3.4 底生動物等の移動方法

底生動物等の移動方法については、移動対象種の生態的特性を整理し、種ごとに適した「採取手法」、「同定・仕分け」、「輸送手法」、「移動先での放流手法」及び「一時的な生物保管の手法」を検討した。

3.4.1 採取手法

(1) 移動対象種毎の採取手法

採取手法は、移動対象種の採取場所や生活様式などから図-3.4.1に示すように検討した。

まず、移動対象種を、その採取箇所から海域もしくは海岸域に分けた。次に、それぞれ表在性と内在性に分けた。

海域と海岸域の表在性の種は、基本的に見つけ採り法とした。

海域の内在性の種は、基本的に篩や水中ポンプなどの器具を用いて、底砂ごと個体を採取することとした。

また、海岸域の内在性の種は、基本的には鋤や水流装置などの器具を用いて、底砂を掘り、個体を採取することとした。

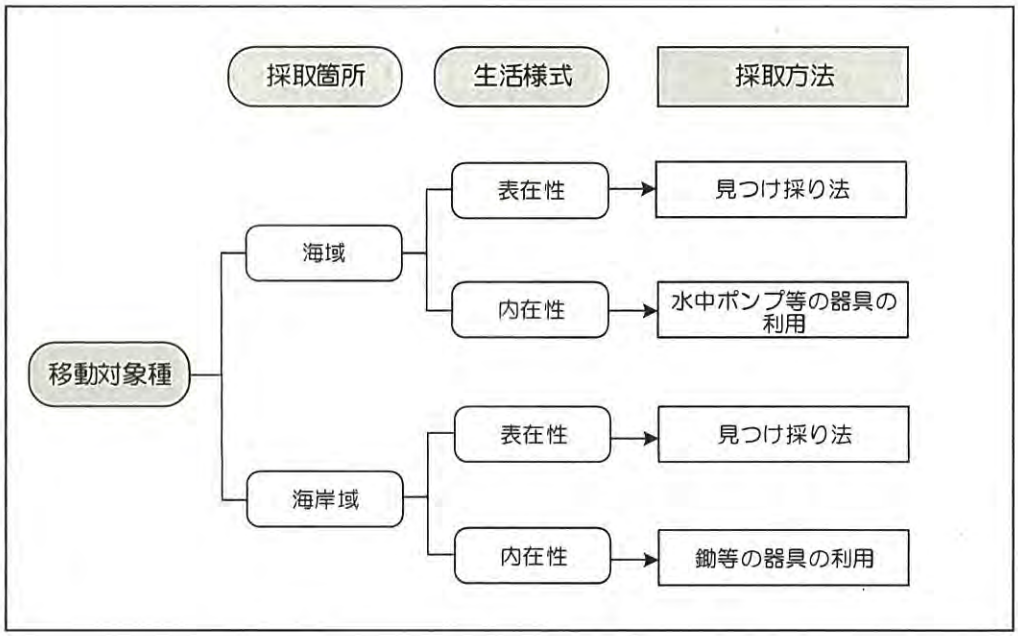


図-3.4.1　採取方手法の検討の流れ

移動対象種の生態的特性を踏まえて、具体的な採取手法を検討した結果を表-3.4.1に示す。

1の見つけ採り法は、海岸域及び海域で採取された移動対象種を対象とし、表在性の種を採取することとした。これは、徒歩での踏査、また潜水による素手での採取手法である。

2の水中ポンプ等で底砂ごと採取する方法については、2-1から2-4まで4つの方法が考えられた。これらは、海域での内在性の種を対象としており、底質の

種類に応じて使い分けを行う。

3のスコップ等で掘り出して採取する方法は、海域などの内在性の種を対象に、特に底砂の深いところに生息する種を採取することを目標とした。

4の鋤等で掘り返して採取は、海岸域の内在性種を対象とした。

5のタガネで基盤の岩石ごと採取する方法は、海岸域及び海底の表在性の種で、岩石に固着している種を対象とした。

6のブラシ等でアマモの葉表面を掻き取り採取する方法は、アマモ葉表面を生息場とする種を対象とした。

2から6について、採取手法の事例を表-3.4.2に整理した。

表-3.4.1　採取手法及び対象とする種の生態的特性

採取手法		対象とする種の生態的特性			
		採取箇所	生息環境（底質）	生活様式	内在性種の深度
1	見つけ採り法で採取	海岸・海域	全ての環境	表在性	－
2-1	水中ポンプ等で底砂ごと採取 もずくポンプ	海域	砂	内在性	浅
2-2	水中ポンプ等で底砂ごと採取 エアリフト	海域	砂	内在性	浅
2-3	篩で底砂から採取	海域	泥・砂	内在性	浅
2-4	水流装置等で砂を除去して採取	海域	砂・礫	内在性	浅
3	スコップ等で掘り出して採取	海岸・海域	泥・砂・礫	内在性	深
4	鋤等で砂を掘り返して採取	海岸	泥・砂・礫	内在性	浅
5	タガネで基盤の岩石ごと採取	海岸・海域	岩	表在性	－
6	ブラシ等でアマモの葉表面を掻き取り採取	海域	アマモ場	表在性	－

以上の採取手法を用いた場合、採取が想定される移動対象種を表-3.4.3及び表-3.4.4に示す。ほぼ半数の種が見つけ取り法で採取されると想定された。海域での内在性種は4種類の採取手法いずれにおいても採取が想定されたため、ひとつにまとめて示した。

なお、ウミボッスはタガネで基盤の岩石ごと採取する手法で採取されると想定されたが、砂礫など大きさが小さいものは素手での採取も想定される。

表-3.4.2(1)　採取手法の事例 1

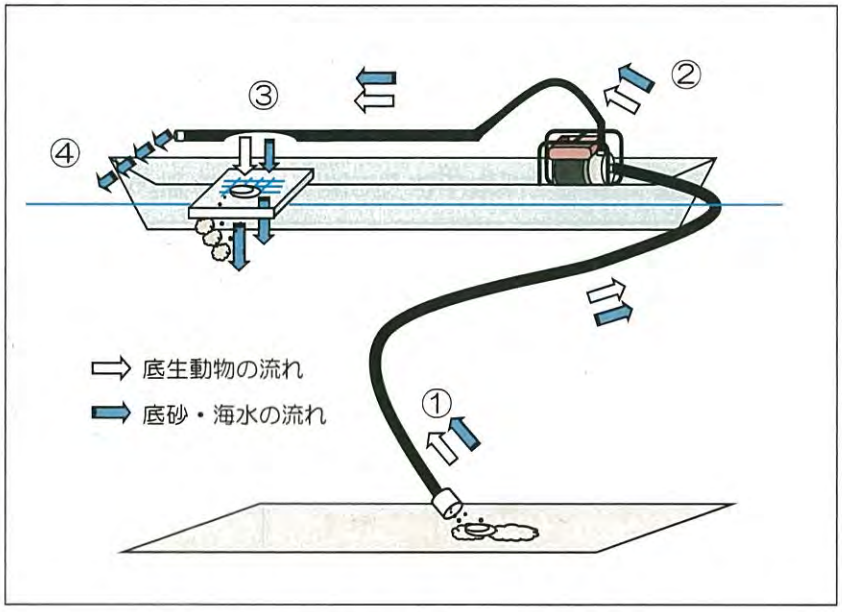
採取手法	2-1　もずくポンプで底砂ごと採取
対象	海域の内在性の種
説明・イメージ図	もずくの養殖に用いる「もずくポンプ」を利用して移動対象種を採取する。  図　もずくポンプを用いた採取（参考） 【採取の流れ】 ①底生動物を底砂及び海水ごとポンプで採取。 ②船上までポンプで引き上げる。 ③穴が開いたホースから、底生動物、底砂及び海水が放出され、篩のうえに底生動物及び底砂が残る。ここから底生動物を拾い上げる。 ④余分な底砂及び海水が放出される。 【利点と欠点】 ・採取の作業効率がよい。 ・礫以上の粒径は採取できない。 ・底生動物を傷める可能性がある。 ・泥底での採取では、濁りが発生する可能性がある。
引用元	—

