作成しました。この検討から、護岸の工事については水の濁り・堆積、水の汚れ、騒音・振動、海底地形の改変が、埋立ての工事からは水の濁り・堆積、水の汚れ、騒音・振動、夜間照明が、造成等の施工による一時的な影響からは水の濁り・堆積、騒音・振動が、建設機械の稼働及び資材及び機械の運搬等に用いる車両の運行については騒音・振動が考えられます。また、埋立ての工事に使用する埋立土砂については、動植物種の混入に伴う大浦湾の海域生態系への影響が考えられます。これらを予測項目として選定し、表-6.19.1.2.1.2に示します。

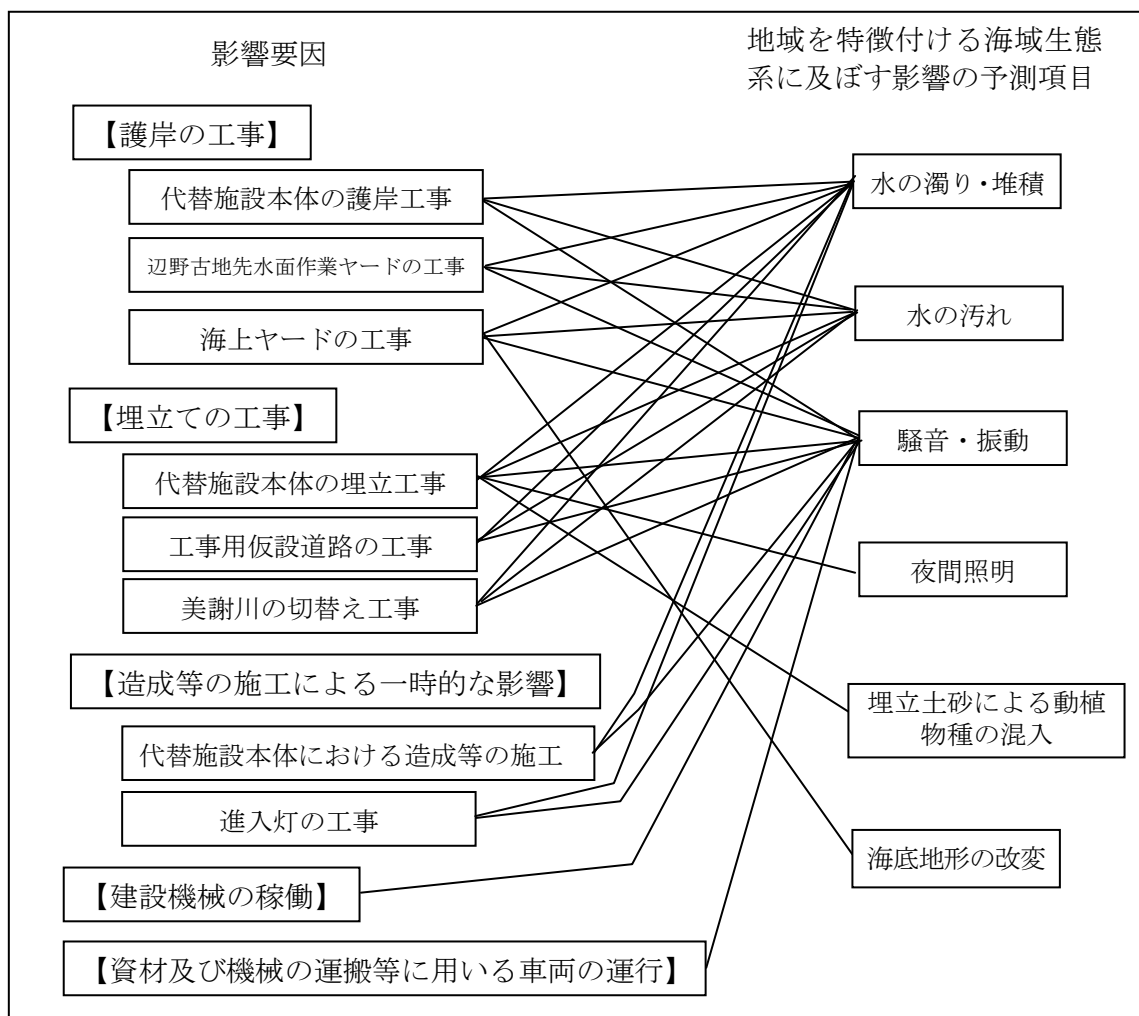


図-6.19.1.2.1.1 工事の実施における地域を特徴付ける海域生態系に対する予測項目の検討



表-6. 19. 1. 2. 1. 2 工事の実施における地域を特徴付ける海域生態系に係る  
予測項目の選定

影響要因	予測項目
護岸の工事	水の濁り・堆積 水の汚れ 騒音・振動 海底地形の改変
埋立ての工事	水の濁り・堆積 水の汚れ 騒音・振動 夜間照明 埋立土砂による動植物種の混入
造成時の施工による一時的な影響	水の濁り・堆積 騒音・振動
建設機械の稼働	騒音・振動
資材及び機械の運搬等に用いる車両の運行	騒音・振動

