

# 沖縄の港湾におけるサンゴ礁調査の手引き



沖縄総合事務局 開発建設部

財団法人 港湾空間高度化環境研究センター  
港湾・海域環境研究所

平成 19 年 3 月

## - はじめに -

観光立県としての沖縄県の海域には、美しいサンゴ礁が広がり、観光資源として重要な役割を果たしている。内閣府沖縄総合事務局開発建設部では、沖縄県の日本復帰以来、県内重要港湾の港湾整備を図ってきており、港内外の自然環境を保全しつつ整備を進めてきたところである。その結果、築造した防波堤や岸壁および護岸にサンゴ幼生が自然着床し、従来、サンゴ群集が成育しなかった場所に出現する状況にある。これは、港湾構造物が社会経済を支える物流機能の役割ばかりでなく、サンゴ群集の成育場を新たに創出する機能を有していることを示すものである。

近年、社会資本整備にあたっては特に環境への配慮が求められている。今後の港湾整備においては、これまで以上に周辺生態系へ配慮した整備手法が求められるものと思料される。

このような状況に鑑み、港湾計画課では平成15年度に沖縄総合事務局や大学、研究機関等のこれまでのサンゴ礁に関する調査研究等を取りまとめ、今後の港湾整備における環境保全方針の提案を目的として、「サンゴ礁と共生する港湾整備方策検討会」を実施したところである。その結果、いくつかの検討課題が整理され、中でも緊急的課題の一つとしてモニタリング調査に関する統一的な指針の必要性があげられたことから、「沖縄の港湾におけるサンゴ礁調査の手引き」を作成することとした。

本手引きは、沖縄総合事務局管内の那覇港、平良港、石垣港においてこれまでに実施してきたサンゴ群集等に関する調査手法を整理し、サンゴ礁と共生する港湾整備を推進するにあたって必要となる調査実施の指針となることを目的としている。

サンゴ礁と共生する港湾整備方策検討会の検討会委員のご指導を賜り、「沖縄の港湾におけるサンゴ礁調査の手引き」が完成しました。

ここに検討会委員一覧を掲載し、本手引きの作成にあたってのこれまでのご指導に、心から感謝申し上げます。

【検討会委員】敬称略・順不同

座長 土屋 誠 琉球大学理学部海洋自然科学科 教授

座長代理 日高 道雄 琉球大学理学部海洋自然科学科 教授

委員 大森 信 (財)熱帯海洋生態研究振興財団 阿嘉島臨海研究所 所長

委員 茅根 創 東京大学大学院理学系研究科 助教授

委員 野島 哲 九州大学大学院理学府附属天草臨海実験所 助教授

委員 古川 恵太 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部  
海洋環境研究室長

## 【目 次】

1. 港湾におけるサンゴ礁調査の考え方	1
1-1. 定義事項	1
1-2. 基本的考え方	3
1-3. 手引きの適用範囲	4
2. 調査の目的	6
2-1. サンゴ礁群集の健康診断調査	6
2-2. サンゴ群集の保全・再生技術開発調査	7
3. 調査内容および方法	9
3-1. 基本的事項	9
3-2. サンゴ礁群集の健康診断調査	11
3-2-1. 調査内容	11
3-2-2. 調査方法および結果の整理、活用方法	12
(1) 調査計画策定・準備	13
1) 天然礁広域調査範囲の設定	13
2) 人工構造物広域調査範囲の設定（施工年度の把握）	14
3) 水質調査等地点の設定	15
(2) 現地調査	15
1) 空中写真撮影等	15
2) サンゴ礁群集調査：天然礁	15
広域調査	15
断面調査	29
定点調査	36
3) サンゴ礁群集調査：人工構造物	42
広域調査	42
断面調査	45
定点調査	50
4) 水質調査等	54
5) ビデオ撮影	64

3-2-3．調査時期および頻度	64
3-2-4．日常的な健康診断調査	64
3-2-5．総括	64
3-3．サンゴ群集の保全・再生技術開発調査	67
3-3-1．調査内容	69
3-3-2．調査方法および結果の整理、活用方法	69
(1)目標・評価軸の設定	72
(2)計画準備	72
(3)現地調査	72
1)サンゴ群集の移植・移築	72
事前調査	73
事後調査	81
水質調査	86
2)異形ブロックの凹凸加工	89
3)通水型防波堤	95
流速条件調査	96
付着生物等調査	101
(4)ビデオ撮影	104
3-3-3．調査時期および頻度	104
3-3-4．日常的な管理	105
3-3-5．総括	105

#### < 参考資料 >

1．アセスメント調査の基本的事項	108
2．事後調査の基本的事項	117
3．調査手法の解説	125

< 用語集 >	132
---------	-----

< 引用文献 >	142
----------	-----

# 1. 港湾におけるサンゴ礁調査の考え方

## 1-1. 定義事項

本手引きでは、「サンゴ」を対象（規模）の違いによりサンゴ礁、サンゴ礁群集、サンゴ群集、サンゴ群体として使い分ける。

### 【解説】

図 1-1 にサンゴ礁の立体模式図を示す（詳細については、日本の造礁サンゴ類（西平・Veron、1995）<sup>1)</sup>、海の自然再生ハンドブック第 4 巻サンゴ礁編（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>2)</sup>を参照。

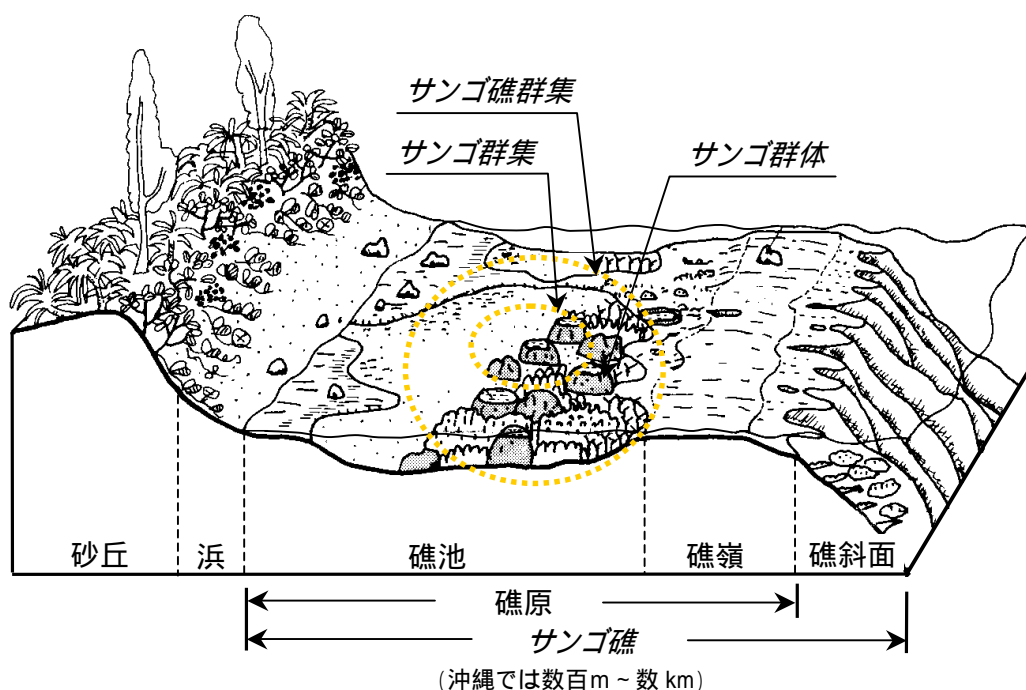


図 1-1 サンゴ礁の立体模式図（小橋川・目崎、1989）<sup>3)</sup>をもとに作成

### (1) サンゴ礁

サンゴ礁とは、図 1-1 に示すようにサンゴ群集を主体とする貝類、有孔虫類、石灰藻類等の造礁生物によって形成される「地形」を指す。日本でみられるほとんどのサンゴ礁は島を取り囲むように海岸に接して発達し、しばしば礁原に浅い礁池を持つ裾礁と呼ばれる地形となっている。サンゴ礁は、「サンゴ礁生態系」の意味を指すことも多く、サンゴ群集が成育する場所、礁池内の海藻草類が生育する場所、さらにはサンゴ群集があまり成育できないような砂地や泥地も含まれる。

以下に、日本のサンゴ礁の代表的な地形を示す用語について解説する。

#### [礁原]

サンゴ礁の上面の平坦な部分を指し、干潮時に干上がる内側礁原と礁縁部付近の外側礁原がある。

#### [礁池]

裾礁の礁原に発達する水域を指し、水深は浅く、干潮時には外洋から離れることが多い。静穏で、樹枝状、葉状など繊細な群体形のサンゴ群集等がみられ、海草藻場などが発達する。沖縄の方言で

「イノー」と呼ぶ。

[礁嶺]

内側礁原の高く盛り上がった場所で、長時間干出するために生物があまり豊富でない場合が多い。

[礁斜面]

サンゴ礁の礁縁部から急傾斜で落ち込む斜面の部分を指す。

[離礁]

陸地から離れた内湾的環境の浅海域に発達する大小さまざまな形態の小さな斑状のサンゴ礁。

(2)サンゴ礁群集

サンゴ礁群集とは、サンゴ群集に限らずサンゴ礁に生息し、サンゴ礁の環境と生物間でさまざまな関係を成立させている生物の集まりのことを指す。

(3)サンゴ群集

サンゴ群集とは、サンゴ群体が一つの場所に多数生息して形成する集まりのことを指す。サンゴ群集は、サンゴ礁のさまざまな環境によって群集を形成する主要な種類の群体形に特徴が現れていることが多く、異なる景観が作り出される。本手引きで単に「サンゴ」と示した場合には、サンゴ群集を指す。

サンゴ群集のうち、かたまりとして石灰質の骨格、すなわちサンゴ体を作るものをハードコーラル、角質の骨格の形成あるいは石灰質の微小な骨片を体中に充満させる種類をソフトコーラルと呼ぶ。ハードコーラルには、体内に褐虫藻を共生させ成長が早く、サンゴ礁の形成に大きな役割を果たす「造礁サンゴ」と、サンゴ礁の形成にあまり関与しない「非造礁サンゴ」がある。港湾のサンゴ調査では、ハードコーラルのうち基本的に造礁サンゴを対象とする。

表 1-1 に造礁性からみたサンゴ群集の分類を示す。

表 1-1 造礁性からみたサンゴ群集の分類 (国土交通省港湾局監修、2003)<sup>2)</sup>

サンゴ群集		
ハードコーラル	造礁サンゴ	アナサンゴモドキ目
		クダサンゴ(ウミツタ目)
		アオサンゴ(アオサンゴ目)
		イシサンゴ目の大部分
ソフトコーラル	非造礁サンゴ	サンゴモドキ目
		イシサンゴ目の一部
		アカサンゴ
		シロサンゴ
		モモイロサンゴ
ソフトコーラル	非造礁サンゴ	ヤギ目の大部分
		ツノサンゴ目
		ウミトサカ目

(4)サンゴ群体

共通の個体から出芽によって形成されたポリプの集まりで、出芽後も離れることなく複数のポリプが共肉部で連絡してできている状態のサンゴを指す。

## 1-2 . 基本的考え方

港湾におけるサンゴ礁調査では、得られたデータの有効活用等のため統一的な考え方の基に計画を立てて調査を行うことが重要である。サンゴ礁と共生する港湾整備を推進するためには、港湾事業の段階に応じた適切な調査を選択する必要がある。

### 【解説】

港湾行政においては、[ 環境と共生する港湾 - エコポート - (エコポート政策) ]( 運輸省港湾局編、1994 )<sup>4)</sup>、[ 港湾法の一部改正 ]( 2000 ) 等をはじめ持続可能な発展を推進するための方向性が示されており、沖縄総合事務局開発建設部においても環境と共生する港湾整備を推進してきた。[ 港湾行政のグリーン化 ]( 国土交通省港湾局編、2005 )<sup>5)</sup> では、港湾環境の開発・利用と環境の保全・再生・創出を車の両輪としてとらえ、失われた自然環境を少しでも取り戻すことや港湾のあらゆる機能に環境配慮を取り込んで環境の保全・再生・創出を積極的に図っていくことを示しており、今後とも地域の環境特性を十分に考慮した効率的な施策を展開していく必要がある。

効率的な施策を展開していくためには各港湾での周辺環境条件を的確に把握し、得られた調査結果を相対的に比較することでサンゴ礁群集の分布状況と環境条件の関係を客観的に評価することが重要である。また、サンゴ群集の保全・再生技術の適用にあたっては、異なる海域での技術の適用性を判断するための知見が必要となる。そのためには統一的な調査内容に基づいたデータを蓄積していく必要があるが、これまでは港湾でのサンゴ礁調査に特化した調査内容、調査方法、結果の整理、活用方法を体系的かつ具体的に示した指針が無かった。本手引きではこのことに鑑み、港湾整備の各段階における適切な調査を選択するとともに、統一的な調査計画( 調査内容、調査方法、結果の整理、活用方法 ) が立案できるような指針を示している。

今後は、本手引きの内容を参考にして、周辺環境の地形条件、気象・海象条件、事業スケジュール、経済性等を十分に考慮した調査計画を立案、実施することが望ましい。



### 1-3. 手引きの適用範囲

本手引きでは、サンゴ礁群集の健康診断調査、サンゴ群集の保全・再生技術開発調査について、それぞれ調査内容、調査方法および結果の整理、活用方法を示している。

#### 【解説】

港湾でのサンゴ礁調査は、図 1-2 に示すように港湾整備事業の段階に応じて「サンゴ礁群集の健康診断調査」、「アセスメント調査」、「事後調査」、「サンゴ群集の保全・再生技術開発調査」の 4 種類に大別できる。これらの調査はサンゴ礁と共生する港湾整備を行っていくために不可欠であり、それぞれの段階に応じた調査を選択する必要がある。

「アセスメント調査」、「事後調査」については、港湾分野の環境影響評価ガイドブック（（財）港湾空間高度化センター、1999）<sup>6)</sup> に詳しく取りまとめられていることから、本手引きではサンゴ礁群集の健康診断調査、サンゴ群集の保全・再生技術開発調査について、それぞれ調査内容、調査方法および結果の整理、活用方法を示している。なお、アセスメント調査、事後調査における基本的事項については参考資料に示す（pp.108-124 参照）。

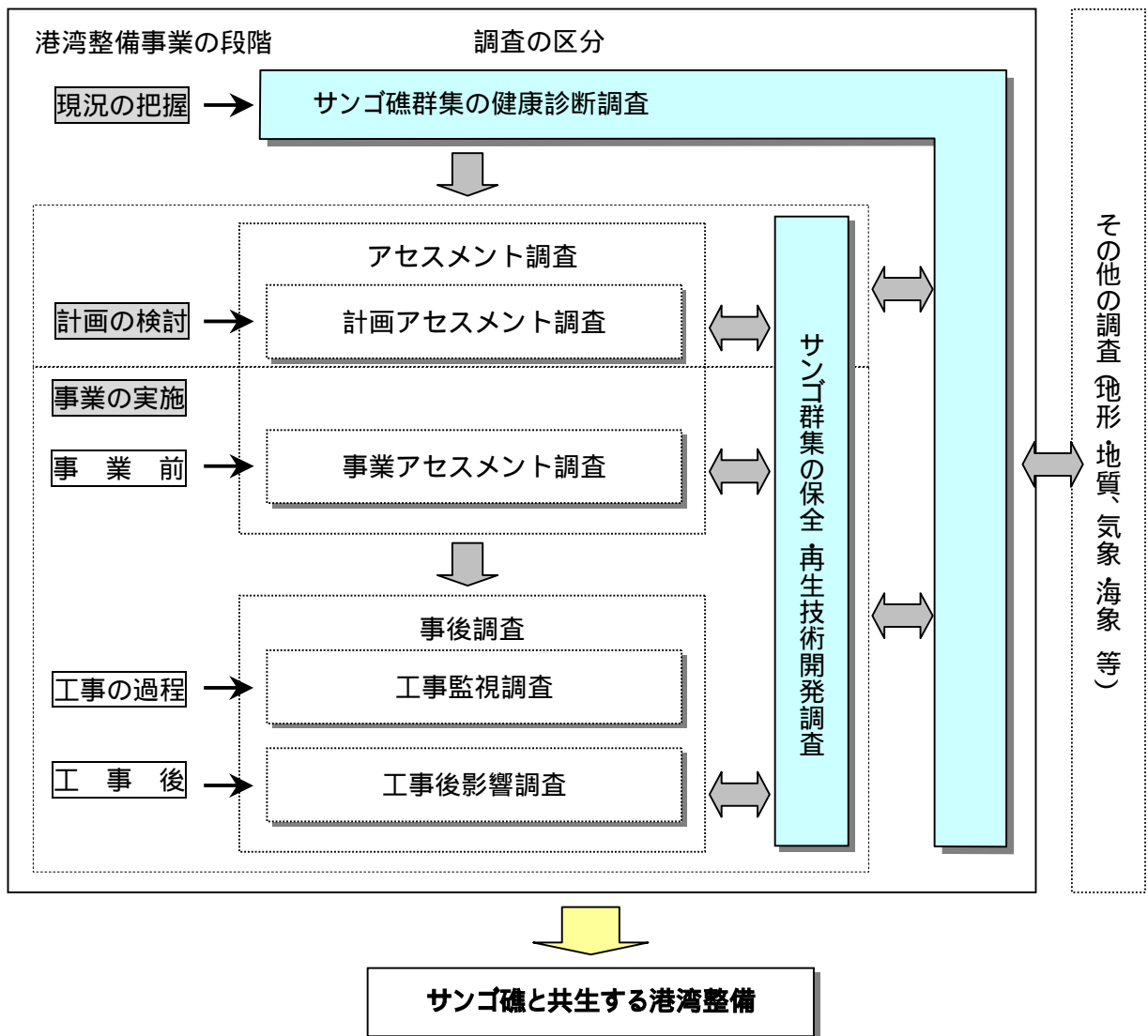


図 1-2 各調査の位置づけ

沖縄の港湾ではサンゴ礁群集に対する配慮として基本的に保全・再生を行っていく。本手引きにおける保全・再生は、海の自然再生ハンドブック第1巻総論編（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>7)</sup>の自然再生に関わる言葉の定義で示されている「保全」、「再生」と同様の意味を含むものとする（表1-2参照）。