表-3.4.2(2)　採取手法の事例 2

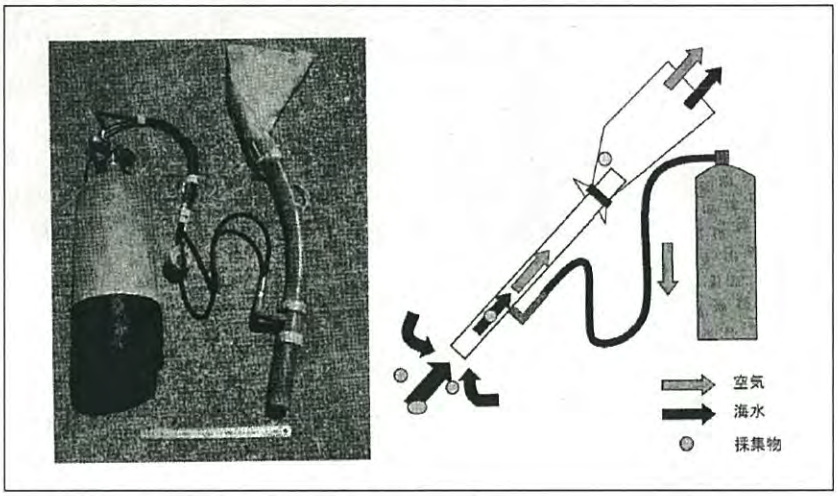
採取手法	2-2　エアリフトで底砂ごと採取
対象	海域の内在性の種
説明・ イメージ図	早川ら（2013）の「エアリフト」を利用して移動対象種を採取する。 【装置の概要】 ・空気ボンベに口径 37mm の樹脂製ホースをレギュレーターで接続した装置。 ・ボンベからの空気がホース内を上昇する際に発生する陰圧を利用して試料を吸引できる。 ・ホース上部には、着脱可能な目合い 200μmのスイスナイロン製の袋をプラスチック製バンドで固定しており、ボンベからの空気とともにホース内を上昇する試料を袋内に回収する仕組みである。  図　エアリフト 【利点と欠点】 ・底生動物を傷めずに採取できる。 ・採取袋があるため、泥底での採取では、濁りの発生が、ある程度抑えられる可能性がある。 ・本方法の採取対象が腹足類の稚貝となっているため、サイズが小さい個体しか採取できない。 ・採取袋にて、底生動物及び底質を回収するため、採取量が少なく、作業効率が低い可能性がある。
引用元	早川ら（2013）ちりぼたん Chiribotan Vol.42, No.1-4 （2013）

表-3.4.2(3)　採取手法の事例 3

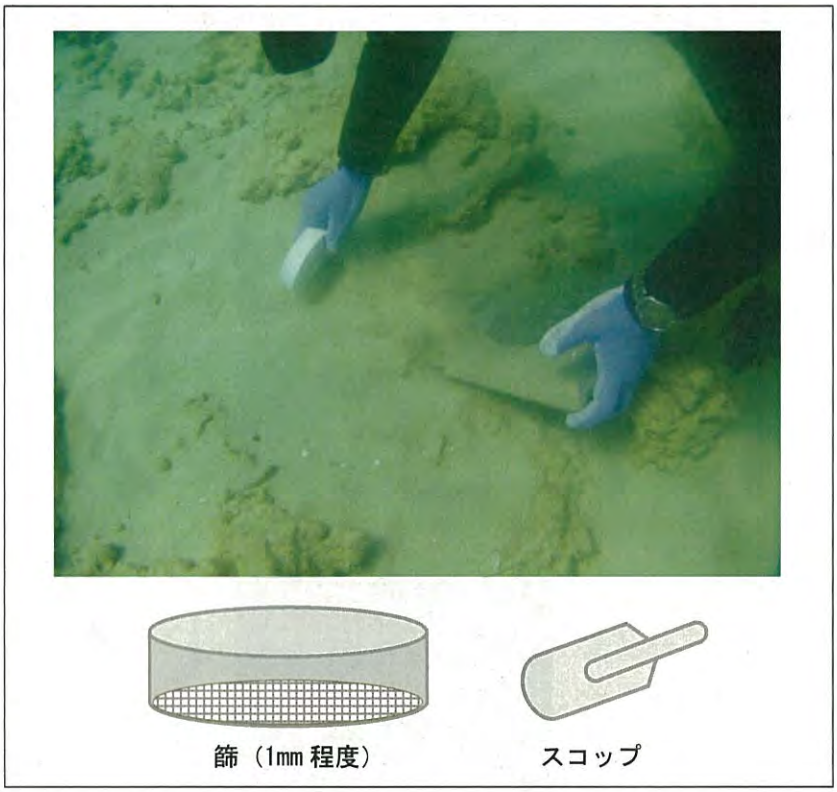
採取手法	2-3　篩で底砂から採取
対象	海域の内在性の種
説明・ イメージ図	目合い 1mm 程度の篩を用いて、底砂をふるい、底生動物を採取する。  図　底砂の篩掛け模式図 【利点と欠点】 ・底生動物を傷めずに、採取できる。 ・泥底での採取では、作業を静かに行うことで、底砂を巻き上げずに、濁りの発生を抑えられる可能性がある。 ・採取の作業効率が低い。
引用元	—

表-3.4.2(4)　採取手法の事例 4

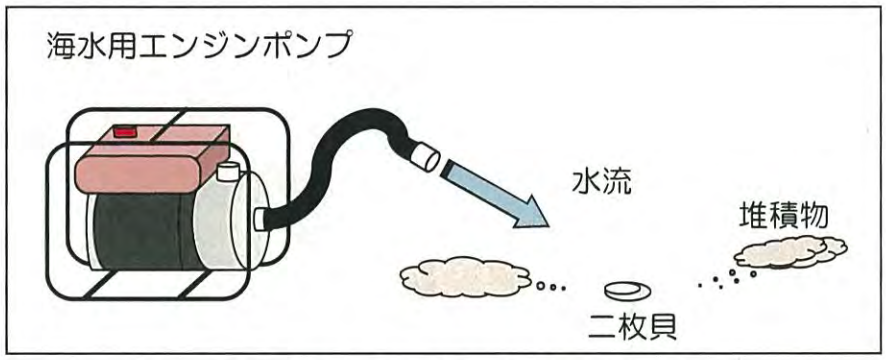
採取手法	2-4　水流装置等で砂を除去して採取
対象	海域の内在性の種
説明・ イメージ図	海水用エンジンポンプを用いて岩や石礫に堆積した微細土粒子を水流で除去し、表層に現れた底生動物を採取する。 砂底や礫底で使用し、主にもずくポンプやエアリフトで吸引できない大きな個体を採取する。  図　海水用エンジンポンプの使用イメージ 【利点と欠点】 ・広い範囲の底砂を除去できる。 ・礫以上の粒径でも除去できる。 ・専門家からの助言によれば、水中でのジェットウォッシャーの威力は 30cm 程度であるため、底生動物を傷める可能性は低い。 ・泥底での採取では、濁りが発生する可能性がある。
引用元	—

表-3.4.2(5)　採取手法の事例 5

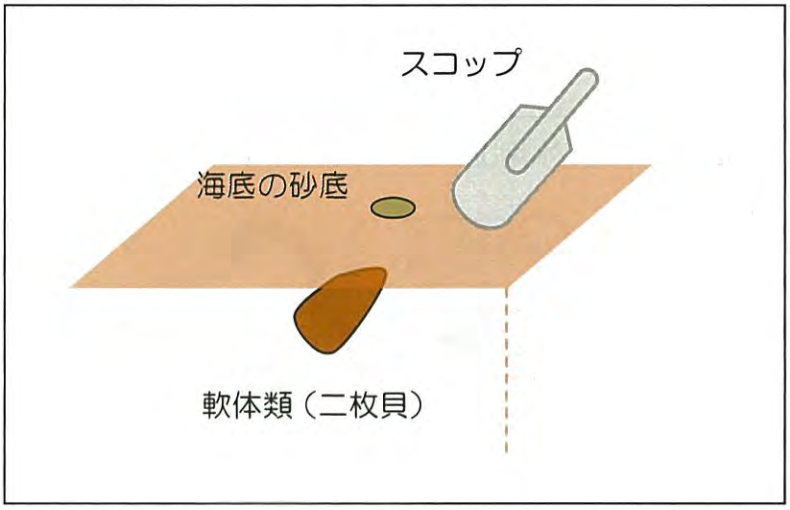
採取手法	3　　スコップ等で掘り出して採取
対象	海岸域及び海域の内在性の種
イメージ図	海底の砂や海岸域の砂の中に生息する種のうち、特に深いところに潜る種は、スコップなどで掘り出して採取する。  図　底砂をスコップ等で掘り出して採取（模式図）
引用元	—

表-3.4.2(6)　採取手法の事例 6

採取手法	4　　鋤等で砂を掘り返して採取
対象	海岸域の内在性の種
イメージ図	【鋤を利用する場合】 鋤やジョレンを用いて、複数の作業員で広範囲に底砂を掘り返して採取を行う。これは、内在性の種のうち、比較的浅いところに生息する種を対象とする。 写真　鋤等の利用
引用元	—

表-3.4.2(7)　採取手法の事例 7

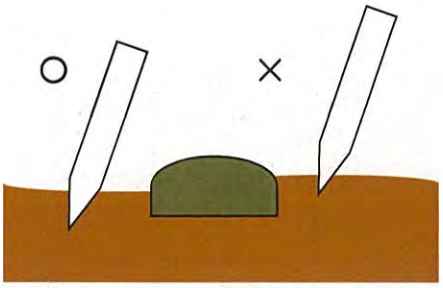
採取手法	5　　タガネで基盤の岩石ごと採取
対象	海岸域及び海域の表在性の種
イメージ図	【タガネを利用する場合】 移動対象種を破損しないように、タガネを外側に向けながら、基盤ごと掘り取る。  図　タガネの使い方 平タガネ　　ハンマー類
引用元	タガネ：仙台市科学館「岩石・鉱物・化石　採集のしかたと標本の作り方」

表-3.4.2(8)　採取手法の事例 8

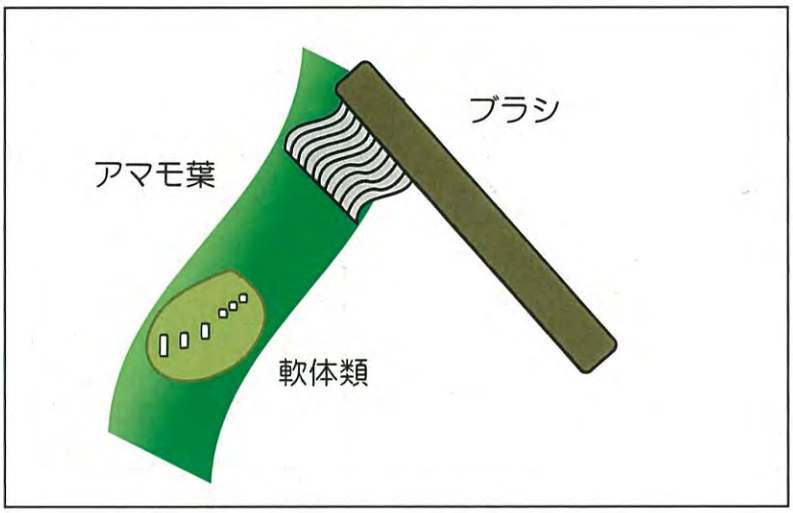
採取手法	6　　ブラシ等でアマモの葉表面を掻き取り採取
対象	海域の表在性の種
イメージ図	クサイロカノコなどのアマモ葉表面を生息環境としている種については、ブラシや軍手をした素手などで葉表面をこするようにして、採取する。  図　ブラシでアマモ葉表面を掻き取って採取（模式図）
引用元	—

表-3.4.3　代替施設本体で採取が想定される移動対象種

採取手法		採取が想定される移動対象種
1	見つけ採り法で採取	ヒメケハダヒザラガイ、ヤジリスカシガイ、サラサダマ、オオアマガイ、ヌノメミヤコドリ、カヤノミカニモリ、ゴマツボモドキ、オハグロガイ、フトスジムカシタモト、マルシロネズミ、ロウイロトミガイ、ユキネズミ、ヒロクチリスガイ、アラゴマフダマ、ホラガイ、カシパンヤドリニナ、コガンゼキ、リュウキュウムシロ、オキナワハナムシロ、イガムシロ、クダボラ、コトツブ、シチクガイ、カエンタケ、コベソコミミガイ、ハボウキガイ、オオツヤウロコガイ、ミナミウロコガイ、セワケガイ、セワケハチミツガイ、リュウキュウアオイ、リュウキュウアオイガイモドキ、オオヒロバカニダマシ、ヤエヤマヒメオカガニ、イワトビベンケイガニ、オキナワヒライソガニ、コウナガイワガニモドキ、ヨツハヒライソモドキ、ヒラモクズガニ　(39 種)
2-1	水中ポンプ等で底砂ごと採取 もずくポンプ	ニライカナイゴウナ、リュウキュウサルボウ、ソメワケグリ、ユキミノガイ、チヂミウメノハナ、イレズミザル、カワラガイ、オキナワヒシガイ、チトセノハナガイ、コニッコウガイ、ヒノデガイの一種、ヒメニッコウガイ、トンガリベニガイ、ウネイチョウシラトリ、ヒワズウネイチョウ、ウラキヒメザラ、ミガキヒメザラ、ミクニシボリザクラ、オオヌノメガイ、チリメンカノコアサリ、ガンギハマグリ、オミナエシハマグリ、ウスカガミ、オイノカガミ、フキアゲアサリ　(25 種)
2-2	水中ポンプ等で底砂ごと採取 エアリフト	
2-3	篩で底砂から採取	
2-4	水流装置等で砂を除去して採取	
3	スコップ等で掘り出して採取	サザナミマクラ、イシワリマクラ、カブラツキガイ、ユンタクシジミ、オサガニヤドリガイ、スジホシムシヤドリガイ、ユキガイ、ホソズングリアゲマキ (8 種)
4	鋤等で砂を掘り返して採取 (水流装置等で砂を除去して採取)	リュウキュウサルボウ、ソメワケグリ、カワラガイ、オキナワヒシガイ、イソハマグリ、ナミノコマスオ、ナミノコガイ、リュウキュウナミノコ、コニッコウガイ、ウラキヒメザラ、マスオガイ、オイノカガミ、スダレハマグリ (13 種)
5	タガネで基盤の岩石ごと採取	ウミギク、サンゴガキ、ウミボッス (3 種)
6	ブラシ等でアマモの葉表面を掻き取り採取	クサイロカノコ、キンランカノコ (2 種)

注) 代替施設本体で確認された 83 種を示した。このうち、複数の採取手法で採取が想定される種もある。

表-3.4.4　辺野古地先水面作業ヤードで採取が想定される移動対象種

採取手法		採取が想定される移動対象種
1	見つけ採り法で採取	カヤノミカニモリ、セワケハチミツガイ、リュウキュウアオイ、ヤエヤマヒメオカガニ、イワトビベンケイガニ、オキナワヒライソガニ、コウナガイワガニモドキ、ヒラモクズガニ、ニセヒロクチカノコ、ウスベニツバサカノコ、ツバサカノコ（ヒロクチカノコ沖縄型）、ミヤコドリ、ヌノメカワニナ、マンガルツボ、ツツミガイ、ヤタテガイ、ホソタマゴガイ、クロヒラシイノミガイ、ヒメヒラシイノミガイ、ヘソアキコミミガイ、オキナワアカシマホンヤドカリ、アマミマメコブシガニ、オキナワヤワラガニ、ミゾテアシハラガニ、ミナミムツハアリアケガニ、チゴイワガニ、ルリマダラシオマネキ（27 種）
2-1	水中ポンプ等で底砂ごと採取 もずくポンプ	— （0 種）
2-2	水中ポンプ等で底砂ごと採取 エアリフト	
2-3	篩で底砂から採取	
2-4	水流装置等で砂を除去して採取	
3	スコップ等で掘り出して採取	カブラツキガイ、ユンタクシジミ、スジホシムシヤドリガイ、ユキガイ、ホソスジヒバリガイ、ミナトマスオ、クシケマスオ（7 種）
4	鋤等で砂を掘り返して採取 （水流装置等で砂を除去して採取）	リュウキュウサルボウ、カワラガイ、イソハマグリ、ナミノコガイ、リュウキュウナミノコ、マスオガイ、オイノカガミ、*Diplodonta* sp.B、オトメタママキ、クチバガイ、ヒラセザクラ、ホシヤマナミノコザラ、リュウキュウクサビザラ、リュウキュウザクラ、ハザクラ、アシベマスオ、トモシラオガイ、ヤエヤマスダレ、ハナグモリ（19 種）
5	タガネで基盤の岩石ごと採取	サンゴガキ、クログチ、タガソデモドキ（3 種）
6	ブラシ等でアマモの葉表面を掻き取り採取	— （0 種）

注）辺野古地先ヤードで確認された 56 種を示した。このうち、20 種は代替施設本体でも確認された種である。

(2) 採取時の留意点

底生動物の採取時には、以下により個体にダメージを与える可能性が考えられる。それぞれの場合における対応を整理した。

・サポニン

採取した底生動物のなかには、毒性のサポニンを持つ種がいる可能性がある。採取した個体がなんらかの刺激を受けると、サポニンを放出する。同定・仕分け、もしくは輸送時に入れておく、水槽のエアレーションの泡に注意しておき、泡が通常よりも多くなった場合には、サポニンが放出されている可能性が高い。

【対　応】掛け流しの海水量を増やして、サポニンの毒性を希釈する。

【その他】サポニンを有する種：一般的には棘皮動物、沖縄周辺においてはホラガイ、トラフジャコなど。

・吸引方式

もずくポンプやエアリフトなどの吸引方式の採取手法においては、インペラが用いられているポンプを使用すると底生動物の体を傷つけるので使用しない。

・採取作業時の水の濁り

水中ポンプ等で底砂ごと採取する手法は、船上から底生動物以外の底砂を放出するため、調査船の周囲の海上に濁りを発生させる可能性が考えられる。

移動元における底質の状況や水の流れの状況をもとに、採取作業時の水の濁りに対する留意点を以下に整理した。

1. 辺野古地先の大浦湾側は、底質が砂泥底の地点が点在し、採取作業時に濁りが発生しやすい範囲と推定された。
2. 濁りの発生しやすい範囲では、春季、秋季及び冬季で表層流速は小さく、濁りが発生した場合でも、拡散の程度は高くないものと考えられた。
   一方、夏季には、下げ潮時に湾外へと向かう流れに留意する必要があると考えられた。
3. 濁りが発生しやすい範囲では、採取作業時に、水中ポンプの作業時間を短縮させたり、水中ポンプの代わりにダイバーによる篩掛けのみとするなどの工夫を行い、濁りの発生を抑制することが必要と考えられた。

(3) 採取手法の評価

以上の採取手法に対して、作業効率、汎用性、コスト（器具の金額）について、それぞれ相対的に 3 つのレベルで定性的な評価を行った結果を表-3.4.5 に示す。

2-1 から 2-4 の海域の内在性種を対象種する方法については、底生動物を傷める可能性と濁りが発生する可能性の観点からの評価も行った。

表-3.4.5　採取手法の評価

採取手法		作業効率	汎用性	コスト	底生動物を傷める可能性	濁りが発生する可能性
1	見つけ採り法で採取	○	◎	◎	—	—
2-1	水中ポンプ等で底砂ごと採取 もずくポンプ	◎	○	△	可能性あり	可能性あり
2-2	水中ポンプ等で底砂ごと採取 エアリフト	△	△	○	可能性低い	可能性低い
2-3	篩で底砂から採取	△	△	○	ほぼなし	ほぼなし
2-4	水流装置等で砂を除去して採取	○	○	△	可能性低い	可能性あり
3	スコップ等で掘り出して採取	△	△	◎	—	—
4	鋤等で砂を掘り返して採取	○	○	◎	—	—
5	タガネで基盤の岩石ごと採取	△	△	◎	—	—
6	ブラシ等でアマモの葉表面を 掻き取り採取	△	△	◎	—	—

注）評価の基準を以下に示す。いずれも定性的な基準である。
作業効率：単位時間当たりの採取個体数など
◎：高い、○：普通、△：やや低い
汎用性：その方法が使用できる底質や環境の多様さ
◎：高い、○：普通、△：やや低い
コスト：使用器具の金額
◎：安い、○：普通、△：高い

採取手法の評価の結果、2-1 から 2-4 の海域の内在性種を対象とする手法についてとりまとめた。

【2-1 もずくポンプを想定した手法】

底生動物を傷める可能性や濁りが発生する可能性が考えられたが、作業効率は水流装置を用いた手法と同様に良いものと考えられた。ただし、器具の費用は高いと考えられた。

【2-2 エアリフトを想定した手法】

底生動物を傷める可能性や濁りが発生する可能性は低いと考えられたものの、作業効率は他の手法より劣ると考えられた。

【2-3 篩を用いる手法】

底生動物を傷める可能性や濁りが発生する可能性はほぼないと考えられたものの、2-2 と同様に、作業効率は他より劣ると考えられた。

【2-4 水流装置等を想定した手法】

底生動物を傷める可能性は低いが、濁りが発生する可能性が考えられた。作業効率はもずくポンプを想定した手法と同程度と考えられた。

以上より、海域の内在性種を採集するための手法にはそれぞれ特徴があり、海底の底質にも配慮しながら、採取手法を選択することが必要と考えられた。

そこで、海域の底質区分ごとに採取手法案を整理することとした。方法は、インベントリー調査地点の底質データ及び航空写真から底質を推定し、海域の移動元を底質ごとに区分した。そして、それぞれの底質区分で用いる主な採取手法の選定検討を行った。

図-3.4.2 及び表-3.4.6 に、推定した海域の底質区分と底質区分ごとの主な採取手法案を示す。

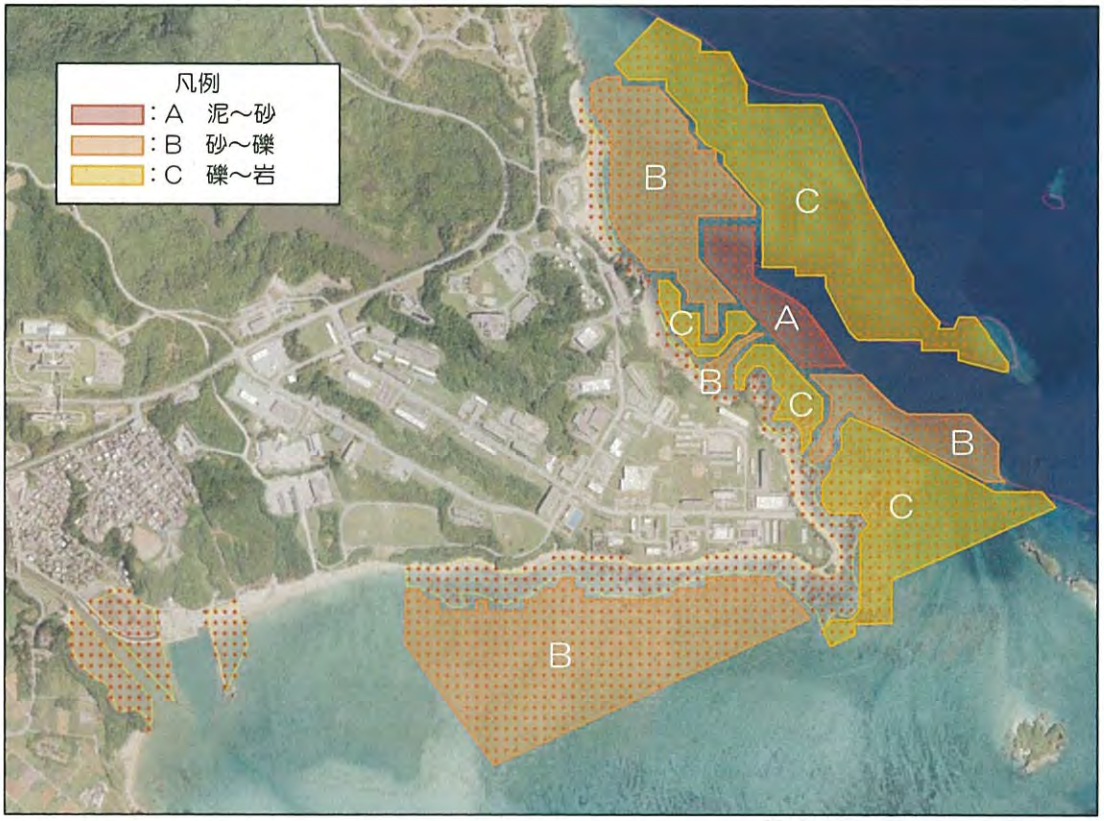


図-3.4.2　移動元の海域における底質区分（推定）

表-3.4.6　移動元の海域における底質区分ごとの主な採取手法（案）

底質区分		主な採取手法	作業時間 （1 地点あたり）	移動元 地点数
A	泥～砂	見つけ採り法	20～30 分程度	76 地点
		篩で底砂から採取	10 分程度	
B	砂～礫	見つけ採り法	20～30 分程度	722 地点
		水流装置等で砂を除去して採取	10 分程度	
C	礫～岩	見つけ採り法	30～40 分程度	650 地点

注）移動元地点数は図-3.4.2 から算出した。

海域における移動元の底質区分ごとに、主な採取手法を整理した。

採取は、移動元地点の半径 10m 程度の範囲を、1 地点あたり 30～40 分程度で実施するものとした。

いずれの底質区分においても、見つけ採り法での採取を基本とし、それに加えて実施する内在性種を対象とする採取手法は、底質区分ごとに次のように選択した。

【底質区分 A：泥～砂】

底質が泥から砂であるため、濁りが発生する可能性がほぼない篩を用いた採取手法が妥当と考えられた。

【底質区分 B：砂～礫】

底質が砂から礫であるため、濁りが発生する可能性が低いと考えられた。そのため、底生動物を傷める可能性が低い水流装置等で砂を除去して採取する手法が妥当と考えられた。

【底質区分 C：礫～岩】

底質が礫から岩であるため、見つけ採り法のみでの採取が妥当と考えられた。

また、補助的に適宜実施する採取手法として、底質区分 A ではスコップでの採取、底質区分 B ではスコップや水中ポンプを用いた採取、底質区分 C ではタガネを用いた採取が考えられる。

さらに、底質区分 B では海草藻場の移動元地点もあるが、その場合にはブラシ等でアマモの葉表面を掻き取る手法も適宜実施する。

なお、ここで示した海域での採取手法は、現時点の案である。実際の採取においては、現地の底質や実作業の効率を踏まえて、採取手法に随時工夫を加えていくことが必要と考えられる。

3.4.2 同定・仕分け

採取した底生動物等の同定・仕分けのイメージを図-3.4.3に示す。

同定・仕分けは、移動元の採取作業が海岸部の場合は陸上で実施し、海域の場合は船上で行う。

同定は、採取された底生動物をバット等に広げ、移動対象種の同定及び個体数の計数を行う。その際、作業員の同定支援のためのガイドブックを作成しておく。

仕分けは、同定された移動対象種を、種ごとの移動先リストに従い、移動先ごとに分けて容器に入れる。容器は、後述する輸送方法に示す。

なお、個体を高温にさらさないため、日陰での作業を基本とする。海域で採取した個体は水中で扱うことを基本とする。ウミボッスも海底から船上へあげた際、空気に触れさせないよう素早く海水の容器に収容する。

NO.	種名	移動先			放流方法
		地域	環境	放流場所	放流方法
1	アラゴマフダマ	久志	草	水中	底砂上に置く
2	イガムシロ	大浦湾奥部西部	草	水中	底砂上に置く
3	イシワリマクラ	大浦湾奥部西部	砂泥粗砂	水中	底砂上に置く
4	イソハマグリ	久志四浦	粗砂礫ンゴ礫砂	水中・陸上	底砂上に置く
5	イレズミザル	瀬嵩	砂礫	水中	底砂上に置く
6	イワトビペンケイガニ	二見	干潟	陸上	植生の下に置く
7	ウスカガミ	久志	草	水中	底砂上に置く
8	ウネイチョウシラトリ	大浦湾奥部西部	細砂	水中	底砂上に置く
9	ウミギク	大浦湾奥部西部	砂礫	水中	岩片を現地の岩にボンド等で貼り
10	ウミボッス	大浦湾奥部西部	岩		岩片を現地の岩にボンド等で貼り
11	ウラキヒメザラ	大浦湾奥部	細砂	水中・陸上	底砂上に置く
12	オイノカガミ	久志	砂礫田潟	水中・陸上	底砂上に置く
13	オオアマガイ	大浦湾奥部西部	転石	水中・陸上	岩や岩石上に置く
14	オオツヤウロコガイ	瀬嵩	転石	水中・陸上	底砂上に置く
15	オオヌノメガイ	瀬嵩	砂礫	水中	底砂上に置く
16	オオヒロバカニダマシ	汀間	転石	生態がよくわからない	底砂上に置く
17	オキナワハナムシロ	二見	泥底	水中	底砂上に置く
18	オキナワヒシガイ	久志	草田潟の砂礫	水中・陸上	底砂上に置く

図-3.4.3　同定・仕分けのイメージ図

3.4.3 輸送

(1) 手段と時間

輸送は、陸域の移動元地点では車、海域の移動元地点では船舶を利用する。移動元と各移動先での輸送距離は概ね図-3.4.4に示すとおりである。

車による輸送時間は、移動元と各移動先間で概ね20分程度、船舶による輸送時間は概ね20分程度と考えられた。

ただし、これらの輸送時間の他に、基地内の輸送時間（10分程度）、複数の移動先がある場合の待機時間（1箇所あたり15分程度）、採取作業の待機時間（4時間程度）などが考えられる。移動対象種が、輸送の容器に保管されている時間は、これらの合計となる。

図-3.4.4　移動元と移動先間の輸送距離

(2) 輸送手法

輸送時の留意点及びその手法について以下に示す。

1) 輸送時の留意点

・酸素：貝類及び甲殻類の酸素供給に留意する。
・温度：狭い輸送容器での急激な温度上昇に留意する。
・梱包：貝類や甲殻類のうち、肉食性の種は、他種及び小個体と同一の容器に入れず、個別に輸送する。

2) 輸送手法

輸送手法のイメージを図-3.4.5に示す。

1. 貝類は、採取された場所に応じて、酸素の供給に留意して輸送する。
   海岸域で採取された貝類は、海水を染み込ませた新聞紙などに包み、輸送する。
   海域で採取された貝類は、蓋付き小型バケツに海水を入れ、エアレーションをしながら輸送する。
2. 甲殻類は、種別・体サイズ別に蓋付き容器に入れ、輸送する。なお、容器には酸素の供給ができるよう、空気穴をあける。
   湿性環境で採取された種は、海水に浸したスポンジを容器内に入れる。
3. 生物種を入れた容器は、温度に留意して、アイスボックスや発泡スチロールに入れて輸送する。温度はもとの環境と同程度にするよう、必要に応じて蓄冷剤を用いる。
4. ウミボッスは海水を入れた容器に収容して輸送する。

また、肉食性、甲殻類、基質に付着した生物種等については、個別に輸送するなどの方法が必要と考えられる。表-3.4.7 に、その輸送方法と対象種を示した。

表-3.4.7　輸送方法と対象種

No.	輸送手法	対象種
1	個別に輸送	肉食性の貝類：マルシロネズミ、ロウイロトミガイ、ユキネズミ、ヒロクチリスガイ、アラゴマフダマ、ホラガイ、コガンゼキ、クダボラ、コトツブ、シチクガイ、カエンタケ、ツツミガイ、ヤタテガイ（13 種） 毒性を有する種：ホラガイ（1 種）
2	種別・サイズ別に輸送	甲殻類：オオヒロバカニダマシ[a]、ヤエヤマヒメオカガニ[a]、イワトビベンケイガニ[a]、オキナワヒライソガニ[a]、コウナガイワガニモドキ[a]、ヨツハヒライソモドキ[a]、ヒラモクズガニ[a]、オキナワアカシマホンヤドカリ[b]、アマミマメコブシガニ[a]、オキナワヤワラガニ[b]、ミゾテアシハラガニ[a]、ミナミムツハアリアケガニ[a]、チゴイワガニ[a]、ルリマダラシオマネキ[a]（14 種） a:容器に海水に浸したスポンジ等を入れて輸送する。 b:容器に海水を入れ、敷き砂をして、エアレーションで輸送する。
3	生息基質ごと輸送	付着した岩石等ごと輸送：ヌノメミヤコドリ、ゴマツボモドキ、マルシロネズミ、ウミギク、サンゴガキ、オオツヤウロコガイ、ミナミウロコガイ、セワケガイ、セワケハチミツガイ、ウミボッス、ミヤコドリ、クログチ、タガソデモドキ（13 種）
		寄生する生物種ごと輸送：カシパンヤドリニナ、ニライカナイゴウナ、ユンタクシジミ、オサガニヤドリガイ、スジホシムシヤドリガイ（5 種）

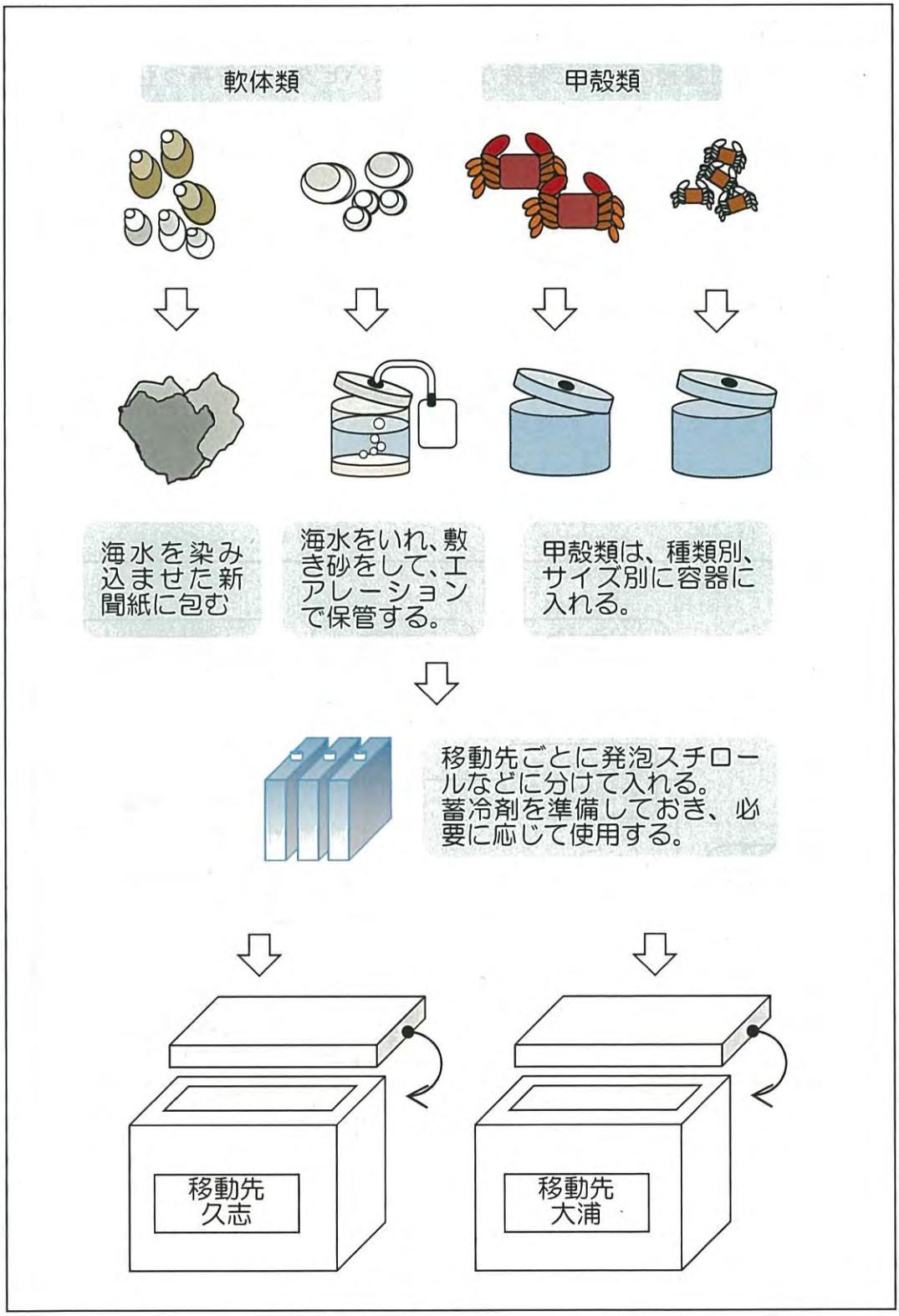


図-3.4.5　輸送方法のイメージ図

3.4.4 放流手法

放流手法は、移動対象種の生息環境や寄生等の生態的特性から検討した。放流手法の検討の流れを図-3.4.6 に示す。

まず、移動対象種のうちで特殊なマイクロハビタットを持つものを抽出した。次に、寄生関係や共生関係などを持つ種を抽出した。これらの種は、岩石など特定の基質に置くか、移動対象種が付着した転石などの基質ごと置くかなどの放流方法とした。

特殊なマイクロハビタットが知られていない種や寄生や共生関係が知られていない種は、単に底砂上に置くこととした。

移動対象種の生態的特性に基づき、「底砂上に置く」以外の放流方法を表-3.4.8 に整理した。

ウミボッスは、タガネを用いて岩石ごと採取した場合は、ボンドを用いて現地の岩に貼り付ける。一方、砂礫等に付着しており、砂礫ごと採取した場合は、付着した砂礫ごと底砂上に置くものとする。

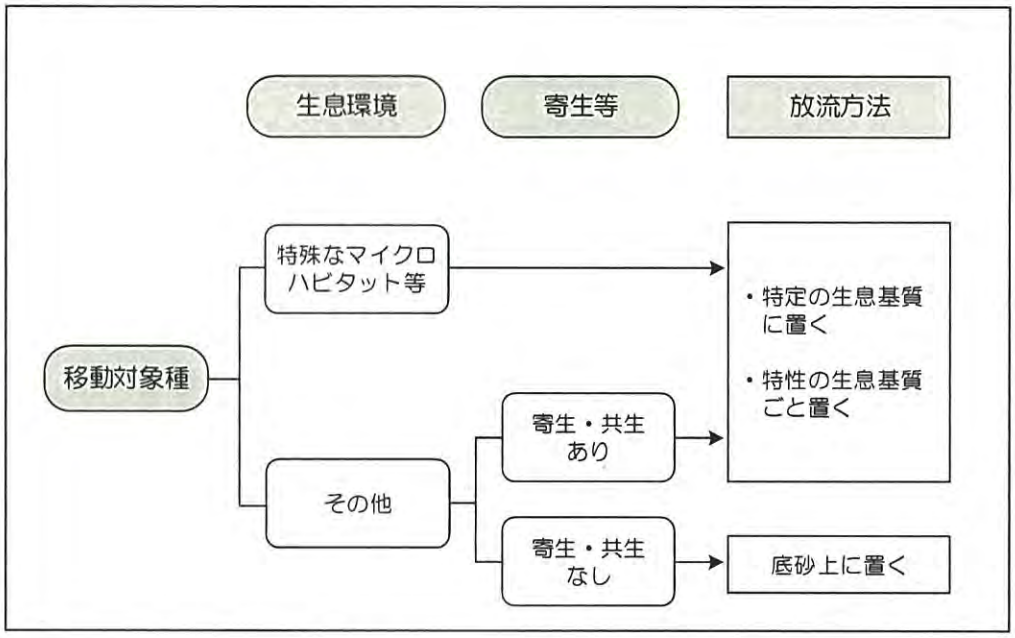


図-3.4.6　放流手法の検討の流れ

表-3.4.8　移動先での放流手法（底砂上に置く以外のもの）

特別な放流方法		移動対象種	生息環境	
			底質	マイクロハビタット
1	岩や岩石上に置く	ヒメケハダヒザラガイ	転石	—
		オオアマガイ	転石	—
		カヤノミカニモリ	砂礫	岩盤上
		コガンゼキ	岩	岩盤上
		ニセヒロクチカノコ	干潟・泥礫	落ち葉等に付着
		ウスベニツバサカノコ	干潟・転石	浅い細流内の石の下面
		ツバサカノコ （ヒロクチカノコ沖縄型）	転石	水たまりの木の枝、石の裏面
		クロヒラシイノミガイ	河口域・岩礫	岩礫下
2	転石帯の石と石の間に殻口を下にして置く	コベソコミミガイ	泥底	石の下
		ヘソアキコミミガイ	岩礫	岩礫下
3	死サンゴ塊の近辺に置く	ユキミノガイ	海草藻場	死サンゴ塊の下に巣
4	植生の下に置く	ヤエヤマヒメオカガニ	干潟	植生等により陰になった流木や石の下
		イワトビベンケイガニ	干潟	
5	底砂やアマモ上に腹足を付着させる	ヤジリスカシガイ	海草藻場	アマモ場や砂質干潟のソフトボトム
6	アマモ上に付着させる、アマモ根元に殻口を下にして置く	クサイロカノコ	海草藻場	アマモ葉上
		キンランカノコ	海草藻場	アマモ葉上
7	他種ごと底砂上に置く	カシパンヤドリニナ	細砂	ヨツアナカシパンに外部寄生
		ニライカナイゴウナ	細砂	二枚貝に外部寄生
		ユンタクシジミ	砂泥砂礫	スジホシムシに共生
		オサガニヤドリガイ	海草藻場	砂泥・砂質 （オサガニ類に付着）
		スジホシムシヤドリガイ	砂泥	スジホシムシモドキの体表に付着
8	転石ごと底砂上に置く	マルシロネズミ	海草藻場	砂礫底の石の下
		オオツヤウロコガイ	転石	石の下
		ミナミウロコガイ	砂泥・砂礫	石の下
		セワケガイ	泥底・砂礫	石の下
		セワケハチミツガイ	粗砂	埋もれ石下
		クログチ	転石	転石等に付着
		タガソデモドキ	転石・岩盤	岩盤上の間隙や転石下に付着
9	底砂を還元層まで掘り、転石ごと底砂上に置く	ヌノメミヤコドリ	泥礫	石の下
		ゴマツボモドキ	泥礫	石の下
		ミヤコドリ	岩礫	泥に埋もれた岩礫の下付着面周辺は還元泥の低酸素状態
10	岩片ごと現地の岩にボンド等で貼り付ける	ウミギク	砂礫	岩などに固着
		サンゴガキ	砂礫	砂にはまった岩裏に固着
		ウミボッス	岩	サンゴ礁上

3.4.5 一時的な生物保管の手法

底生動物等の移動は、原則として採取と放流を同日に行うこととしている。しかし、天候の急変等により作業を中断する場合など、緊急時には、一時的に保管することを想定している。

以下に、一時保管の方法を示した（図-3.4.7 参照）。また、一時保管の手法とその対象種を表-3.4.9 に示した。

【一時保管の方法】

1. 掛け流しによる流海水飼育。移動先ごとにカゴや網袋に仕分け、水槽へ入れて蓄養。
2. 肉食性の種は、個別に蓄養。
3. 生息基質などの種の生態に応じて、岩石ごと蓄養。また、アマモ、隠れ場所などをカゴなどに設置して蓄養。
4. 陸水影響下で生息する種は、汽水環境で蓄養。

表-3.4.9　一時保管の手法とその対象種

<table>
<tr><th colspan="2">一時保管の手法</th><th>対象種</th></tr>
<tr><td>1</td><td>個別に保管</td><td>肉食性の貝類：マルシロネズミ、ロウイロトミガイ、ユキネズミ、ヒロクチリスガイ、アラゴマフダマ、ホラガイ、コガンゼキ、クダボラ、コトツブ、シチクガイ、カエンタケ、ツツミガイ、ヤタテガイ（13 種）
毒性を有する種：ホラガイ（1 種）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">生息基質と保管</td><td>アマモと保管：クサイロカノコ、キンランカノコ（2 種）
岩石等と保管：ヌノメミヤコドリ、ゴマツボモドキ、マルシロネズミ、ウミギク、サンゴガキ、オオツヤウロコガイ、ミナミウロコガイ、セワケガイ、セワケハチミツガイ、ウミボッス、ミヤコドリ、クログチ、タガソデモドキ　（13 種）</td></tr>
<tr><td>寄生の宿主等と保管：カシパンヤドリニナ、ニライカナイゴウナ、ソメワケグリ、ユンタクシジミ、オサガニヤドリガイ、スジホシムシヤドリガイ（6 種）
移動対象種と寄生の宿主等
<table>
<tr><th>移動対象種</th><th>寄生の宿主等</th></tr>
<tr><td>カシパンヤドリニナ</td><td>ヨツアナカシパン</td></tr>
<tr><td>ニライカナイゴウナ</td><td>大型二枚貝</td></tr>
<tr><td>ソメワケグリ</td><td>ニライカナイゴウナ</td></tr>
<tr><td>ユンタクシジミ</td><td>スジホシムシ</td></tr>
<tr><td>オサガニヤドリガイ</td><td>オサガニ類</td></tr>
<tr><td>スジホシムシヤドリガイ</td><td>スジホシムシモドキ</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>4</td><td>汽水環境に保管</td><td>陸水影響下に生息する種（貝類）：オオアマガイ、カヤノミカニモリ、ヒロクチリスガイ、リュウキュウムシロ、セワケハチミツガイ、マスオガイ、ニセヒロクチカノコ、ウスベニツバサカノコ、ツバサカノコ、ミヤコドリ、ヌノメカワニナ、クロヒラシイノミガイ、ヘソアキコミミガイ、ハザクラ、ミナトマスオ　（15 種）</td></tr>
<tr><td>5</td><td>光環境に留意して保管</td><td>褐虫藻を共生させ光合成産物を活用する種：カワラガイ、リュウキュウアオイ（2 種）</td></tr>
<tr><td>6</td><td>甲殻類は隠れ場所を設けて個別に保管</td><td>オオヒロバカニダマシ、ヤエヤマヒメオカガニ[a]、イワトビベンケイガニ[a]、オキナワヒライソガニ[b]、コウナガイワガニモドキ[a・b]、ヨツハヒライソモドキ[b]、ヒラモクズガニ[b]、オキナワアカシマホンヤドカリ、アマミマメコブシガニ[b]、オキナワヤワラガニ[b]、ミゾテアシハラガニ[a・b]、ミナミムツハアリアケガニ[b]、チゴイワガニ[b]、ルリマダラシオマネキ[a・b]　（14 種）
a：湿性環境に保管、b：汽水環境に保管</td></tr>
</table>

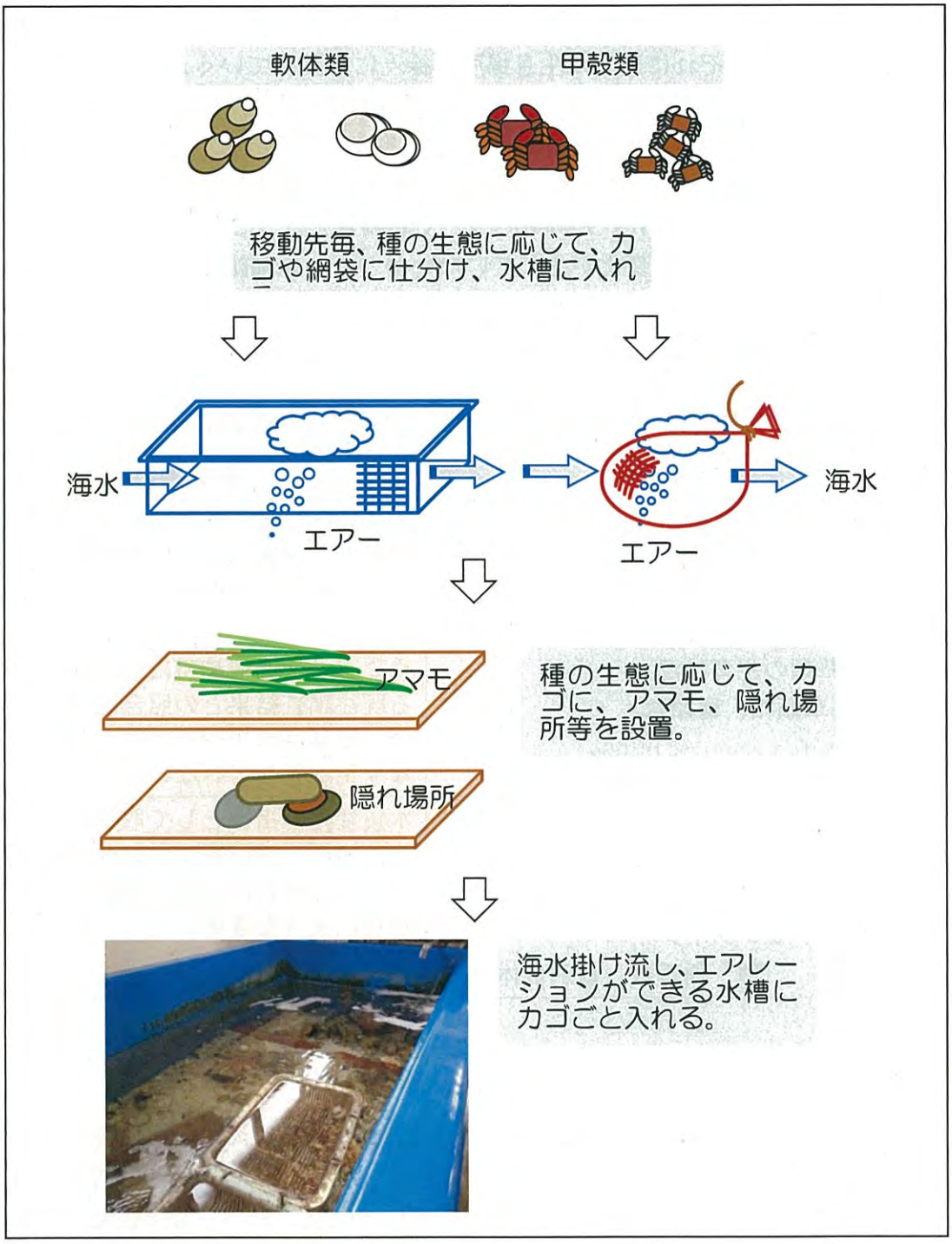


図-3.4.7　一時保管のイメージ図

3.5 モニタリング調査計画

3.5.1 調査の考え方

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

そのため、底生動物等の移動に係るモニタリング調査は、移動先及びその周辺において表-3.5.1 に示す生物相についての調査を行うことにより、移動後の生息・生育環境に大きな変化が生じていないかどうかを確認することを目的として実施することとする。

なお、本モニタリング調査は環境監視調査として実施することとする。

表-3.5.1　モニタリング調査の項目及び確認内容

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

3.5.2 調査地点

当該海域における既往の調査地点のうち、底生動物等の移動先に最も近い地点を調査地点として設定する（図-3.5.1 参照）。また、対照のための情報を得るため、上記の地点が含まれる海域で、やや離れた地点においても調査地点を設定する。

※重要な種の保護の観点から、表示していません。

図-3.5.1　モニタリング調査地点（案）

3.5.3 調査方法

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

(1) 定性的調査（インベントリー調査）

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

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

(2) 定量的調査

1) 底生動物調査

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

2) 潮間帯生物調査

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

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

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

3) 干潟生物分布調査（堆積物採取法）

移動・放流場所が干潟域の場合に行う。

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

4) 浮遊生物調査

(a) 植物プランクトン調査

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

(b) 動物プランクトン調査

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

3.5.4 調査頻度・期間

既往の調査と同様に、年 4 回（四季）の頻度で調査を実施する。

また、調査期間は移動・放流後 5 年間とする。

3.5.5 調査結果の検討

既往の調査結果及び本モニタリング調査の結果を経時的に整理し、種類数、個体数、湿重量等の定量的データについては、その変動幅と調査結果を照合して大きな変化が生じていないかどうかを確認する。

また、定性的調査（インベントリー調査）の結果も勘案して、種構成の変化についても確認する。