## 2) 予測対象とする地域を特徴付ける生態系の選定

本検討では、本項の「6. 19. 1. 1 調査」において述べたように、7 海域（豊原～松田地先海域、辺野古地先海域、大浦湾口部海域、大浦湾西部海域、大浦湾奥部海域、大浦湾東部海域、嘉陽～安部地先海域）それぞれについて、その海域を特徴付ける生態系類型区分を検討・選定しました。そして、その生態系内の生物生息基盤を構成する海藻草類やサンゴ類の構成及び食物連鎖関係を検討し、生態系ごとに注目すべき生物種、食物連鎖の上位種を選定した結果を表-6. 19. 1. 2. 1. 3 に示しました。また、表-6. 19. 1. 2. 1. 3には、それぞれの地域を特徴付ける生態系の機能についても示しました。

なお、海域生態系に関する予測を海域毎の地形や藻場等の生物生息基盤に着目して行いました。このほか、特殊性の視点からジュゴン及びウミガメ類に着目することとし、それぞれに対する予測・評価を個別に行いました。これらについては他の要因の影響も含めて「6. 13 海域生物」、「6. 16 ジュゴン」において評価しました。ここで、ジュゴンについては、餌場として重要な海草藻場との関係性を評価しています。また、ウミガメ類については砂浜と上陸行動の関係を検討しており、それぞれは海草藻場生態系、サンゴ礁生態系、海浜生態系に含まれる一員とし

て位置づけられます。ただし、餌料とする生物の種類が限られていることや、ジュゴンの場合には生息数が少ないことから、ジュゴン、ウミガメ類が何らかの影響を受け分布数が変化するなどの状況が発生した場合でも、生態系の食物連鎖を通じた他の生物群に対する影響は、ほとんど無視できるものと予測しました。