表1-2 創出・再生・保全に関わる言葉の定義（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>7)</sup>をもとに作成

区分	用語	例
創出	Reclamation	人手により水域を平均水面以上の陸域にかえること(改変)
	Creation	人手によって湿地でない場所を湿地にすること(創出)
再生	Restoration	一度失われた自然を以前の状態に近づけること(狭義の再生:復元)
	Remediation	汚染された湿地の汚染物質を浄化すること(改善)
	Rehabilitation	損害を受け、制限されている生態系の機能を人手により回復すること(修復)
保全	Conservation	目的とする生態系の健全性を保つために最低限の管理を行うこと(保全)
	Protection	湿地の乾燥化のコントロールなどをして、生物群集の現状を維持すること(防御)
	Preservation	一切、人的な管理を行わないで自然の状態を保つこと(保存)

## 2. 調査の目的

### 2-1. サンゴ礁群集の健康診断調査

港湾環境のサンゴ礁群集の健康診断調査は、自然環境を可能な限り保全・再生するという観点で捉え、港湾整備事業、港湾内の環境の基礎情報を定期的、継続的、統一的に収集、蓄積することを目的として実施する。

#### 【解説】

サンゴ礁群集の健康診断調査では、港湾環境の現況について基礎的な知見を収集、蓄積していくことを目的とする。

港湾では、港湾整備事業の進捗に伴って海域の環境が変化するため、サンゴ群集をはじめとするサンゴ礁群集の分布に影響を及ぼす可能性がある。また、これらの分布に影響を及ぼす要素は港湾整備事業だけではなく、水温の上昇をはじめとする地球規模の環境変化、背後地からの流入負荷等による表層水の低塩分化や過剰な栄養塩類の負荷に伴う植物プランクトンの増加、気象・海象特性、地形特性等の地域的な影響も考えられる。

したがって、サンゴ礁と共生する港湾整備を適切に進めていくためには、サンゴ礁群集の健康診断調査を定期的、継続的、統一的に行い、港湾区域周辺のサンゴ礁群集の分布状況および水温等の周辺環境の情報を収集、蓄積し、生物の分布拡大や衰退と環境変化との因果関係について検討できるようにしておくことが必要である。

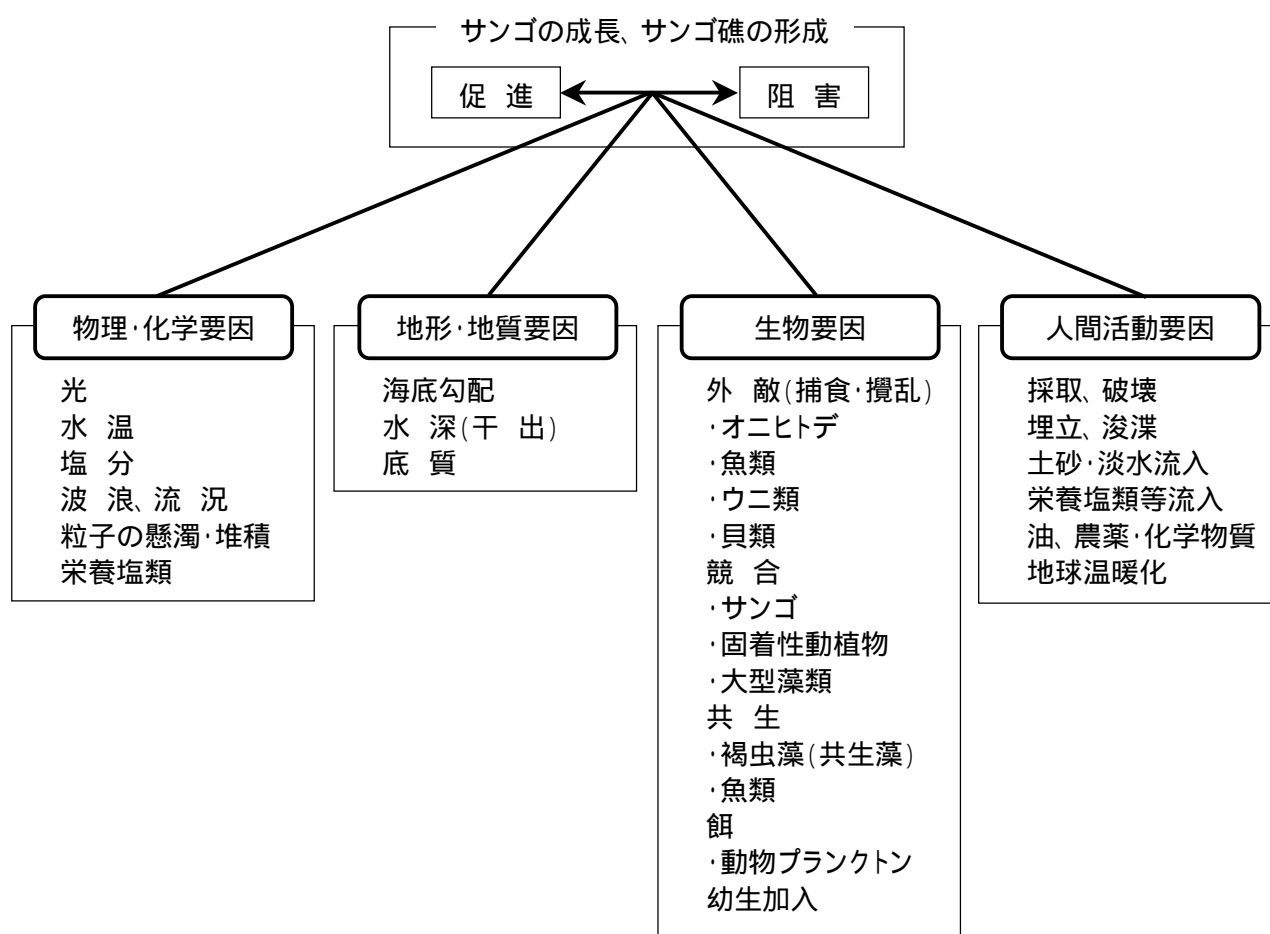


図 2-1 サンゴの成長、サンゴ礁の形成に影響を及ぼす要因 (国土交通省港湾局、2003)<sup>2)</sup>をもとに作成

## 2-2. サンゴ群集の保全・再生技術開発調査

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査は、港湾をサンゴ群集の再生可能な場として捉え、個別事業に対する環境保全措置としてのサンゴ群集の保全・再生技術の開発、推進を目的として実施する。

### 【解説】

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査では、防波堤建設、埋立等に伴って消滅するサンゴ群集の保全、あるいは代償措置としてサンゴ群集を保全・再生するための技術を開発、推進することを目的とする。

これまでに、沖縄の港湾で行われてきたおもなサンゴ群集の保全・再生技術としては「サンゴ群集の直接的導入技術」、「サンゴ群集の着生基質の形成技術」、「環境の改善技術」があり、本手引きでは各技術の開発に関する基本的な調査方法等について示している。

### (1) サンゴ群集の直接的導入技術

港湾では、埋立や防波堤の延伸等のため消滅するサンゴの避難的措置としてサンゴ群集の直接的導入技術を適用することを原則とする。サンゴ群集の直接的導入技術としては、サンゴ群集（サンゴ片、小型のサンゴ群体）の移植、サンゴ群集の移築があげられる。

サンゴ群集の移植に関する技術開発調査については、1985～1990年に那覇港（沖縄総合事務局、1991）<sup>8)</sup>、1992～1994年に平良港（沖縄総合事務局、1995）<sup>9)</sup>、1993～1996年に石垣港（沖縄総合事務局、1997）<sup>10)</sup>で行われ、実験的な試みによる知見が蓄積されている。

現在では実際の事業が展開されており、平良港ではサンゴの保全・創造を目的とした具体的な試みとして2004年から防波堤の延伸のため消滅するサンゴを対象に数年計画で親水防波堤マウンド法面の被覆石へのサンゴ群集の移植を開始している（沖縄総合事務局、2005）<sup>11)</sup>。また、石垣港でも2001年から親水空間の創造を目的として防波堤の延伸計画地に成育するサンゴ群集を採取し、沖防波堤のマウンド部周辺の砂地に移植用のコンクリートブロック（1.3m(W)×1.3m(D)×0.3m(H)）を用いて港内側、港外側とも延長約50mにわたる大規模な移植事業を開始している（沖縄総合事務局、2004）<sup>12)</sup>。

サンゴ群集の移築に関する技術開発調査については、1989年から平良港において防波堤の延伸のため消滅するサンゴのうち、人力で移動困難な大きさのサンゴ群集を含む生物群集を対象として行われている（沖縄総合事務局、2003）<sup>13)</sup>。

なお、日本サンゴ礁学会は「造礁サンゴの移植に関するガイドライン」（日本サンゴ礁学会、2004）<sup>14)</sup>として、サンゴの移植実施に関する6つの留意点を取りまとめている。港湾内で移植、移築を行う際には、特に以下の内容に留意する必要がある。

### 5. 移植技術の向上を図り、採捕前後の調査と移植後の管理を行うこと

サンゴの移植においては、事前に修復場所の環境要因や移植する種について十分調査検討するとともに、移植後の管理計画を策定し、定期的に移植サンゴの成長、生残率、周辺環境などのモニタリングと保守管理を行う必要がある。こうした情報の積み重ねによって、今後も移植技術の向上が図られるべきである。また、作業の安全確保はもとより、細かな技術によっても結果に差が出ることから、事前に移植を行うダイバーには十分な訓練が必要である。さらに、基盤との接着の補強や競合生物である大型藻類の除去など、移植後の管理を徹底しないと高い生残率は望めない。また、漁業や海洋レジャーによって、あるいは陸土の流入などによって移植サンゴが傷つけられることがないように広報することも必要である。

サンゴ群集を保全、再生するにあたって、サンゴの移植、移築技術は不可欠な技術の一つである。したがって、サンゴの移植、移築後には徹底したモニタリングと管理を行うとともに、抽出された問題点の改善に努め技術の向上を図っていく必要がある。

### 3. 移植用サンゴの採捕にあたっては親群体（ドナー）への影響を極力抑えること

親群体の採捕によって、親群体やサンゴ群集が大きく損傷されないように注意しなければならない。また、その海域の希少種をドナーとして利用することも一般的には避けるべきである。さらに、ドナーを使わない有性生殖を利用するサンゴ群集修復技術の開発も急ぐ必要がある。

港湾では、防波堤等の整備事業によって失われるサンゴの避難的措置として移植、移築を実施することが原則である。一方、将来このような事業とは別に、荒廃したサンゴ群集を修復するためにサンゴを採捕する場合にも上記の内容に留意しながら移植技術の向上を図る必要がある。

## (2) サンゴ群集の着生基質の形成技術

### 「異形ブロックの凹凸加工」

異形ブロックの凹凸加工に関する技術開発調査は、消波ブロックや根固ブロックに凹凸加工を施すことによりサンゴの有性生殖による増殖過程を活用して、サンゴの着生促進を図ることを目標として行っている。

那覇港では、1989年から実験的に凹凸加工を施した消波ブロックにおけるサンゴの着生状況の調査を行っており、知見が蓄積されている。これを受けて、那覇港ではエコブロックと称して消波ブロックに種々形状の溝加工を施したものについて1999年から事業展開している。平良港では溝加工ブロック、また凹凸加工根固ブロックと称して1998年から根固ブロックに建築用の基本ブロックを付加したものについて技術開発を行っている（沖縄総合事務局、1998, 2005, 2006）<sup>15), 16), 17)</sup>。

## (3) 環境の改善技術

### 「通水型防波堤」

通水型防波堤に関する技術開発調査は、防波堤に通水部を設けることで海水流動を促進し、サンゴ幼生の着生や着生後の成長促進を図ることを目標として行っている。

那覇港では、沖防波堤のケーソン目地の周辺に直立型構造物では比較的少ない立体型の群体形を呈したサンゴが集中的に育成していることが確認されている（沖縄総合事務局、1998）<sup>15)</sup>。平良港では1998年から通水型ケーソンの技術開発を行っている（沖縄総合事務局、2000）<sup>18)</sup>。

### 3. 調査内容および方法

#### 3-1. 基本的事項

現地調査の実施にあたっては、必要書類を作成、提出するとともに海事関係者に作業の内容を周知するなどの調整を行う。また、十分な安全対策を講じておく必要がある。

#### 【解説】

表 3-1 に現地調査を行うにあたって必要な書類を示す。必要書類の作成方法等の詳細については、海洋調査技術マニュアル - 海洋生物編 - ((社)海洋調査協会、2006)<sup>19)</sup>等を参照。

表 3-1 現地調査の際に必要な書類

書類名	必要な場合	提出者	提出先	備考
港内作業許可申請書または作業届	海上作業を伴う場合	調査実施者	当該港を所轄する海上保安部長等	原則として、調査の1ヶ月前に提出
特別採捕許可申請書	サンゴ等の水産動植物を採取する場合、制限または禁止された漁具の使用、漁法の実施	調査計画者	沖縄県知事	港内作業許可申請書(作業届)の提出前に調整
海事関係者の調査同意書	海上での調査場所が、海事関係者の作業区域に近い場合	調査計画者または調査実施者	漁業協同組合等の海事関係者	

#### (1)港内作業許可申請書または作業届

海域で現地調査を行う者は、港則法に基づいて港内作業許可申請書(港湾区域内)または作業届(港湾区域外)を作成し、調査を実施する1ヶ月前を原則として当該港を所轄する海上保安部長等に提出し作業実施前に許可等を受けるとともに作業の終了後には速やかに報告しなければならない(詳細については、海上保安庁のホームページ(<http://www.kaiho.mlit.go.jp/>)等を参照)。

#### (2)特別採捕許可申請書

以下の作業等を行う際には、調査を計画した者が沖縄県の漁業調整規則に基づき特別採捕許可申請書を作成し、県知事から特別採捕の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。作成にあたっては沖縄県農林水産部に問い合わせ、資料作成内容の具体的な指導を受けることが望ましい。

(例)特別採捕許可申請が必要な場合

- ・サンゴを移植・移築する
- ・室内で同定するためにサンゴ等の水産動植物を採取する
- ・魚類等の蝟集効果を把握するために、制限または禁止された漁具の使用、漁法を行う

#### (3)海事関係者の調査同意書

港湾内では種々海事関係者が航行していることから、調査を行う者は調査を円滑に実施するため

に具体的な調査計画書（内容、場所、日時等）を海事関係者に示すとともに、調査の同意を得ておくことが望ましい。特に調査海域が漁業権区域に含まれる場合、あるいは各種の漁業活動が行われている場合には、操業内容を把握し原則として関係漁業者の同意を得て調査を実施する。

#### (4)安全対策

作業の安全を確保するためには安全に関する諸法規を遵守することはさることながら、連絡体制等の十分な安全対策を練っておくことが必要である。特に、サンゴに関する調査では潜水作業を伴うことから、潜水病への対応策を徹底することが重要である。海洋調査全般および潜水作業における安全管理については、それぞれ港湾海洋調査安全管理指針（（社）海洋調査協会、2000）<sup>20)</sup>、潜水作業安全施工指針（（社）日本潜水協会、2001）<sup>21)</sup>に詳しいため、これらに準拠することが望ましい。

なお、沖縄の港湾では避難用鮫檻（ボンベ付き）を使用すること、および鮫監視船を配備することを原則とする。鮫檻が設置できない場所で調査を行う場合、あるいはマンタ法やベルトトランセクト法など一定時間の移動距離が大きく鮫檻を同行させることが困難な調査においては、必要に応じて鮫監視ダイバーを調査の一員に加え調査員周辺の鮫の監視に専従させる。参考資料に電気式サメ忌避装置を示す（p.131 参照）。

### 3-2. サンゴ礁群集の健康診断調査

サンゴ礁群集の健康診断調査では、港湾区域内の人工構造物および天然礁におけるサンゴの成育・分布状況やサンゴの成育に関わる水質項目について、それらの地域的な差違や時間的な変化が把握できるように調査を行う。

#### 【解説】

サンゴ礁群集の健康診断調査は、港湾区域内の人工構造物および天然礁について、代表的なサンゴの成育・分布状況とそれらの成育に関わる水質等の現況を広範にわたって効率よく把握し、地域的な差違や変化の状況を把握するための調査である。

#### 3-2-1. 調査内容

本調査では、原則として表 3-2 に示す調査を行うこととする。広域、断面調査時にはビデオ撮影を併せて行うことが望ましい。表 3-3 に各調査の概略を示す。

表 3-2 サンゴ礁群集の健康診断調査の調査内容

対象	場所	調査区分	主な調査内容	調査方法	規模	数量
サンゴ礁群集調査	天然礁	広域調査	サンゴ他の総被度、上位種名	マンタ法、スポットチェック法	礁単位、港湾計画上のゾーン単位	礁、港湾計画上のゾーンの数量(距離、スポット)に対応する
		断面調査	サンゴ他の総被度、種類別被度	ベルトトランセクト法	礁単位	礁の特徴を把握するために必要な数量(測線)とする
		定点調査	サンゴ他の総被度、種類別被度、群体形、群体数、最大径	コドラート法	礁単位(断面調査測線単位)	礁の特徴を把握するために必要な数量(定点)とする
	人工構造物	広域調査	サンゴ他の総被度、上位種名	ベルトトランセクト法	構造物単位	構造物(防波堤、護岸等)の延長(距離)に対応する
		断面調査	サンゴ他の総被度、種類別被度	ベルトトランセクト法	構造物単位	構造物(防波堤、護岸等)毎に1測線以上設定する
		定点調査	サンゴ他の総被度、種類別被度、群体形、群体数、最大径	コドラート法	構造物単位(断面調査測線単位)	測線上の異なる水深に3地点以上(定点)設定する
水質調査等	連続・定点調査		水温、塩分	自動記録式計測器	礁および構造物単位	調査水域の自然環境とサンゴ礁群集調査の定点調査位置等を考慮して必要数量(調査地点)設定する
	定期・空間分布調査		水温、塩分、その他	現場観測器採水、分析	全域	
	その他		SPSS(底質中懸濁物質量)	採取・分析	全域	

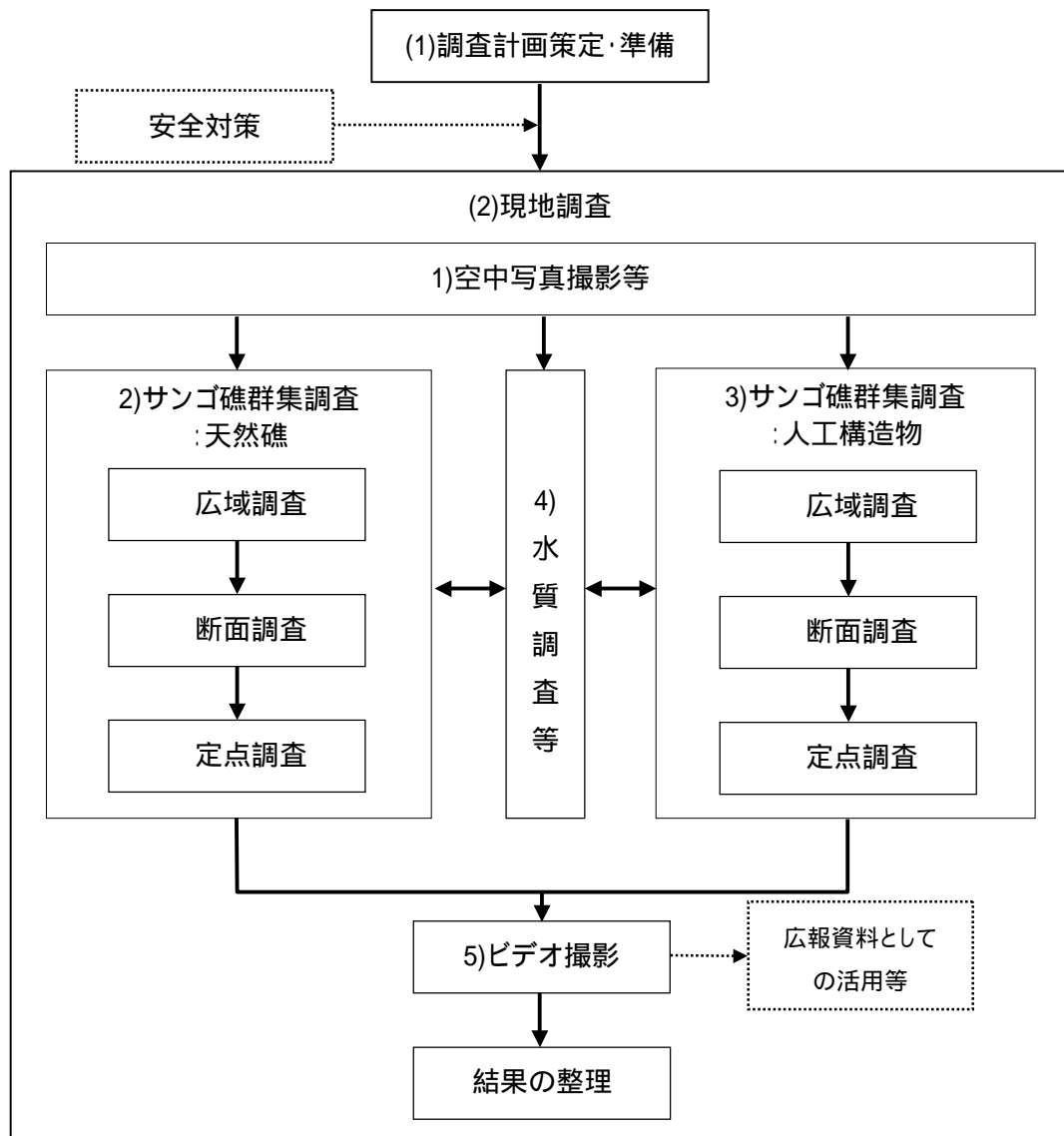


表 3-3 各調査の概要

区分		各調査の概要
サンゴ礁群集調査	広域調査	広域的(面的)なサンゴ礁群集の分布状況を概略的に把握する。
	断面調査	断面的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。
	定点調査	点的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。
水質調査等	連続・定点調査	サンゴの成育状況に影響を与える基本的な項目として水温、塩分を長期的かつ連続的に調査し、サンゴの分布状況との関係を把握する。
	定期・空間分布調査	水温、塩分、水中光量、濁度、透明度を基本的な調査として行い、サンゴの分布状況との関係の把握する。その他の調査項目については必要に応じて項目を追加して調査する。

3-2-2 . 調査方法および結果の整理、活用方法

サンゴ礁群集の健康診断調査のフローを図 3-1 に示す。



注 実線 : 3-2 での掲載範囲

図 3-1 サンゴ礁群集の健康診断調査のフロー

## (1)調査計画策定・準備

調査の目的を十分に把握したうえで空中写真や既往資料に基づき天然礁広域調査範囲、施工年度別の人工構造物広域調査の調査範囲、水質調査等地点を設定し、具体的な調査計画書を作成する。さらに、「3-1. 基本的事項」で示した必要書類の作成、提出等の必要な準備を行う。

的確な調査計画を策定するためには、いかに調査範囲を具体的にイメージできるかに因ると言っても過言ではない((社)海洋調査協会、2006)<sup>19)</sup>。その際に有効なのが既存資料、ヒアリング、現地踏査の情報である。特に沖縄の海域の場合には、一般に透明度が高いことから調査海域の空中写真や衛星写真が生物の分布状況の概略を推定するうえで有用な情報源となる。

なお、断面調査、定点調査位置については広域調査結果を踏まえて決定するものとして「(2)現地調査」で考え方を示す。

### 1)天然礁広域調査範囲の設定

天然礁広域調査の範囲は、水深、波浪条件等の物理的な環境条件や法線計画を考慮するとともに、空中写真の視覚的情報を参考に決定する。

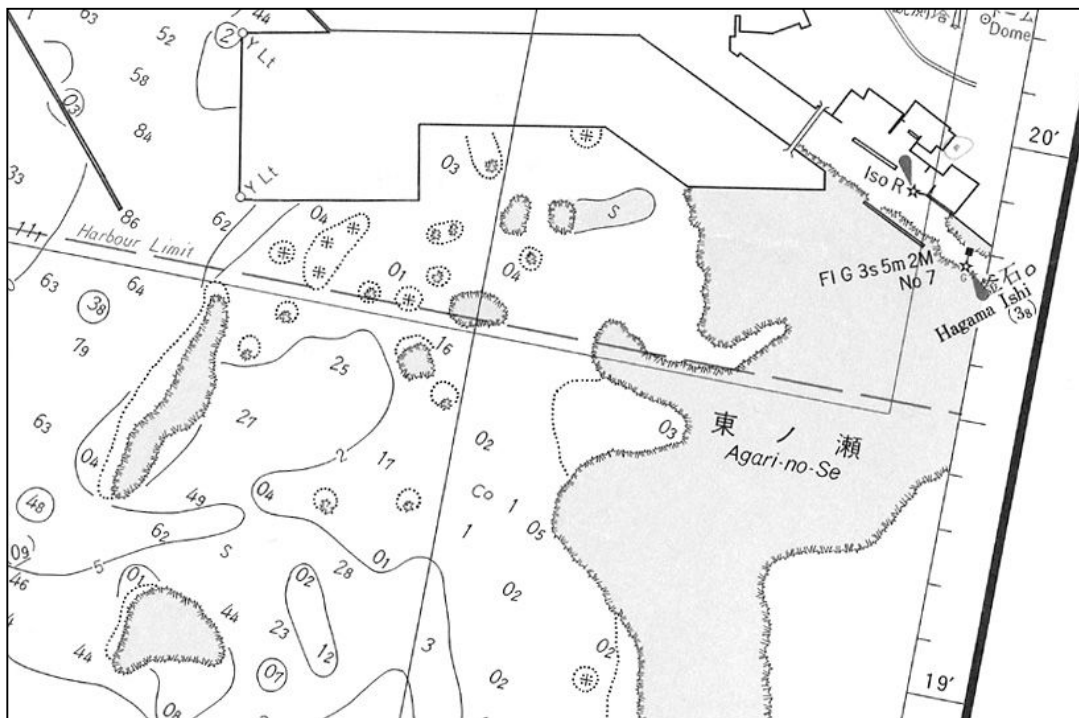


図 3-2 海図の例 (海上保安庁、2002)<sup>22)</sup>をもとに作成



図 3-3 空中写真の例（沖縄総合事務局、2003）<sup>23</sup>をもとに作成

## 2)人工構造物広域調査範囲の設定（施工年度の把握）

人工構造物は海中への設置時期が明らかであり、基質へのサンゴの加入、成長の状況等が把握しやすい点に特徴がある。したがって、調査の前にまず工事誌等の施工履歴から海中への施工年度の情報を収集し、図 3-4 のように各構造物の設置数量や配置状況を示す施工履歴図（平面図）を作成する。必要に応じて詳細な断面図の情報を入手する。なおこれらの構造物は、図 3-5 のように設計波の見直しによる消波ブロックの追加やマウンドの拡大、破損部分の補修等の作業により施工年度や構造形態が変わっている場合があることに十分注意する。

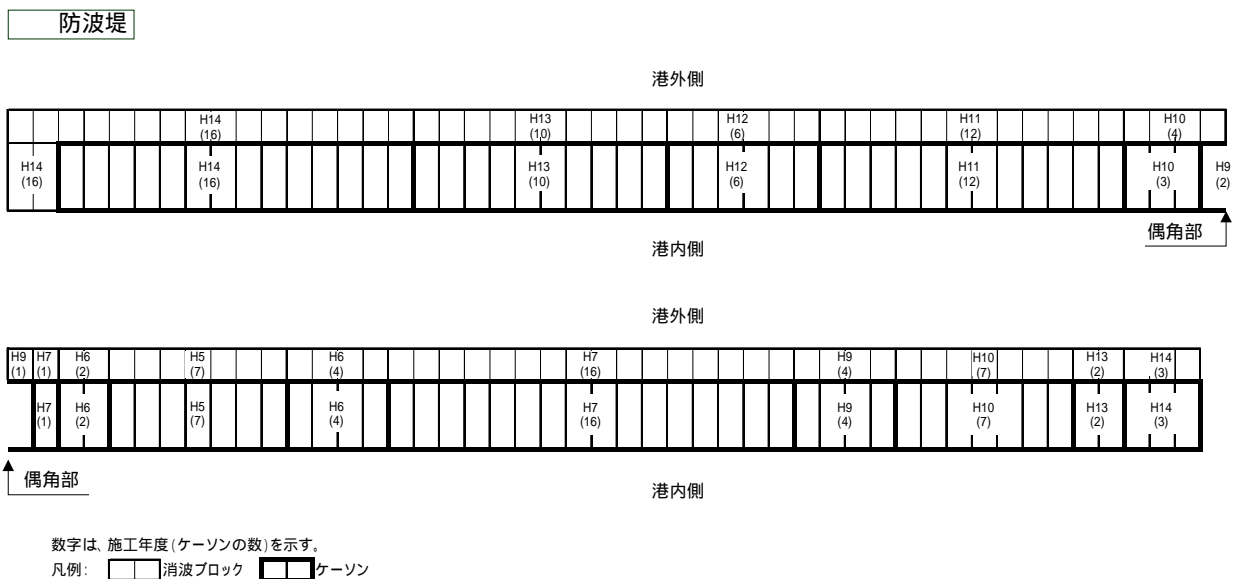


図 3-4 施工履歴図の作成（例）

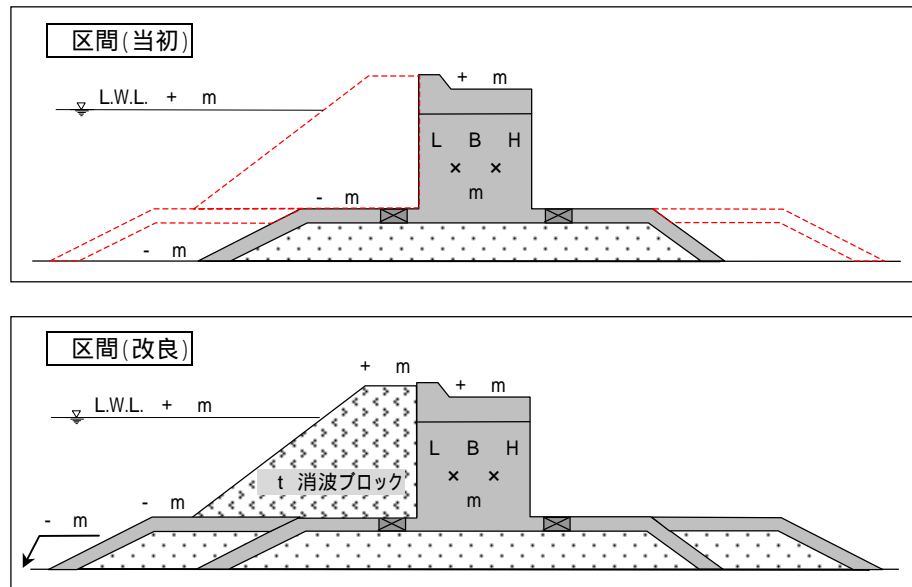


図 3-5 構造物形態の把握（例）

### 3) 水質調査等地点の設定

調査位置は、広域的なサンゴの分布状況との関係を検討するため港湾環境を網羅的に把握できるように水深、地形条件等を考慮して設定する。サンゴの成育状況との関係を解析する場合には定点調査地点の近傍に設定し、工事等が水質やサンゴの成育状況に与える影響を的確に把握する場合には工事の影響の及ぶ範囲を想定して設定する。

## (2) 現地調査

### 1) 空中写真撮影等

既往の空中写真の汀線形状や構造物の設置状況等が現状と著しく異なっていると考えられる場合には、現地調査の一環として衛星画像撮影や航空機等を活用した空中写真撮影を検討する。

### 2) サンゴ礁群集調査：天然礁

#### 広域調査

【概要】天然礁における広域的（面的）なサンゴ礁群集の分布状況を概略的に把握する。

#### 調査方法

##### 調査方法の選択

広域調査では、基本的にマンタ法（English 他、1997）<sup>24)</sup> およびスポットチェック法（野村他、2001；環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>25)</sup>、<sup>26)</sup> で調査する。まずマンタ法で調査海域における概略的な生物の分布状況を把握し、その結果を受けてデータが不足する海域および対象海域の生物相を代表する地点を対象としてスポットチェック法による調査で補完する。マンタ法で観察が困難な水深帯（場所）においては、マンタ法またはスポットチェック法に準拠して徒歩、スノーケル、スクーパで調査を行う。

表 3-4、表 3-5 にそれぞれマンタ法（pp.125-126 参照） スポットチェック法（p.127 参照）による広域調査内容を示す。

表 3-4 マンタ法による広域調査内容

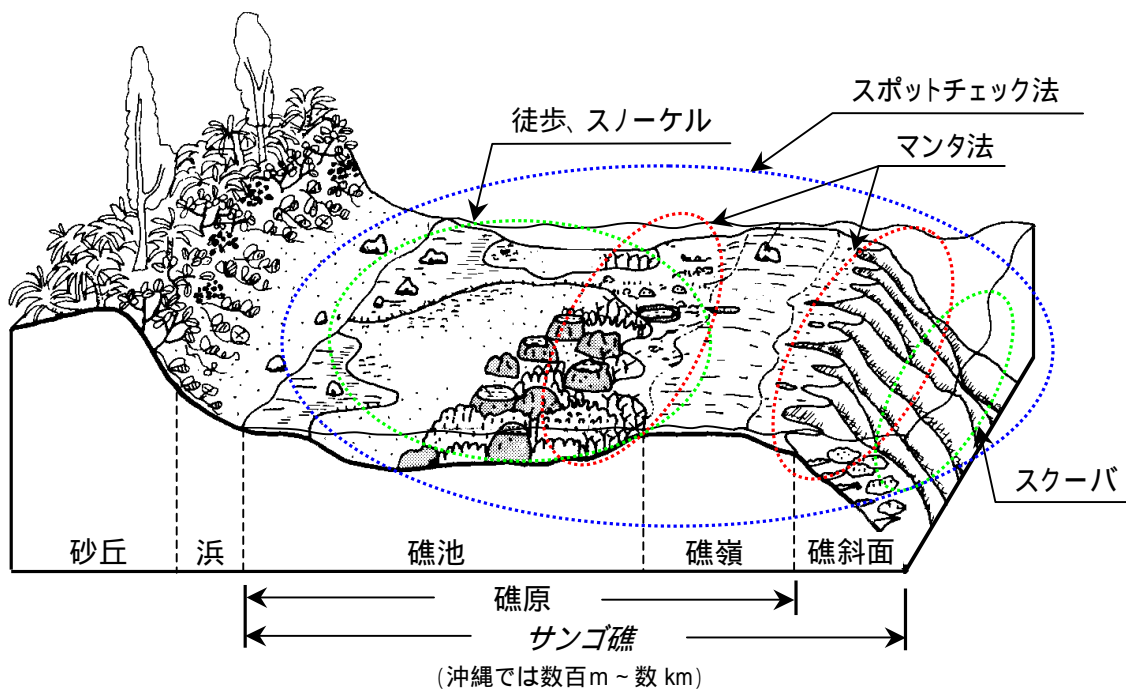
調査方法			記録項目
方法	観察水深	セグメント <sup>注3)</sup>	
マンタ法 <sup>注1)</sup>	観察可能な水深 <sup>注2)</sup>		調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 底質の概観 サンゴ(総被度、上位3種類の種類名、 群体形)・ソフトコーラル(総被度、上位3種 類の種類名)・海藻草類(総被度、上位3 種類の種類名) サンゴの群体形 白化の段階 オニヒトデの個体数 特記事項
その他 (マンタ法に 準拠)	徒歩	地形条件や水深条件に応じて調査方法を選択する	
	スノーケル		
	スクーバ		
		100m(1.5ノットで2~3分程度)	

- 注 1) 透明度が高い場合には、グラスボートを用いて観察することも可能である  
 2) 透明度が低い場合には、観察可能な水深帯が著しく制限される場合もある  
 3) セグメント: 全調査区間に対して、部分的な調査区間の単位を示す

表 3-5 スポットチェック法による広域調査内容

調査方法			記録項目
方法	観察水深		
スポット チェック法	徒歩	適宜	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深範囲・時刻 水中写真 底質の概観 サンゴ(総被度、上位3種類の種類名、群体形)・ソフト コーラル(総被度、上位3種類の種類名)・海藻草類(総被 度、上位3種類の種類名) サンゴの群体形 成育・生育型 白化の段階 サンゴ加入度 大型卓状ミドリイシのサイズ オニヒトデの発生状態(個体数、優占サイズ・サイズ範囲 <sup>注)</sup> ) 特記事項
	スノーケル		
	スクーバ		

- 注) オニヒトデが2個体以上確認された場合に記録する



注) 徒歩、スノーケル、スクーバによる調査の場合、マンタ法またはスポットチェック法に準拠する。

図 3-6 水深帯(場所)別の調査方法(例)(小橋川・目崎、1989)<sup>3)</sup>をもとに作成

#### 各調査項目の記録方法

##### マンタ法

- ・ 調査年月日・天候

調査年月日と天候を記録する。

- ・ 調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・ 緯度、経度

各セグメントの始点、終点の緯度、経度を GPS で秒単位(小数点第二位)まで記録する。

- ・ 底質の概観

底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。

表 3-6 底質の概観((社)海洋調査協会、2006)<sup>19)</sup>を参考に作成

底質類型	評価の基準
岩盤	海底に固着した琉球石灰岩
転石	固着状態でない琉球石灰岩(大きさの概略を備考に記録)
礫	固着状態でない死サンゴの小骨格(樹枝状サンゴ等)
砂	米粒大以下 ~ 粒子が認められるもの
泥(浮泥)	粒子が認められないもの
コンクリート	人工構造物(消波ブロック、ケーソン等)

・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類

マンタ調査では、表 3-7 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類の各セグメントでの総被度（被度の範囲）、上位 3 種類の種類名を記録する。

表 3-7 記録内容の詳細

項目	被度区分	同定レベル		備考 (群体形)
サンゴ	1%未満 1%以上5%未満 5%以上は10%間隔  注)総被度、上位3種類 の種類名を記録	ハナヤサイサンゴ科 ミドリイシ科 ハマサンゴ科	「科」または 「属」を基本 とする	ミドリイシ科、ハマ サンゴ科について は可能な限り群 体形を記録する (例:卓状ミドリイ シ属)
		その他の種類	「科」を基本 とする	
ソフトコーラル		可能な限り同定して記録する		-
海藻草類				-

注) 区間内で被度のばらつきが大きい場合は、「10～30%」のように記録する

・サンゴの群体形

造礁サンゴの群体形は、同じ種類であっても同じとは限らず、群体にあたる光の強さや波当たりの強さなどによって変化する（沖縄県文化環境部、1992）<sup>27)</sup>。また、例えばコモンサンゴ属の高水温に伴う白化現象の程度とその回復過程は、明らかに被覆状のものよりも葉状のサンゴ群体で良好である（岩尾・谷口、1999）<sup>28)</sup>といった結果も報告されている。したがって、群体形は定性的に場の環境条件や白化現象による衰退、回復過程などを類推するための材料になると考えられることから、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

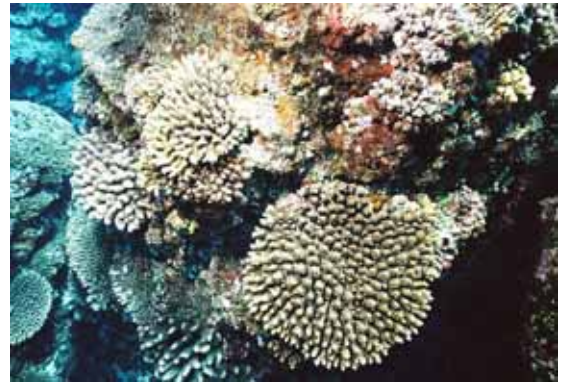
群体形の詳細については、日本の造礁サンゴ類（西平・Veron、1995）<sup>1)</sup>他を参照する。

表 3-8 サンゴの代表的な群体形

区分	形状の特徴
塊状	塊状のサンゴ群体の形状で、典型的には半球形になる。
散房花状 (コリンボース状)	ミドリイシ類の群体形の一つで、基部から放射状に横に張り出した枝から、上向きにほぼ同長の枝がほぼ等間隔で多数伸びてできる群体の形状。
樹枝状(枝状)	比較的細かく枝分かれしたサンゴ群体の形状。
卓状 (テーブル状)	ミドリイシ類の群体形の一つで、横に広がるほぼ円形の板状部が中央付近で支えられており、1本足のテーブルを思わせる群体の形状。
被覆状	基盤を覆うように成長した薄い皮革状のサンゴ群体の形状。
葉状	基盤から遊離して伸びる薄く幅広い葉のようなサンゴ群体の形状。



塊状 ハマサンゴ属



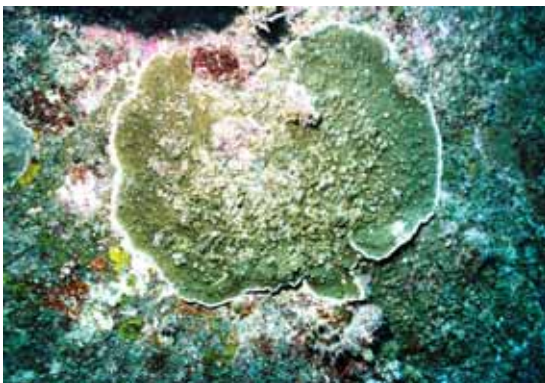
散房花状 ミドリイシ属



樹枝状 ミドリイシ属



卓状 ミドリイシ属



被覆状 コモンサンゴ属



葉状 コモンサンゴ属

図 3-7 群体形の一例

・ 白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。



表 3-9 白化の段階 (Hill・Wilkinson、2004)<sup>29)</sup>を参考に作成

段階	区分	程度	評価の基準
0	1%未満	白化なし	白化は観察されない、もしくはほとんど確認されず、白化群体は1回の潜水で1~2群体散在している状態
1	1%以上 10%未満	小もしくは中 程度の白化	白化群体が時々確認される状態
2	10%以上 50%未満	中程度の白化	全群体の半数以上が白化している状態
3	50%以上 90%未満	高程度の白化	白化は高範囲にみられ顕著であり、多くのサンゴ群体が白化している状態
4	90%以上	極端な白化	白化群体が優占しており、白化していない群体はほとんど見当たらず、岩礁全体が白く見える状態

#### ・ オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル(沖縄県文化環境部、2002)<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

#### ・ 特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果を表 3-10 のように整理するとともに、マンタ法の航跡を図 3-8 のように示す。マンタ調査と後述するスポットチェック調査の結果と併せて空中写真から各セグメント近傍の類似した色合い部分のデータを推測して、図 3-9 のようにハビタットマップ(サンゴの分布概要図)を作成する。必要に応じて、ソフトコーラルの被度、海藻草類の被度等の分布図を作成する。

対象海域のおもな天然礁を対象として以上のような調査と取りまとめを行うことで、対象海域の概略的なサンゴの分布状況が把握できる。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要な環境の現況(概略)の基礎資料
- ・ 経年変化の検討
- ・ 断面調査等により、さらに詳細な調査をする際の基礎資料
- ・ サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-10 一覧表 ( マンタ調査 ) の整理イメージ

調査年月日 ( 20 × × 年 × 月 × 日 )、天候 ( )、調査責任者名および所属 ( 氏名: 、所属: )				
調査測線	M-			
セグメントNo.				
底質の概観	礫・砂	礫・岩盤	礫・岩盤	砂礫・岩盤
サンゴ総被度	75%以上	75%以上	75%以上	5~10%
上位種 1	樹枝状コモンサンゴ属	樹枝状コモンサンゴ属	樹枝状コモンサンゴ属	樹枝状ミドリイシ属
2		樹枝状ミドリイシ属	樹枝状ミドリイシ属	卓状ミドリイシ属
3		散房花状ミドリイシ属	散房花状ミドリイシ属	
ソフトコーラル総被度	+	0	0	0
上位種 1	ウミキノコ属			
2				
3				
海藻草類総被度	10~25%	10~25%	10~25%	50~75%
上位種 1	Algal turf	Algal turf	Algal turf	Algal turf
2		サビ亜科	サビ亜科	サビ亜科
3		イワノカワ科	イワノカワ科	イワノカワ科
特記事項	-	-	-	サンゴはパッチ状に分布。所によりウスユキウチワが多い。
白化の段階	0	0	0	0
オニヒトデの個体数	0	0	0	0

調査測線	M-			
セグメントNo.				...
底質の概観	岩盤	岩盤	岩盤	...
サンゴ総被度	50~75%	50~75%	50~75%	...
上位種 1	樹枝状ミドリイシ属	卓状ミドリイシ属	卓状ミドリイシ属	...
2		卓状ミドリイシ属	樹枝状ミドリイシ属	樹枝状ミドリイシ属
3		コモンサンゴ属	被覆状コモンサンゴ属	散房花状ミドリイシ属
ソフトコーラル総被度	R	0	0	...
上位種 1	カトサカ属			...
2				
3				
海藻草類総被度	25~50%	10~25%	10~25%	...
上位種 1	Algal turf	サビ亜科	サビ亜科	...
2		サビ亜科	Algal turf	Algal turf
3		イワノカワ科	イワノカワ科	イワノカワ科
特記事項	-	-	-	...
白化の段階	0	0	0	...
オニヒトデの個体数	0	0	0	...

注) 被度の凡例; R; 1%未満、+; 1%以上5%未満

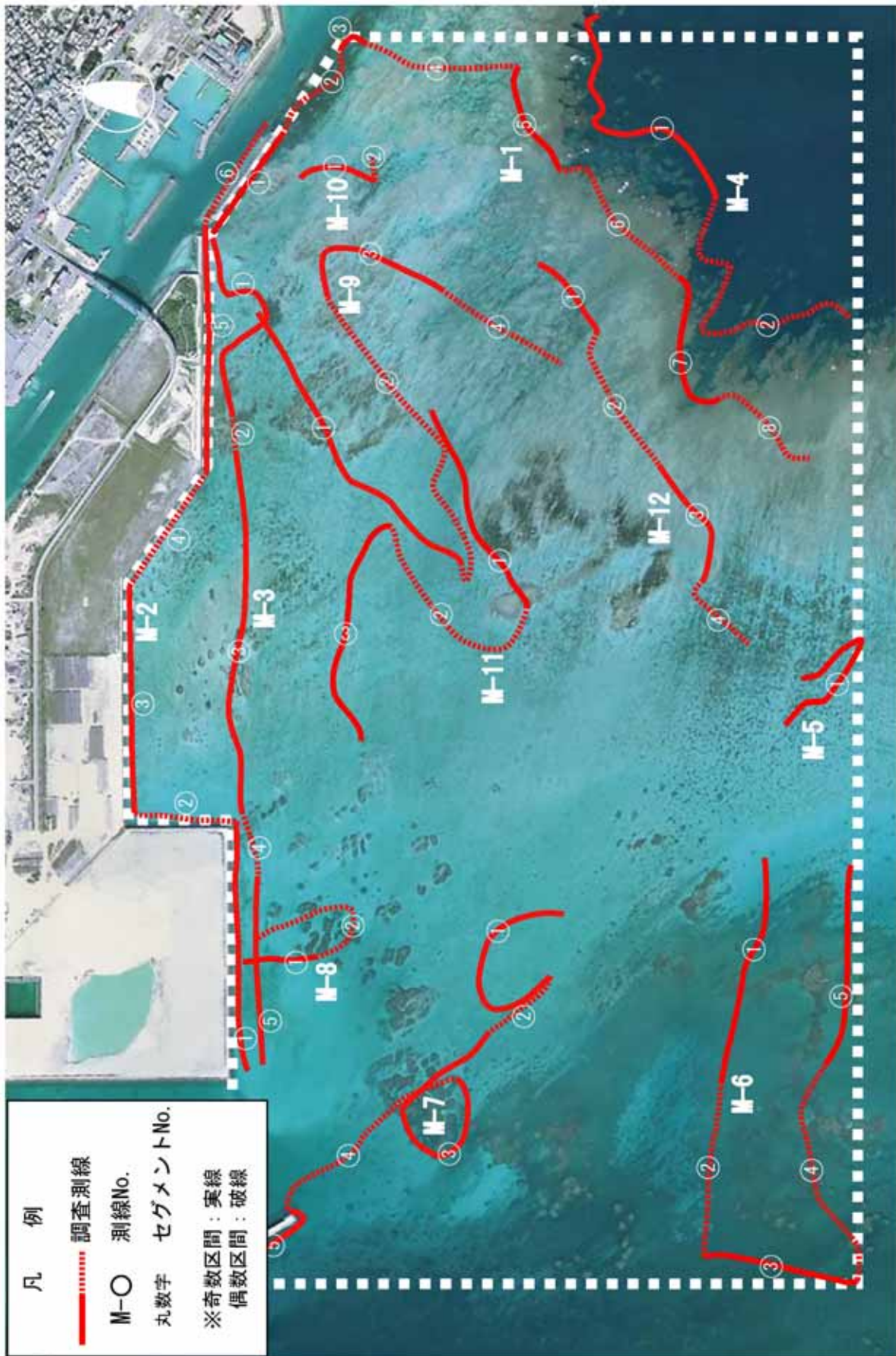


図 3-8 作図による整理イメージ：マンタ調査航跡図（沖縄総合事務局、2003）<sup>23)</sup> をもとに作成

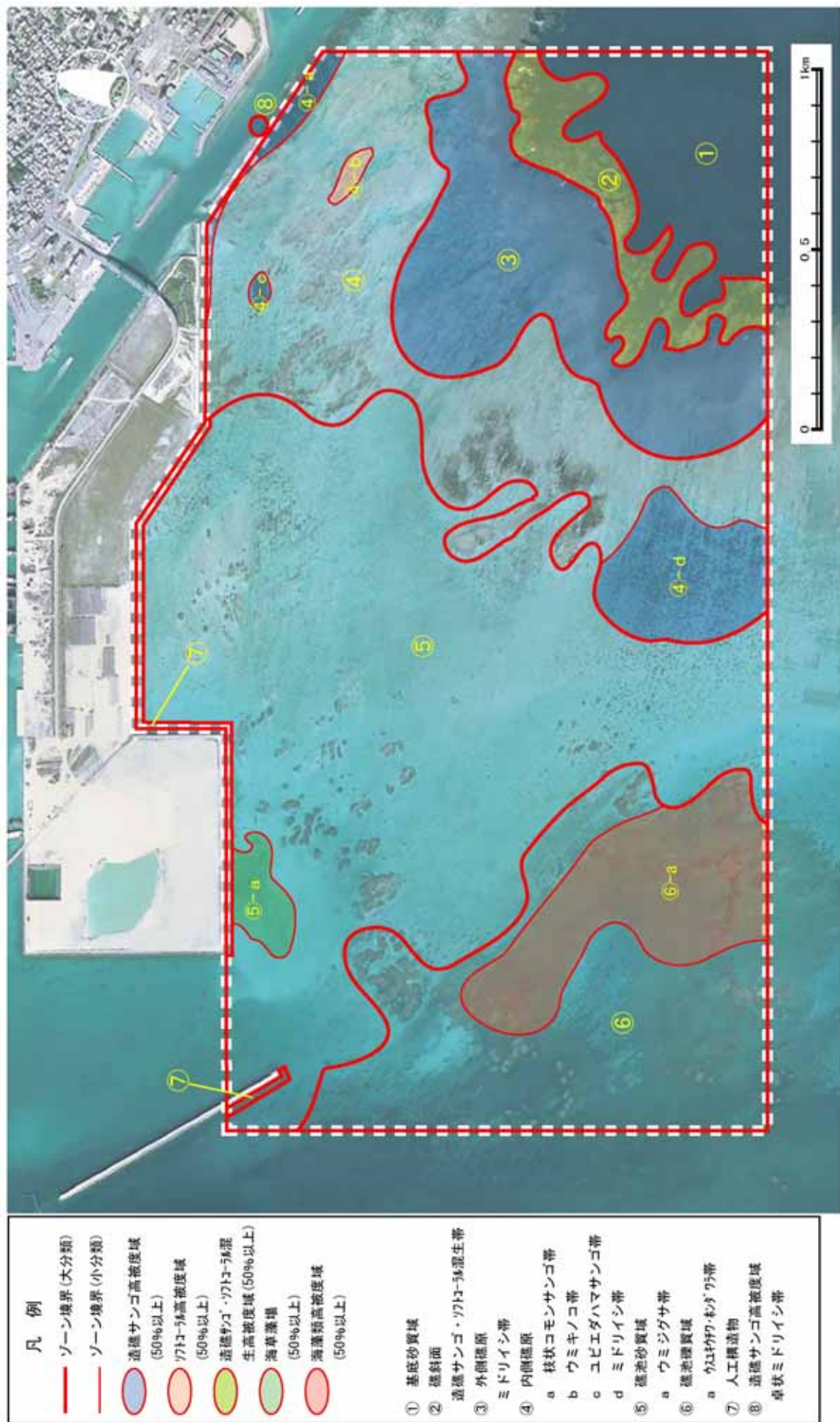


図 3-9 作図による整理イメージ：ハビットママップ（沖縄総合事務局、2003）<sup>23</sup>）をもとに作成

## スポットチェック法

- ・調査年月日・天候

調査年月日と天候を記録する。

- ・調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・緯度、経度

各地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

- ・水深範囲・時刻

各調査地点での水深範囲とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工用基準面の関係から D.L.水深に換算する。

- ・水中写真

各定点とも、地点名称を示したプレートとともに観察範囲の代表的な生物相を撮影する。

- ・底質の概観

底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。

- ・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類

スポットチェック調査では、表 3-7 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類の総被度（被度の範囲）、上位 3 種類の種類名を記録する。

- ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

- ・成育・生育型

成育・生育型については、表 3-11 に示す 6 区分で記録する。

表 3-11 成育・生育型の区分（環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>26)</sup>

成育・生育型類型	評価の基準
	樹枝状ミドリイシ優占型
	卓状ミドリイシ優占型(指状ミドリイシも含める)
	樹枝状・卓状ミドリイシ混成型
	特定類優占型 <sup>注1)</sup>
	多種混成型 <sup>注2)</sup>
	ソフトコーラル優占型

注 1) ~ 以外の種類が優占する型で、具体的な種類名を記録

2) 多くの種類が混在しており優占種がない状態

・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。長径 5cm 以下のミドリイシ群体は、過去 1～2 年以内に加入したものとみなすことができる。加入量の多寡はサンