

3. 【技術ノート3】水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類技術

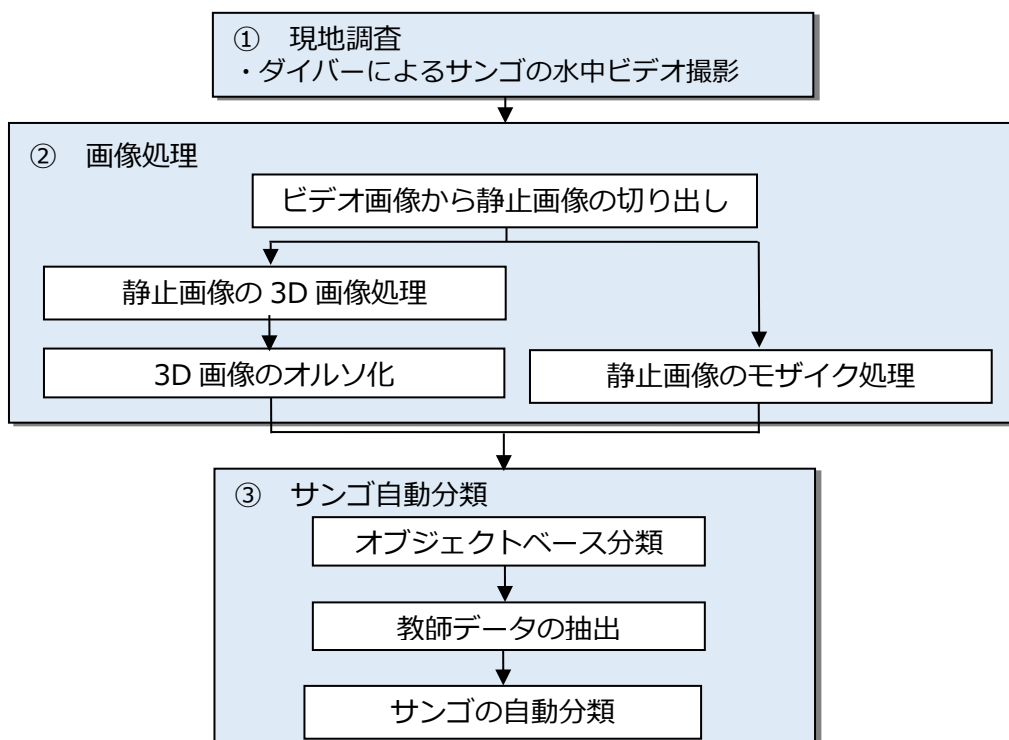
従来、ダイバーによる潜水調査により、サンゴの成長や被度の把握を行ってきた。しかし、広範囲にサンゴを移植し、継続的にその変遷を把握していく場合、ダイバーによる潜水目視では多大な労力と時間を必要とする。特に、沖ノ鳥島のような遠隔離島地域では、広域的なサンゴの被度や分布などのモニタリングを効率的に行える調査手法の確立が求められている。

ここでは、「水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類技術」に関する調査結果を総括し、本技術の実調査への活用の考え方について検討・整理した。

1) 調査・解析手順

調査・解析の流れは、図Ⅲ. 3-1 に示す通り、「①現地調査」、「②画像処理」、「③サンゴ自動分類」の3つの工程に区分される。「①現地調査」では、ダイバーにより調査対象範囲の水中ビデオ画像の撮影を行う。「②画像処理」では、「3D 画像によるオルソ化」と「モザイク化」の2種類の方法があり、調査目的、要求される精度により両者を使い分ける。最後に、「③サンゴ自動分類」では、処理された画像を画像解析により分類する。なお、サンゴ自動分類に際しては、教師データ※を与えることにより精度を確保する。各工程の詳細は以下に示すとおりである。

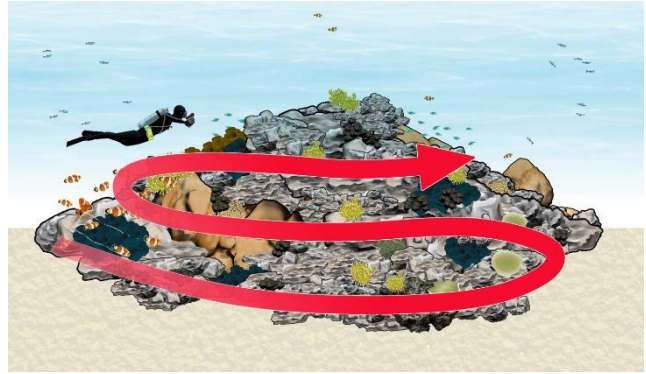
※ 教師データとは、サンゴ礁領域の画像と分類（例えば、サンゴ、サンゴ以外）を関係づける正解データ。



図Ⅲ. 3-1 調査・解析の流れ

(1) 現地調査

現地調査では、調査対象範囲のサンゴ分布を面的に画像として取得するため、動画から画像取得を行う。動画取得は、画像分類時の解像度や作業効率を考慮して、サンゴ礁と1～1.5m程度の距離を保ちながら、調査対象範囲全体を網羅するように撮影する。動画撮影時の留意点は以下に示すとおりである。



図Ⅲ. 3-2 ダイバーによる水中画像撮影イメージ

【水中動画撮影時の留意事項】

- ・ サンゴ礁との距離を一定に保つことにより分類精度が向上する。サンゴ礁との距離が近いほど精度向上は期待できるが、調査や後述する画像処理に多くの時間を要するため、調査目的に応じた精度を確保できる距離に設定する必要がある。本調査では、サンゴの分類が明確にできる距離として、サンゴ礁から1～1.5mでの撮影を行った。
- ・ 撮影コースをラップさせることにより、モザイク化や3D化が可能となる。本調査では、進行方向のオーバーラップ60～90%程度、サイドラップを50～80%程度で撮影した。
- ・ ノルの垂直面の撮影時には、水中光量による画像の明暗差が大きくなるよう留意する。特に、画像に海面が映り込まないように撮影する。一方、深い場所やオーバーハングした場所は水中ライトにより光量を保つことで、対象物をはっきりと撮影することができる。
- ・ ノルの形状は複雑であり、オーバーハングになっている箇所等も網羅するよう撮影する。
- ・ 水中動画撮影時には、画像処理する際に画像上の距離補正の目安になるよう、方形枠を設置した上で撮影を行う。方形枠は、切り出した静止画像に映り込むよう、5～10m間隔で設置する。

(2) 画像処理

撮影した水中ビデオ画像は、サンゴの分類ができるように画像処理を行う。まず、撮影したビデオ画像から静止画像の切り出しを行い、静止画像を重ね合わせて調査対象範囲の平面図を作成する。画像の切り出しの際、重ね合わせができるように、写真の一部が重複するように切り出す。本調査では、4コマ/秒の頻度で画像を抽出している。

次に、平面図を作成する。手法は「モザイク化」と「オルソ化」の2種類がある。各手法の概要は以下に示すとおりである。

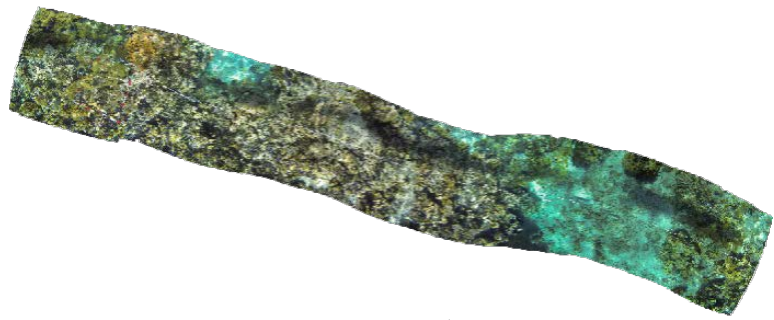
<モザイク化>

切り出した静止画像を重ね合わせるため、重なり合う画像の特徴点同士を貼り合わせ、調査対象範囲全体の平面図を作成する。

平面図は、画像処理ソフトを使用することで比較的容易に作成できるが、画像撮影による画像の歪みやノル等の複雑な地形の凹凸などは表現できていないため、実際のサンゴ生息状

況を的確に表現する平面図にはなっていない。

このため、本手法は比較的
地形変化が少ない平面的な
環境での利用が有効である。
なお、画像処理ソフトには、
一般的に Photoshop、ICE
(Image Composite Editor)
等が用いられており、本調査
では ICE を使用している。



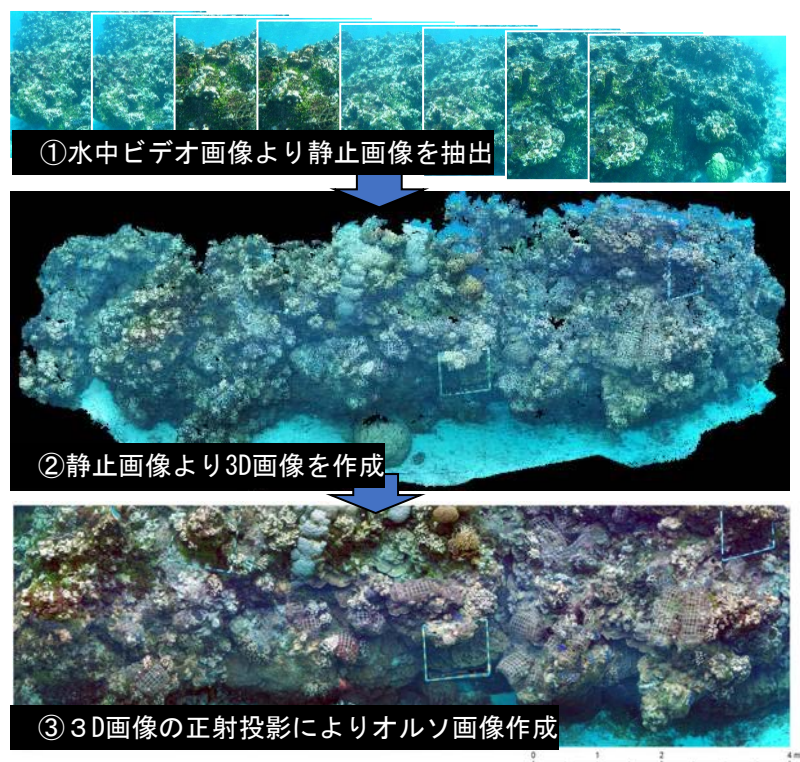
図Ⅲ. 3-3 モザイク図作成例

＜3D 処理を行うことによるオルソ化＞

切り出した静止画像における歪みや地形の凹凸の影響を補正するための手法として、静止画像から3D画像を作成した上で、オルソ画像を作成する手法がある。

3D 画 像 処 理 は、SfM(structure from motion)を用いて3D形状を作成することができる。SfMは多数の画像から特徴点を抽出し、3D形状を復元する技術である。動画からも、各フレームを画像として用いることで3D形状を作成することができる。本調査で使用した SfM ソフトウェアは Pix4Dmapper である。そのほかにも ContextCapture、PhotoScan 等のソフトが一般的に用いられている。

次に 3D 化された画像は、任意座標系における位置や高さが定まっているため、これを用いて正射投影を行い、オルソ画像（平面図）を作成する。オルソ画像は写真の傾きや地形の凸凹が補正された地形図となっているため、特に地形が複雑な形状にある箇所やノル等において使用することが有効である。画像解析を行う上での留意事項を以下に示す。



図Ⅲ. 3-4 オルソ画像作成イメージ

【画像処理時の留意事項】

- ・ 調査対象範囲の地形が比較的平坦な場合には、画像を直接モザイク化する手法を用いることができる。一方、海底地形が複雑な場合には、モザイク化する手法では画像の歪みや地形の凹凸の影響が大きくなるため、3D 画像からオルソ画像を作成する手法を用いるのが有効である。

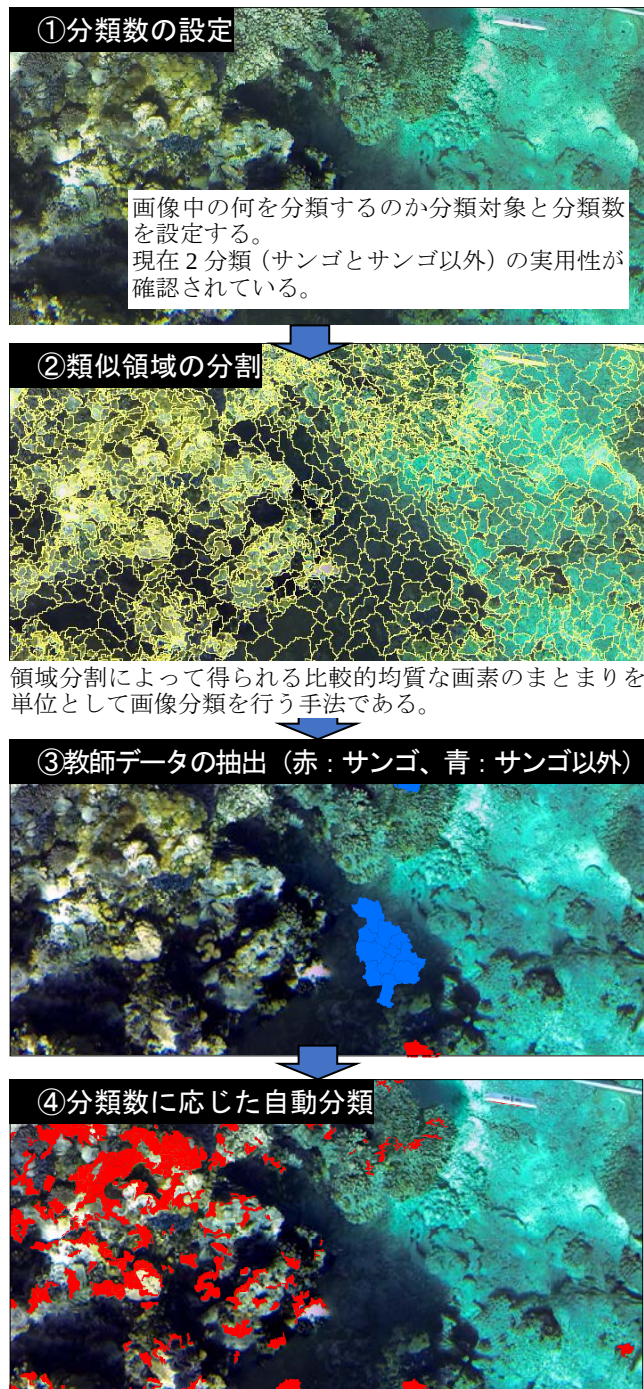
(3) サンゴ自動分類

サンゴ自動解析は、「①分類数の設定」、「②類似領域の分割」、「③教師データの抽出」、「④分類数に応じた自動分類」の流れ（図Ⅲ.3-5 参照）で実施する。本調査では、②～④の工程においてソフトウェア、eCognition を用いている。なお、その他のソフトウェアでは、ArcGIS、ERDAS IMAGINE 等が挙げられる。

「①分類数の設定」は、サンゴの全体的な被度・分布を把握したい場合、2 分類（サンゴとサンゴ以外）とする。さらに詳細に把握したい場合は、海藻、岩盤等を分類できるよう分類数を増やす必要がある。本調査では、2 分類の他、7 分類（「枝状サンゴ」、「その他サンゴ」、「死サンゴ」、「海藻」、「岩盤」、「シヤコ貝」、「その他」）の場合の自動分類精度の検証を行っており、2 分類の実用性が確認されている（詳細は後述）。

「②類似領域の分割」は、オブジェクトベース分類と呼ばれる分類手法により実施しており、領域分割によって得られる比較的均質な画素のまとまりを単位とし、画像分類を行う。

「③教師データの抽出」は、分類対象の特徴がわかる領域から教師データを抽出し、自動分類を行うために必要となる項目について分析を行う。教師データの分析項目については、色調、テクスチャー（柄）、規模、奥行き（距離）等を挙げることができる。本調査では、分析項目として 20～47 種で分析し、それを



図Ⅲ.3-5 サンゴ自動分類の手順

基に自動分類を行っている。

「④分類数に応じた自動分類」では、①から③の結果を基に分類数に応じた自動分類を行う。なお、自動分類を行う上での留意事項を以下に示す。

【自動判別実施時の留意事項】

- ・ 教師データ数は、調査海域毎の画像の特性に応じて決定することが望ましい。沖ノ鳥島海域を対象として行った本調査では、「2 分類」の場合、1 つの特徴を持つ集団につき 10～50 個の教師データを与えることで、自動分類精度 80%以上を確保できている。

2) 水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類手法の精度

これまで実施した画像分類の精度を表Ⅲ. 3-1、表Ⅲ. 3-2 に示し、その結果を以下に示した。

【結果】

- ・ 2 分類の場合、モザイク画像及びオルソ画像ともに、サンゴ自動分類精度 80%以上を確保できることが判明した（表Ⅲ. 3-1）。一方、7 分類の場合、オルソ画像でサンゴ自動分類精度が 40～60%程度となり、実用性は低い（片山ほか 2016）。
 - ・ 2 分類の分類精度は、分類パラメータの増加によって若干の精度向上が見られたが、今後更なる精度の向上が見込めない※ことから、当該技術のサンゴ自動分類の精度は概ね 80%として、適用条件や活用手法を検討する（図Ⅲ. 3-6）。
- ※ 今回用いたサンゴの自動分類技術は、ノルの垂直面は光量のバラツキ、サンゴ・死サンゴ・岩盤等の類似したものの誤分類等が要因で分類精度に限界が見られている。

[参考条件] 他地点の教師データを用いて解析をする場合、精度が低下することから、分類はオルソ画像毎に教師データを与えている。

表Ⅲ. 3-1 精度検証結果（精度向上の取組に関するもの）

No.	画像	画像規模	教師データ	教師データの分類項目	実施年度・場所	自動分類精度	
						2分類	7分類
1	モザイク画像	約30m ²	画像毎に付与	色、柄、規模等(20種)	測線L-5 H27年度 海底面 画像全体	80%	—
2-1	オルソ画像	約50m ²	画像毎に付与	色、柄、規模等にオルソで得られる奥行き条件追加(23種)	A3_1 H28年度 ノル垂直面 画像全体	85%	68%
2-2		約30m ²			A3_2 H28年度 ノル垂直面 画像全体	87%	68%
2-3		約50m ²			A10_1 H28年度 ノル垂直面 画像全体	72%	60%
2-4		約20m ²			A10_2 H28年度 ノル垂直面 画像全体	76%	57%
4-1	オルソ画像	約50m ²	画像毎に付与	色、柄条件追加(47種)	A10 H29年度 ノル垂直面 画像全体	87%	55%
4-2					A10 H29年度 ノル垂直面 海藻多部分	91%	63%
4-3					A10 H29年度 ノル垂直面 死サンゴ多部分	84%	44%
4-4					A10 H29年度 ノル垂直面 岩盤多部分	85%	63%
4-5				No.2の同様(23種)	A10 H29年度 ノル垂直面 画像全体	—	51%

※精度の色: 青色が強いほど精度が高い、赤色が強いほど精度が低い

※2分類: サンゴ、サンゴ以外 7分類: 枝状サンゴ、その他サンゴ、死サンゴ、海藻、岩盤、シャコ貝、その他

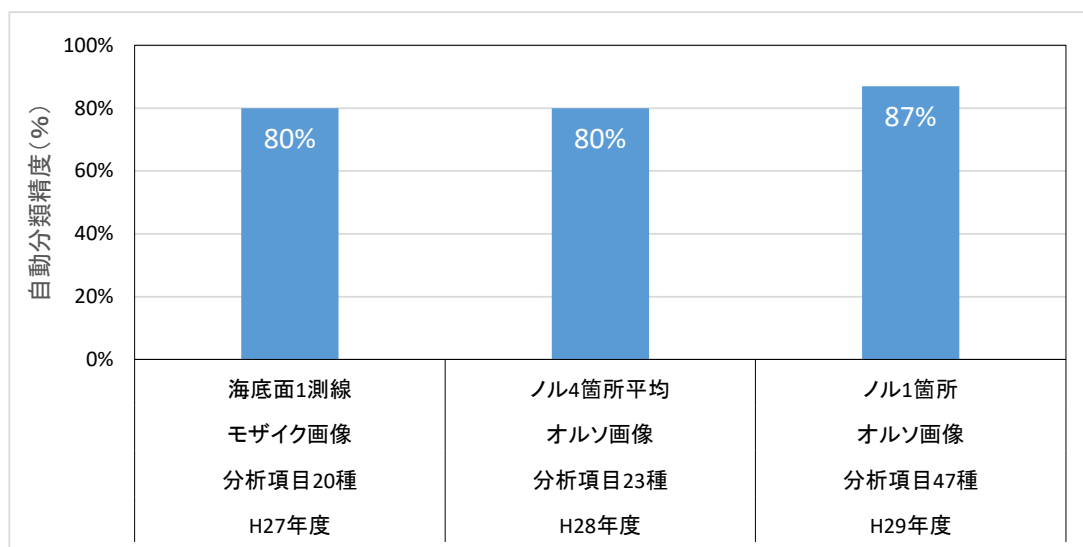
※自動分類精度＝自動分類により正しく把握された分類の面積/総面積

〔参考〕他地点の教師データを用いて、画像分類した場合の自動分類精度（2分類時）は、60～77%（表Ⅲ. 3-2 参照）となる。これはオルソ画像毎に教師データを与えた場合の自動分類精度、72～87%（表Ⅲ. 3-1 No. 2-1～2-4）に比べて大きく低下する。

表Ⅲ. 3-2 精度検証結果（他地点の教師データで画像を解析した場合）

No.	画像	画像規模	教師データ	教師データの分類項目	実施年度・場所	自動分類精度	
						2分類	7分類
3-1	オルソ画像	約50m ²	No.3-2.3-3.3-4統合データ	色、柄、規模等にオルソで得られる奥行き条件追加(23種)	A3_1 H28年度 ノル垂直面 画像全体	71%	43%
3-2		約30m ²	No.3-1.3-3.3-4統合データ		A3_2 H28年度 ノル垂直面 画像全体	77%	57%
3-3		約50m ²	No.3-1.3-2.3-4統合データ		A10_1 H28年度 ノル垂直面 画像全体	63%	45%
3-4		約20m ²	No.3-1.3-2.3-3統合データ		A10_2 H28年度 ノル垂直面 画像全体	60%	32%

※精度の色、分類の内容、自動分類精度の定義は、表Ⅲ. 3-1 の注記参照



図Ⅲ. 3-6 サンゴ2分類の自動分類精度の経年推移

※自動分類精度はⅢ. 3-1 から引用し、H27 年度は No. 1、H28 年度は No. 2-1～2-4 の平均、H29 年度は No. 4-1 の値とした。

3) 水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類手法の適用条件等

調査結果から、2分類（サンゴの有無の2分類）であれば、水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類手法により、サンゴの有無を概ね80%程度の精度で自動分類できることが判明した。

また、以下の表Ⅲ.3-3に示した条件では、ダイバーにより観察する目視調査と、水中ビデオ画像分類を比較すると、観察対象面積が100m²程度以下では水中ビデオ画像分類のコストが高く、それより面積が大きくなると水中ビデオ分類の費用が安くなる。

以下に、実海域で行われているサンゴ調査において、当該手法の特徴や精度を踏まえ、有効に活用できる適用条件等を整理した。

【水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類手法を適用できる調査内容】

- ・ サンゴの面的な概略分布状況
- ・ サンゴの増減傾向の把握（サンゴ、面積の推移など）

【対象とする調査海域、調査規模】

- ・ 遠隔離島での調査など、調査期間や調査員数に制限がある場合、短期間でサンゴ分布状況が把握可能な当該手法が有効である。一方、一般海域においても、経験を有する調査員を多数確保できない場合や、広域のサンゴ分布を把握する必要がある場合には、当該手法が有効となる。

【留意事項】

- ・ 水中ビデオ画像取得時には、サンゴ礁との距離を一定に保つことにより分類精度が向上する。サンゴ礁との距離が近いほど精度向上は期待できるが、調査や画像処理に多くの時間を要するため、調査目的に応じた精度を確保できる距離に設定する必要がある。
- ・ 撮影コースをラップさせることにより、モザイク化や3D化が可能となる。また、ノルの垂直面の撮影時には、水中光量による画像の明暗差が大きくなるよう留意する。一方、深い場所やオーバーハングした場所は水中ライトにより光量を保つ。
- ・ 画像処理する際に画像上の距離補正の目安になるよう、方形枠を設置した上で撮影を行う。
- ・ 調査対象範囲の地形が比較的平坦な場合には、画像を直接モザイク化する手法を用いることができる。一方、海底地形が複雑な場合には、モザイク化する手法では画像の歪みが大きくなるため、3D画像からオルソ画像を作成する手法が有効である。
- ・ 自動分類に用いる教師データの数、調査海域毎の画像特性に応じて決定することが望ましい。
- ・ 分類数を2分類（サンゴの有無）とした場合には、比較的高い精度を確保できるが、潜水調査で分類する程度（7分類）にした場合には、十分な精度を確保できない。

表Ⅲ.3-3 調査面積の違いによる水中ビデオ画像分類とダイバー目視分類のコスト試算

		調査面積	(m ²)	10	100	1,000	10,000
		長さ例		2m×5m	4m×25m	10m×100m	100m×100m
ダイバー 目視分類	現地調査	現地調査時間	(時間)	0.13	1.3	13.0	130.4
			(日)	0.022	0.22	2.2	21.7
		船舶	(日)	1	1	3	22
			(円)	67,595	91,001	454,986	4,029,889
	結果整理	作業時間	(日)	0.5	2.5	25	250
		費用	(円)	15,150	75,750	757,500	7,575,000
		現地及び整理合計費用	(円)	82,745	166,751	1,212,486	11,604,889
水中ビデオ画像分類	現地調査	現地調査時間	(時間)	0.014	0.14	1.4	13.8
			(日)	0.0017	0.017	0.17	1.73
		船舶	(日)	1	1	1	2
			(円)	65,203	67,033	85,332	336,908
	画像張り合わせ	作業時間	(日)	1.5	2	4	8
		PC稼働時間	(日)	2	4	10	30
		費用	(円)	49,800	69,600	144,000	312,000
	分類	作業時間	(日)	1.5	1.5	10	15
		PC稼働時間	(日)	1.5	1.5	10	15
		費用	(円)	56,250	56,250	375,000	562,500
		現地及び整理合計費用	(円)	171,253	192,883	604,332	1,211,408

- ※1: ダイバー目視分類の現地調査時間は、標準観察延長が230m(作業時間:6時間) 漁港漁場関係工事積算基準下巻第2部第2編 藻場調査 参照、1測線当り2m観察することから1時間当たり76.67㎡観察できると想定している。
- ※2: 現地調査の費用は、作業員3名(ダイバー2名、船上作業員1名)を想定し、ダイバー46,400円/日 国土交通省単価(潜水深度10m未満)、船上作業員26,800円/日 公共労務単価(東京都)、船舶65,000/日を用いる。船舶は調査船(借上)(FRP D 70PS型 3.0t 51kW)、重油A単価は52.5円/ℓ 積算資料2017年8月号(東京都)、船員は、公共労務単価(東京都)を想定(千円以下切捨)して用いる。
- ※3: 結果整理の費用は、技術者単価の技師Cを想定し、30,000円/日 平成29年度設計業務技術者単価、標準PCの損料300円/日を用いる。
- ※4: 水中ビデオ画像分類の現地調査時間は、カメラの撮影範囲を4mとし、0.4m/sで泳ぎながら、撮影対象との距離を一定に保ち、50%サイドラップで撮影することを想定している。
- ※5: 画像張り合わせの費用は、技術者単価の技師Cを想定し、30,000円/日 平成29年度設計業務技術者単価を用いる。またPC稼働時間にソフトの費用2,100円/日を用いる。
- ※6: 画像の張り合わせの費用は、現状のPCの演算能力から100m²までは3D処理、それ以上はモザイク処理による作業時間数を想定している。
- ※7: 分類の費用は、技術者単価の技師Cを想定し、30,000円/日 平成29年度設計業務技術者単価を用いる。またPC稼働時間にソフトの費用7,200円/日を用いる。
- ※8: ※5の画像張り合わせや※6の分類に用いるソフトに関する費用は、日単価で計算しているが、購入時には数十万～数百万の初期費用が発生する。
- ※9: 上記費用は、現地までの移動費や宿泊費等は含まれていない。
- ※10: 上記費用は、直接費であり、諸経費等は含まれていない。

4. 幼生収集装置

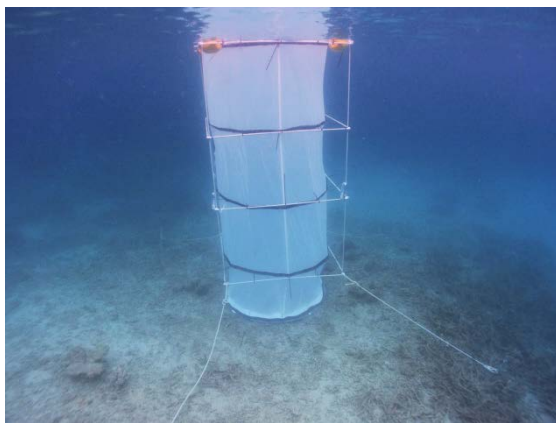
1) 概要

幼生収集装置は、1 m²あたり 100 万個以上のサンゴ卵を収集し、生残率 90%以上で着生能力を有する幼生を保持することが可能である。この装置により、着床具に効率よく着生させる一連の種苗生産を、現場海域で完結できる（「3. 幼生収集装置を用いたサンゴ面的増殖技術」参照）。

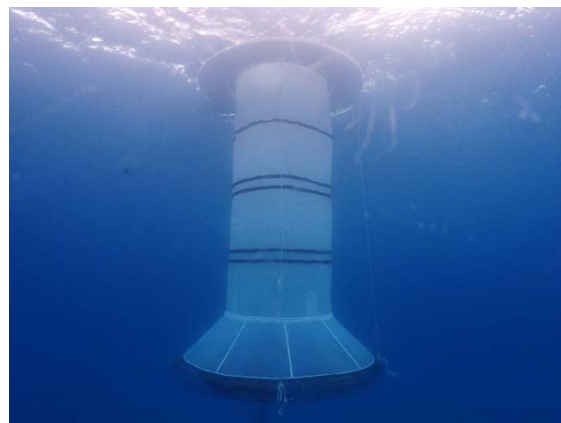
装置本体は、構造は円筒形状で、材質はナイロンネット製である。海底基盤上の親サンゴを対象として設置する場合には海底固定型を用いるが、海底に基盤が無い場合や水深が深い場合は、親サンゴを装置内底部に設置する浮体型も用いることができる。表Ⅲ. 4-1 にそれぞれの特徴を示す。

表Ⅲ. 4-1 海底固定型と浮体型の幼生収集装置の特徴

	海底固定型	浮体型
メリット	・ 海底に固定できるため、波や流れに対して安定性が高い ・ 海底基盤上の親サンゴを対象にして装置を設置できる	・ 海底固定型の改良版 ・ 水深に関係なく装置を設置できる ・ 設置に際して潮位変動を考慮する必要がなく水没の恐れが少ない
デメリット	・ 深い場所に設置する場合には筒状の部分長くする必要がある ・ 設置に際しては水没しないように潮汐を考慮する必要がある	・ 波や流れに対して安定性が低い ・ 親サンゴを直接装置内に直接収容する構造とする必要がある



海底固定型



浮体型

図Ⅲ. 4-1 幼生収集装置の設置状況

2) 材料および費用

表Ⅲ. 4-2 に幼生収集装置（海底固定型）の材料を、表Ⅲ. 4-3 に費用を示す。

表Ⅲ. 4-2 幼生収集装置（海底固定型）の材料

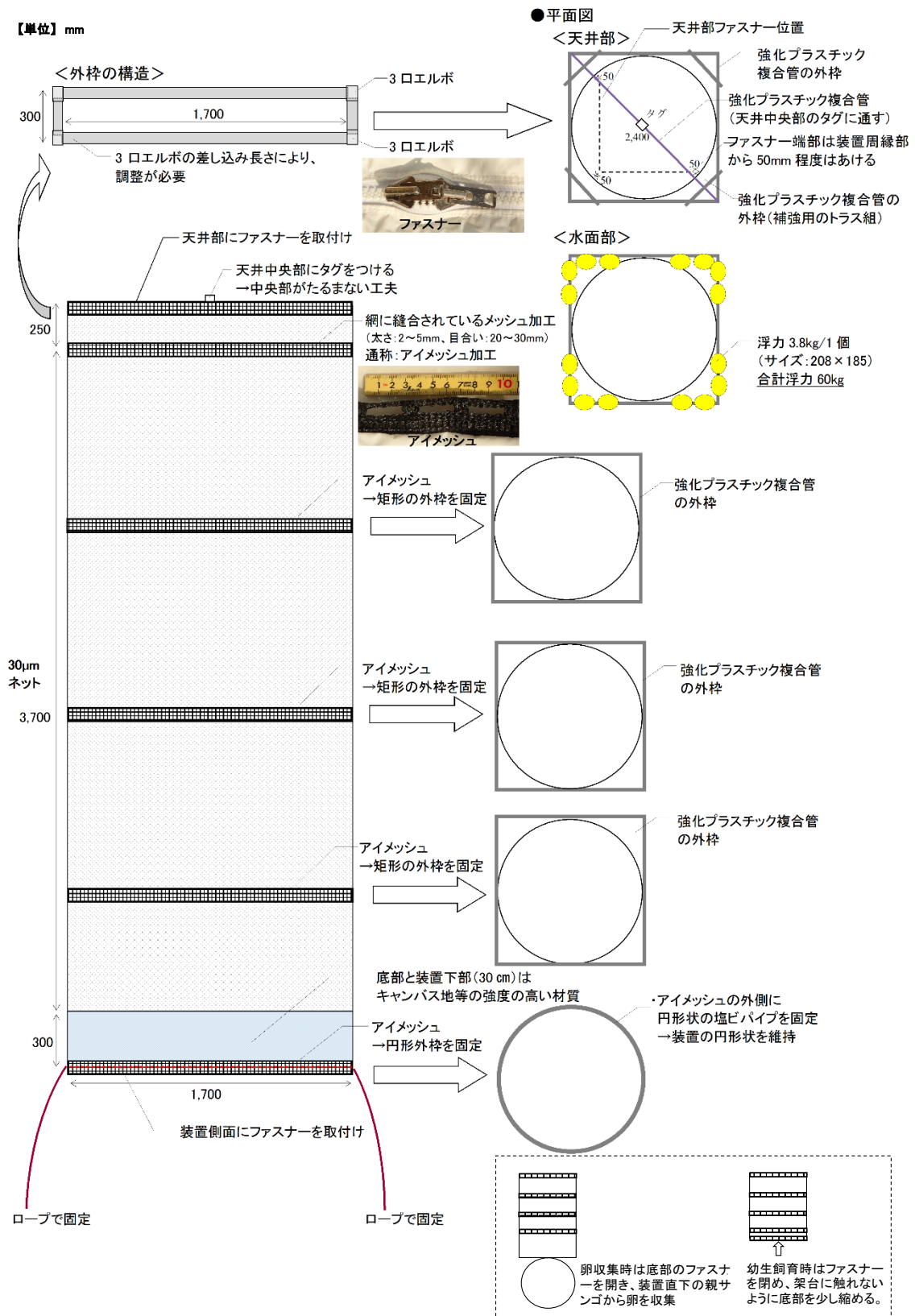
材 料	詳 細
<装置>	
本体	・胴体部：ナイロンメッシュ（目合い 30μm）ϕ 1.7m$\times$3.8m ・胴体部の6箇所：アイメッシュ（目合い 20$\sim$30mm） ・底面部+底面部付近：キャンパス ・天井部+底面部：ファスナー
<外枠フレーム>	
強化プラスチック複合管 (F-14)	・外枠用：(外径・内径 = ϕ 14mm・ϕ 4mm$\times$1,680mm)$\times$4本$\times$6セット ・天井部嵩上げ用：(外径・内径 = ϕ 14mm・ϕ 4mm$\times$260mm)$\times$4本
塩化ビニルパイプ (VP13)	・底部枠用：(外径・内径 = ϕ 18mm・ϕ 13mm$\times$1,300mm)$\times$4本 ・接続用ソケット$\times$4個 ※4本を円形に接続
強化プラスチック複合管3口エルボ	・外枠連結用：(内径 ϕ 14mm)$\times$8個
強化プラスチック複合管2口エルボ	・外枠連結用：(内径 ϕ 14mm)$\times$16個
浮力体（浮子）	・外枠(水面部)取付用：(EVAフロートSHE-40：浮力4kg)$\times$16個 ・着床具吊り下げ用：(EVAフロートSHE-40：浮力4kg)$\times$必要数
<固定用部材>	
ネジ	・外枠とエルボ固定用：(3.5mm$\times$12mm)$\times$56本
ケーブルタイ	・外枠と装置固定用：(幅4.8mm$\times$300mm)=約100本 ・縦棒ガイド用：(幅4.8mm$\times$300mm)：5個$\times$4箇所=20本
ロープ (ビニロン等)	・装置折りたたみ用：(ϕ 5mm) 3m$\times$4本=12m ・装置固定用：(ϕ 10mm) 5m$\times$4本=20m ・着床具吊り下げ用：(ϕ 8mm) 2$\sim$4m（必要本数分）
鉄筋	・下端固定用：(4分 / ϕ 12mm$\times$1m)：8本（2本交差して打ち込み）
小型標識灯	・シーライトCH-2000B LED夜間自動点滅防水型：1個

表Ⅲ. 4-3 幼生収集装置（海底固定型）の費用

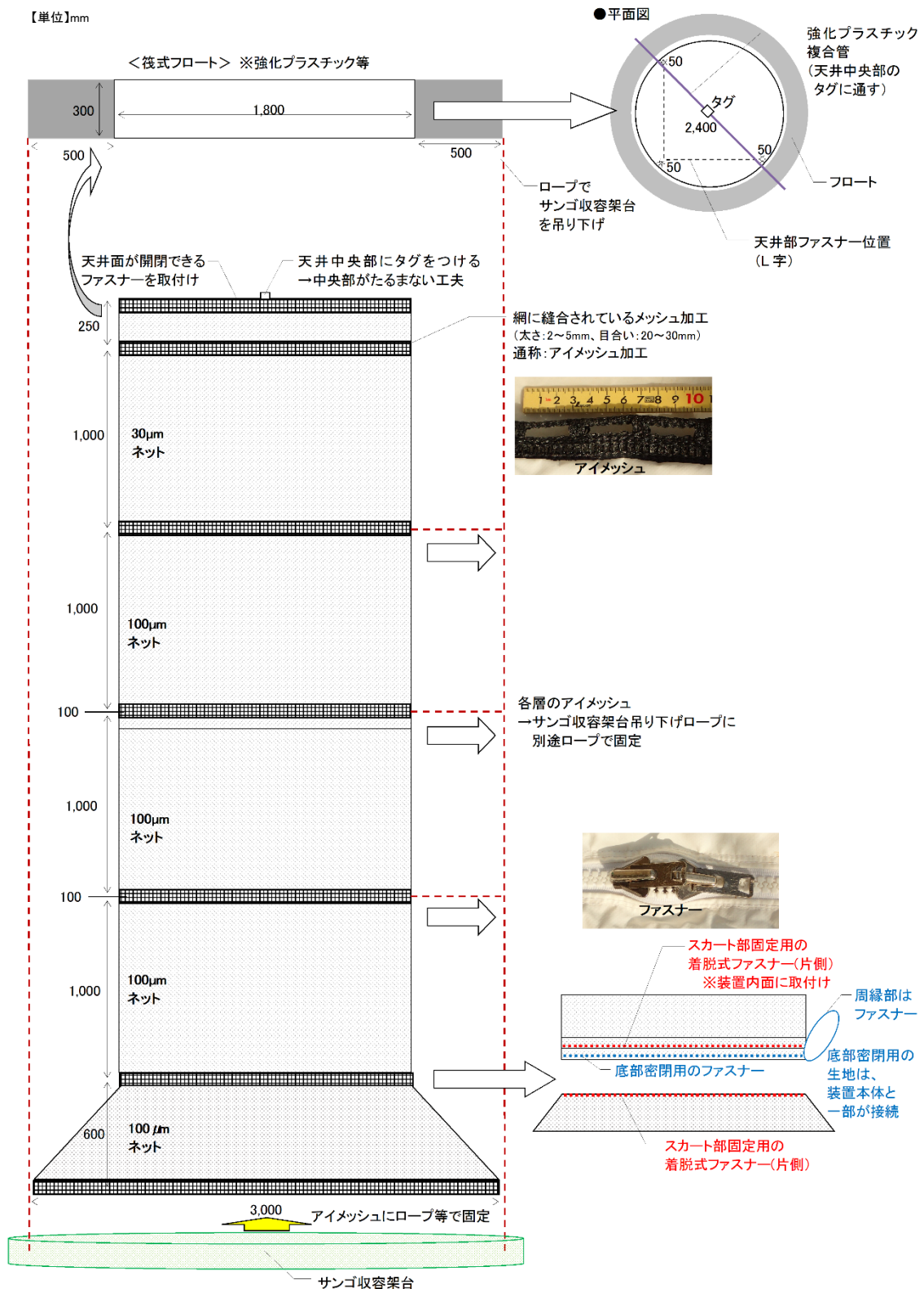
材 料	金 額 (円)
<装置>	
本体（ネット部）	350,000
<外枠フレーム>	
強化プラスチック複合管 (1,680mmカット)	24,000 (1,000 $\times$ 24本)
浮力体（浮子：浮力4kg）	64,000 $\sim$ 144,000（固定用：4,000 $\times$ 16本 + 吊り下げ用：4,000 $\times$ 10 $\sim$ 20本）
その他（接続部品・塩ビパイプ）	4,000
<固定用部材>	
ロープ	10,000 $\sim$ 20,000（ ϕ 5mm $\times$ 12m、10mm $\times$ 20m 、 ϕ 8mm $\times$ 40 $\sim$ 80m）
小型標識灯	3,000
その他（ケーブルタイ・鉄筋）	5,000
合計	460,000 $\sim$ 550,000

3) 図面

図Ⅲ. 4-2 に海底固定型および浮体型の幼生収集装置の図面を示す。



図Ⅲ. 4-2 幼生収集装置（海底固定型）の図面



図Ⅲ.4-3 幼生収集装置（浮体型）の図面

5. 現地調査に関する諸手続

サンゴ礁での現地調査を実施する際には、以下に示す関係機関への手続が必要となる。

1) 航路及びその周辺の海域における調査等の場合

海上交通安全法（第三十条）に準拠した手続（作業許可申請）を行う。

様式は海上保安庁のホームページでダウンロードできる（下図）。

第9号様式

（工事・作業又は行事）許可申請書	
年 月 日	
港長 殿	
（特定港以外の港にあつては、管轄の海上保安監部長又は海上保安部長あて）	
申請者所属・氏名	印
1 目的及び種類	
2 期間及び時間	
3 区域又は場所	
（区域を示す図面を添付すること。）	
4 方 法	
（火薬類を使用する場合は、その旨明記すること。）	
5 そ の 他	
（標識、警戒要領その他船舶に対する事故防止措置等について記載すること。 その他必要な書類について添付すること。）	

図Ⅲ.5-1 許可申請書様式

海上保安庁 HP より : <http://www.kaiho.mlit.go.jp/ope/apply/you9.pdf>

2) 航路及びその周辺の海域以外の海域における調査等の場合

海上交通安全法（第三十一条）に準拠した手続き（作業届け）を行う。

書類は作業許可申請に準じた様式で作成する。

3) 漁業権区域内における調査等の場合

底質や水産動植物のサンプリング採取がある場合は、特別採捕許可の取得の必要性を確認するとともに、漁業権の侵害および漁業調整規則の抵触に該当しないか等の確認を行い、必要に応じて定められた手続きをとる（ 5) 特別採捕許可を参照）。

4) 調査に関係する法令（抜粋）

海上交通安全法

（昭和四十七年七月三日法律第百十五号）

（航路及びその周辺の海域における工事等）

第三十条 次の各号のいずれかに該当する者は、当該各号に掲げる行為について海上保安庁長官の許可を受けなければならない。ただし、通常の管理行為、軽易な行為その他の行為で国土交通省令で定めるものについては、この限りでない。

- 一 航路又はその周辺の政令で定める海域において工事又は作業をしようとする者
- 二 前号に掲げる海域（港湾区域と重複している海域を除く。）において工作物の設置（現に存する工作物の規模、形状又は位置の変更を含む。以下同じ。）をしようとする者

（航路及びその周辺の海域以外の海域における工事等）

第三十一条 次の各号のいずれかに該当する者は、あらかじめ、当該各号に掲げる行為をする旨を海上保安庁長官に届け出なければならない。ただし、通常の管理行為、軽易な行為その他の行為で国土交通省令で定めるものについては、この限りでない。

- 一 前条第一項第一号に掲げる海域以外の海域において工事又は作業をしようとする者
- 二 前号に掲げる海域（港湾区域と重複している海域を除く。）において工作物の設置をしようとする者

2 海上保安庁長官は、前項の届出に係る行為が次の各号のいずれかに該当するときは、当該届出のあつた日から起算して三十日以内に限り、当該届出をした者に対し、船舶交通の危険を防止するため必要な限度において、当該行為を禁止し、若しくは制限し、又は必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

- 一 当該届出に係る行為が船舶交通に危険を及ぼすおそれがあると認められること。
- 二 当該届出に係る行為が係留施設を設置する行為である場合においては、当該係留施設に係る船舶交通が他の船舶交通に危険を及ぼすおそれがあると認められること。

電子政府の総合窓口（e-Gov）より：

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S47/S47H0115.html>

5) 特別採捕許可

(1) 概要

各都道府県では、水産資源の保護培養等を目的として、「漁業調整規則*」により、採捕の期間、水産動物の全長、漁具及び漁法、採捕の区域等について、制限や禁止とされている事項を設けている。一般に漁業調整規則では、「試験研究、教育実習又は増養殖用の種苗（種卵を含む。）の供給（自給を含む。）のための水産動植物の採捕について知事の許可を受けた者が行う当該試験研究等については、適用しない。」等により適用除外規定が設けられている。制限や禁止の適用除外をうけるためには、あらかじめ知事から許可を受けることが必要であり、この許可を『特別採捕許可』という。

サンゴ断片採取による移植（無性生殖）や魚類等の水産資源の捕獲調査等を実施する場合、特別採捕許可の申請手続き等が必要となる場合がある。

(2) 申請手続き

特別採捕許可に当たっては、漁業調整規則に基づき特別採捕許可申請書を提出し、県知事から許可を得るとともに採捕結果を報告しなければならない。また、採捕の目的が試験研究等であることはもとより、申請者が関係法令等を遵守すること、採捕しようとする水産動物の数量、採捕期間、採捕の区域、使用漁具の規模・数量が採捕の目的から考えて適切であること、申請に係る採捕が採捕を実施する水域やその周辺での水産動物の生息に著しく悪影響を与える恐れのないこと、及び、地元漁業関係者等への周知及び了承を得ること等が課されることとなる。

(3) 特別採捕に係る規則・法令（抜粋）

漁業調整規則とは、漁業法及び水産資源保護法に基づき、漁業調整や水産資源の保護培養等のために都道府県ごとに定められた規則であり、当該都道府県の管轄する海面等で水産動植物を採捕する漁業者や遊漁者などに適用される。漁具・漁法、採捕禁止区域、魚種ごとの採捕禁止期間、体長制限等の様々な規制が定められている。

漁業調整規則の内容は都道府県によって異なる。例えば、沖縄県漁業調整規則では、第33条第2項で「造礁さんご類（腔腸動物のうち石さんご目、ひどろさんご目、やぎ目、くださんご目をいう。）は、これを採捕してはならない。」として、造礁サンゴの採捕は周年禁止とされている。また、同規則の第41条においては「試験研究等の適用除外」設けており、特別採捕許可を得るためには申請して知事の許可を得ることが必要とされている。造礁サンゴ類に関する漁業調整規則の記載例を以下に示す。

■ 沖縄県漁業調整規則

(禁止期間)

第 33 条 (略)

- 2 かめ類が放産した卵及び造礁さんご類（刺胞動物のうち、いしさんご目、あなさんごもどき目、やぎ目、くださんご科、あおさんご目をいう。）はこれを採捕してはならない。
- 3 前 2 項の規定に違反して採捕した水産動植物又はその製品は所持し、又は販売してはならない。

(試験研究等の適用除外)

第 41 条 この規則のうち水産動植物の種類若しくは大きさ又は水産動植物の採捕の期間若しくは区域又は使用する漁具若しくは漁法についての制限又は禁止に関する規定は、試験研究、教育実習又は増養殖用の種苗（種卵を含む。）の供給（自給を含む。）（以下本条において「試験研究等」という。）のための水産動植物の採捕について知事の許可を受けた者が行う当該試験研究等については、適用しない。

- 2 前項の許可を受けようとする者は、第 10 号様式による申請書を知事に提出しなければならない。
- 3 知事は、前項の許可をしたときは、第 11 号様式による許可証を交付する。
- 4 知事は、第 1 項の許可をするに当たり、制限又は条件を付けることがある。
- 5 第 1 項の許可を受けた者は、当該許可に係る試験研究等の終了後遅滞なく、その経過を知事に報告しなければならない。

沖縄県法規集より：http://www3.e-reikinet.jp/okinawa-ken/dlw_reiki/reiki.html

■ 東京都漁業調整規則

(禁止区域)

第三十八条の二 小笠原村地先海面内の次に掲げる海域内においては、造礁さんご類(腔腸動物のうち石さんご目、ひどろさんご目及びくださんごをいう。以下同じ。)、いせえび(第五号の海域において採捕する場合を除く。)、しやこがい、すいじがい、くもがい、たからがい、ほらがい、なまこ及びうにを採捕してはならない。

(略)

(遊漁者等の水産動物の採捕の禁止)

第四十四条の二 漁業者が第七条第一号イ若しくはロに規定する漁業の許可を受けて漁業を営む場合又は試験研究のために採捕する場合を除き、次に掲げる水産動物を採捕してはならない。

- 一 あおうみがめ
- 二 造礁さんご類(小笠原村地先海面におけるものに限る。)

東京都例規集データベースより：http://www.reiki.metro.tokyo.jp/reiki_menu.htm

東京都漁業調整規則

(禁止区域)

第三十八条の二 小笠原村地先海面内の次に掲げる海域内においては、造礁さんご類(腔腸動物のうち石さんご目、ひどろさんご目及びくださんごをいう。以下同じ。)、いせえび(第五号の海域において採捕する場合を除く。)、しやこがい、すいじがい、くもがい、たからがい、ほらがい、なまこ及びうにを採捕してはならない。

(略)

(遊漁者等の水産動物の採捕の禁止)

第四十四条の二 漁業者が第七条第一号イ若しくはロに規定する漁業の許可を受けて漁業を営む場合又は試験研究のために採捕する場合を除き、次に掲げる水産動物を採捕してはならない。

- 一 あおうみがめ
- 二 造礁さんご類(小笠原村地先海面におけるものに限る。)

東京都例規集データベースより : http://www.reiki.metro.tokyo.jp/reiki_menu.html

引用文献

- 池間健晴・松永恒雄・山野博哉（2003） リモートセンシングによる慶良間列島サンゴ礁観測. みどりいし, 14, 11-15
- 片山悦治郎・本田謙一・米澤泰雄・安藤亘・朝倉邦友・不動雅之（2016） 水中ビデオ画像を用いたサンゴ被度解析. 日本サンゴ礁学会第 19 回大会講演集, 20
- 片山美可・森田太一・鈴木久美子・米澤泰雄・片山悦治郎・山野博哉・安藤 亘・西崎孝之・渡辺則人（2014） サンゴの分布拡大のための時系列な高分解能衛星画像を用いた沖ノ鳥島のサンゴの把握. 日本リモートセンシング学会第56回学術講演会論文集, 93-94
- 片山美可・森田太一・鈴木久美子・米澤泰雄・片山悦治郎・山野博哉・安藤 亘・西崎孝之・渡辺則人（2014） 高分解能衛星画像を用いた沖ノ鳥島サンゴ被度変化の特性. 日本リモートセンシング学会第57回学術講演会論文集, 107-108
- Landis JR , Koch GG （1977） The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33, 159-174
- ルイ ソチエー・作野裕司（2008） 衛星 Terra/ASTER データを使った吉名干潟における藻場モニタリング. 水工学論文集, 52, 1381-1386
- Lyzenga DR（1978） Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Applied Optics, 17, 379-383