表-6. 19. 1. 2. 1. 3 地域を特徴付ける生態系の選定結果

海域区分	生態系の類型区分	生態系の基盤	注目すべき生物種		生態系の機能
			主要種・優占種	食物連鎖上の上位種	
豊原～松田 地先海域	干潟生態系	砂質干潟	ミナミコメツキガニ、 クサフグ	オニカマス	生物生産機能、物質循環機能に優れた干潟生態系であると考えられます。
	海藻場生態系	リュウキウクスガモ、ポウバア マモなどの海藻場		ゴマウツボ、ニセゴイシウツボ	物質循環機能、生物の共存機能に優れた海藻場生態系であると考えられます。
	サンゴ礁生態系	リュウキウクスガモ、ポウバア マモなどの海藻場		マダラトビエイ、カスミアジ、バ ラフエダイ、ヒトミハタ	物質循環機能、生物の共存機能に優れた海藻場生態系であると考えられます。
大浦湾口部 海域	サンゴ礁生態系	コユビミドリイシ、ダイノウサ ンゴ、コブハマサンゴ、ハナヤ サイサンゴ、ルリサンゴなどの サンゴ類	スズメダイ科の魚類	トビエイ、ニセゴイシウツボ、ゴ マウツボ、スジアラ、コクハンア ラ、バラハタ、ヒトミハタ、カス ミアジ、バラフエダイ	生物生産機能、生物の共存機能、浄化機能、 景観形成機能、防災機能に優れたサンゴ礁 生態系であると考えられます。
	サンゴ礁生態系	コブハマサンゴ、ヨコミゾスリ バチサンゴ、ウスチヤキクメイ シ、ノリコモンサンゴなどのサ ンゴ類	スズメダイ科の魚類	ゴマウツボ、ドクウツボ、テンジ クダツ、スジアラ、コクハンアラ、 バラハタ、オジロバラハタ、カス ミアジ、ツムブリ、バラフエダイ	生物生産機能、生物の共存機能、浄化機能、 景観形成機能、防災機能に優れたサンゴ礁 生態系であると考えられます。
	サンゴ礁生態系	アナサンゴ、コブハマサンゴ、 ノリコモンサンゴなどのサン ゴ類	スズメダイ科の魚類	マダラトビエイ、ゴマウツボ、ド クウツボ、スジアラ、コクハンア ラ、ヤイトハタ、バラハタ、マダ ラハタ、カスミアジ、バラフエダ イ、ヨロシマサワラ	生物生産機能、生物の共存機能に優れたサ ンゴ礁生態系であると考えられます。
大浦湾奥部 海域	干潟生態系	砂泥質干潟	マドモチウミニナ	ヤイトハタ、チャイロマルハタ	生物生産機能、物質循環機能に優れた干潟 生態系であると考えられます。
	サンゴ礁生態系	アバレキクメイシ、アミメサン ゴ、コブハマサンゴなどのサン ゴ類		ゴマウツボ、ドクウツボ、カスミ アジ、オニヒラアジ、スジアラ、 チャイロマルハタ、ゴマフエダ イ、バラフエダイ	生物生産機能、生物の共存機能に優れたサ ンゴ礁生態系であると考えられます。
大浦湾東部 海域	サンゴ礁生態系	ハナガサミドリイシ、アナサン ゴ、アオサンゴ、キクメイシな どのサンゴ類	スズメダイ科の魚類	ドクウツボ、スジアラ、コクハン アラ、バラハタ、カスミアジ、バ ラフエダイ、クロガシラウミヘ ビ、クロボシウミヘビ、イイジマ ウミヘビ	生物生産機能、生物の共存機能、浄化機能、 景観形成機能、防災機能に優れたサンゴ礁 生態系であると考えられます。
嘉陽～安部 地先海域	海藻場生態系	リュウキウクスガモなどの海 藻場		カスミアジ	物質循環機能、生物の共存機能に優れた海 藻場生態系であると考えられます。

### (3) 予測結果

前述で選定した予測項目について、生態系ごとに注目すべき生物種、食物連鎖の上位種の生息・生育状況の変化を予測しました。以下に示した予測内容を、水域別に総括した概要を図-6.19.1.2.1.2に示します。

#### 1) 水の濁り、堆積

工事中における濁りの拡散状況の予測結果は、「6.7 土砂による水の濁り」において示したとおりです。

工事中のSS予測結果（1年次10ヶ月目、4年次4ヶ月目）によると（6.14 サンゴ類参照）、SS濃度が日平均値で水産用水基準である2mg/L以上（（社）日本水産資源保護協会(2006)）となる範囲がみられる水域としては、4年次4ヶ月目において、代替施設本体工事では辺野古地先、大浦湾口部、大浦湾西部、大浦湾奥部が該当します。このうち、大浦湾口部、大浦湾西部、大浦湾奥部では、特に夏季の上層部で比較的広い水域にSS 2mg/L以上の範囲が発生すると予測され、辺野古地先及び大浦湾口部におけるサンゴ礁域の半分程度の範囲までSS 2mg/L以上の濁りが拡散するものと予測されました。このため、埋立区域の周辺に汚濁防止膜を追加展張し、濁りの拡散を防止する対策を講じることとし、これによってSS 2mg/L以上の濁りの範囲は長島の南側及び中干瀬のサンゴ礁域の一部に到達する程度に縮小されると予測しました。

辺野古地先の礁池については、代替施設及び辺野古地先水面作業ヤードの護岸工事における捨石投入工事によるもので、濁りの原因として石材に付着する土砂の寄与が大きいと考えられますが、工事の実施にあたっては、予め洗浄された石材を使用する環境保全措置を講じることとしており、濁りは低減されるものと考えられます。また、豊原～松田地先、大浦湾東部、嘉陽～安部地先のそれぞれの海域では水の濁りは発生しないと予測されます。さらに、堆積量（月最大堆積量）については、0.3mm以上の堆積がみられる範囲は、主に工事の施工場所であり、1mm以上の堆積については汚濁防止膜内に限定されると予測されています。海上ヤードの撤去時（5年次5ヶ月目から5ヶ月間実施）にも水の濁り等が発生しますが、SS発生負荷量は設置時の1/2程度であると考えられていることから、海上ヤード周辺でSS濃度が日平均値で2mg/L以上となる範囲は、工事中（1年次10ヶ月目）で予測した範囲よりも小さいものと予測されます。

前述の水の濁りが発生した場合、その影響範囲は主に大浦湾口部、大浦湾西部、大浦湾奥部であり、生態系の構造としてみるとそれぞれの海域を特徴付けているサンゴ礁生態系に影響を及ぼすおそれがあります。海藻類の生育範囲についてはその生育のための評価基準としたSS 2mg/Lを上回らないと予測されており、海草藻場生態系への影響は及ぼされず、生態系は維持されることが考えられます。

一般に、水の濁りが海域生態系へ及ぼす影響については、直接的には、個々の海域生物に対する濁りそのものによる影響と、濁り成分の沈降沈着による堆積の影響が想定され、食物連鎖等の生物間の関係を経て間接的に他の海域生物（高次の栄養段階の生物）に対する影響が想定されます。予測対象として選定した海域生態系の基盤構成群、注目すべき生物種、上位性種のうち、これらの影響が直接的に想定される分類群は、光合成を行う海草類、海底面に生息するサンゴ類、及び海底表面のデトライタス等を摂餌している堆積物食性の甲殻類が考えられます。さらに、間接的影響として、海草類ならびにサンゴ類が形成する基盤に生息する小型魚類等の動物に影響が伝達し、さらに、高次の栄養段階の海域生物に影響が及ぶ可能性が想定されます。

SS 濃度が 2mg/L 以上、堆積が 0.3mm 以上となり、このような影響が発生する範囲に生息し、直接的影響が及ぶ可能性のある生物群、生物種は、大浦湾口部のサンゴ礁生態系では、コブハマサンゴ、ヨコミゾスリバチサンゴ、ウスチャキクメイシ、ノリコモンサンゴなどのサンゴ類、スズメダイ科の魚類、上位種のマダラトビエイ、ゴマウツボ、ドクウツボ、テンジクダツ、スジアラ、コクハンアラ、バラハタ、オジロバラハタ、カスミアジ、ツムブリ、バラフェダイ、大浦湾西部のサンゴ礁生態系では、アナサンゴ、コブハマサンゴ、ノリコモンサンゴなどのサンゴ類、スズメダイ科の魚類、上位種のゴマウツボ、ドクウツボ、スジアラ、コクハンアラ、ヤイトハタ、バラハタ、マダラハタ、カスミアジ、バラフェダイ、ヨコシマサワラ、大浦湾奥部では干潟生態系に属するマドモチウミニナ、上位種のヤイトハタ、チャイロマルハタ、サンゴ礁生態系に属するアバレキクメイシ、アミメサンゴ、コブハマサンゴ等のサンゴ類、上位種のゴマウツボ、ドクウツボ、カスミアジ、オニヒラアジ、スジアラ、チャイロマルハタ、ゴマフェダイ、バラフェダイなどが該当します。

また、代替施設の施工時には、大浦湾口部、大浦湾西部に濁りが拡散する可能性があります。ただし、埋立区域の周辺への汚濁防止膜の追加展張により、その影響範囲は施工区域内に限定されると考えられます。

ここで、濁りや濁り物質の堆積からの影響について、生物種ごとの許容量は明らかではありませんが、高濃度の濁りが発生した場合や濁り物質の堆積量が多くなった場合にはサンゴ類や海藻類の成長・生育に影響が及ぶ可能性が考えられます。これらの生物群、生物種の個々についての水の濁りに対する許容値は明らかではありませんが、このように、その場の生態系の基盤を構成する海草類やサンゴ類の生育・生息状況が変化した場合、その変化の程度が大きい場合には、そこに生息している魚類（植物食性、動物食性とも）の餌料環境や生息場の構造に変化を生じさせるという影響が伝播する可能性が考えられます。また、各生態系の

持つ機能（生物生産機能、生物の共存機能、浄化機能）が変化し、十分な機能を維持できない可能性も考えられます。

しかしながら、施工区域の周辺での汚濁防止膜の追加展張により、濁りの広域的な拡散を防止する対策等を講じることから、濁りの影響は局所的な範囲に抑えられ、濁り物質の堆積も汚濁防止膜内部にだけ生じることとなるため、これらの施工区域周辺の海域でも濁り等の変化は小さいと考えられます。当該海域を特徴づける生態系としてサンゴ礁生態系があります。これを構成するサンゴ類に対する濁りの堆積の影響を評価は、「6.14 サンゴ類」で予測したように、サンゴ類の生息範囲においては工事中の濁りの堆積に伴う SPSS 値の増加は小さいと予測され、サンゴ類の現況の生息環境は維持されると推察されました。この結果からも、当該海域の生態系に対する影響はほとんどないと考えられます。また、豊原～松田地先、大浦湾東部、嘉陽～安部地先について、その地区に生息・生育する種の生息・生育環境の変化は小さいと予測されます。

## 2) 水の汚れ

工事期間中のコンクリート工事に伴うアルカリ負荷による pH の変化予測結果は「6.6 水の汚れ」において示したとおりです。

この予測の結果では、大浦湾西部の負荷点のごく近傍で 0.1 程度の上昇が生じると予測しています。

pH は生物の内分泌や呼吸の活動に関連する要因と考えられており、その変化が大きな場合には生息に影響を与える可能性が考えられます。

水の汚れの予測において pH の変化が考えられたのは大浦湾西部海域ですが、上記のようにその変化は最大でも 0.1 程度であり、この程度の pH の変化は、自然の海域においても生物の活動等によって頻繁に発生する変動の範囲内にあると考えられます。このため、大浦湾西部の生態系（サンゴ礁生態系）に属する各生物群、生物種の生息生育環境及び本生態系が持つ機能（生物生産機能、生物の共存機能）の変化はほとんどないものと予測しました。

## 3) 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、空中から水中に音が入射する場合の臨界角度は約  $13^\circ$  と狭く、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。このため、施工区域に近い海域においても音に関する環境の変化は小さいと予測されます。

工事に伴う水中音については、海域生物のうち移動能力が大きな魚類に対して、水中音の発生源からの逃避行動を引き起こす影響が想定されます。

水中音の主な発生源としては海中土木工事における杭打ち工事、捨て石工事、浚渫工事、及び工事船舶の船舶騒音があげられ、工事等の施工量が大きく、騒音がピークを示すのは、1年次3~4ヶ月目、2年次10ヶ月目（前半）、3年次12ヶ月目にあたります。この時点の水中騒音の予測及び予測結果は「6.16 ジュゴン」の項で詳細に述べたとおりです。

魚類が水中音に驚き、発生源から遠ざかる行動を示す音圧レベルは、一般的には140~160dBであるといわれています((社)日本水産資源保護協会 1997)。この水中音圧レベル140dB以上を影響の基準として考えるものとししました。

水中騒音の予測結果によると、瞬時の音による魚類の行動阻害への影響を判断するため、水中音圧レベル(RMS[実効値])を用いた予測結果が140dB以上となる範囲は、大浦湾のほぼ全域及び大浦湾口部の広い範囲に及んでいます。これらのことから、工事期間中には広い範囲で魚類等の行動に変化が生じると予測しました。

代替施設本体及び海上ヤードの周辺海域（辺野古地先、大浦湾口部、大浦湾西部、大浦湾奥部）を特徴付ける生態系で確認されている主要な魚類は、辺野古地先の海草藻場生態系ではマダラトビエイ、カスマアジ、バラフェダイ、ヒトミハタ、サンゴ礁生態系ではスズメダイ科の魚類、トビエイ、ニセゴイシウツボ、ゴマウツボ、スジアラ、コクハンアラ、バラハタ、ヒトミハタ、カスマアジ、バラフェダイ、大浦湾口部のサンゴ礁生態系では、スズメダイ科の魚類、マダラトビエイ、ゴマウツボ、ドクウツボ、テンジクダツ、スジアラ、コクハンアラ、バラハタ、オジロバラハタ、カスマアジ、ツムブリ、バラフェダイ、大浦湾西部のサンゴ礁生態系ではスズメダイ科の魚類、ゴマウツボ、ドクウツボ、スジアラ、コクハンアラ、ヤイトハタ、バラハタ、マダラハタ、カスマアジ、バラフェダイ、ヨコシマサワラ、大浦湾奥部の干潟生態系ではヤイトハタ、チャイロマルハタ、サンゴ礁生態系ではゴマウツボ、ドクウツボ、カスマアジ、オニヒラアジ、スジアラ、チャイロマルハタ、ゴマフェダイ、バラフェダイ、ヒロオウミヘビ、エラブウミヘビ、イイジマウミヘビです。

前述の上記の個々の種類に対する水中音の影響についての知見は得ていませんが、当該海域の各種生態系を構成する魚類において、行動が変化する等の影響が及ぼされる可能性があります。そのため、工事の実施については、海域生物やジュゴンの項で示したような工事实施の配慮が必要と考えられます。

なお、この外側ではそれぞれの生態系を構成する魚類の生息環境の変化の程度は小さいと考えられ、これらの生態系が持つ機能も存続すると考えられます。

#### (b) 振動

工事に伴う海底振動による影響が想定されるのは、海底面に接して生活する底生性の魚類及び底生動物と考えられ、海底や岩礁の近くを遊泳する底層性の魚類にも影響が及ぶ可能性があります。

工事に伴う振動については、騒音と同様、杭打ち工事及び捨石投入工事から発生すると想定されます。

海中土木工事の測定事例（(社)日本水産資源保護協会 1997）によると、杭打ち工事での振動加速度レベルは、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。また、捨石投入工事での振動加速度レベルは、工事地点から 100m で 50dB 程度となっています。

底生性の魚類及び底生動物の海底振動による影響の知見は確認出来たものはありませんが、一般的なアジ、サバ、スズキ等を対象とした場合、海底振動レベル 50dB 程度以上で影響が発生すると推測（(社)日本水産資源保護協会 1997）されていることから、杭打ち工事では工事实施の約 300m 付近まで、捨石投入工事では工事实施の約 100m 付近までに含まれる範囲を影響の想定される範囲としますと、代替施設本体及び海上ヤードのごく近傍の周辺海域（辺野古地先、大浦湾口部、大浦湾西部、大浦湾奥部）がこれに含まれます。

代替施設本体及び海上ヤードの周辺海域を特徴づける生態系で確認されている主要な（優占的な）生物のうち、底生性もしくは底層性の魚類及び底生動物は、サンゴ類を除くと、海上ヤードが設置される大浦湾奥部の干潟生態系に属するマドモチウミニナが該当します。しかし、前述のように海上ヤードの施工に伴って行われる捨石投入工事では工事地点の約 100m 付近までが影響範囲と想定されることから、マドモチウミニナなどの干潟生態系を構成する生物の生息生育環境の変化はないものと考えられます。

なお、上記のように海底振動の影響は、工事区域から約 300m までの範囲に及ぼされると考えられることから、他の生物に対する影響が発現したとしても小さな範囲にだけ及ぼされるものと推定されます。

#### 4) 夜間照明

海上工事に関しては、基本的に作業時間を日の出から日没までとしており、光を照射しての夜間作業を行うことはありません。また、工事船舶に関しては、夜間に停泊中の船舶は法令で定められた灯火は使用しますが、他に光を照射することはありません。そのため、海上における工事中の夜間照明が海域生物に影響を及ぼすことはないものと考えられます。

代替施設本体工事において夜間工事を計画しているのは、代替施設本体の給油エリアと駐機場の東側を主にした舗装工事で、工事の実施期間は 3 ヶ月間です。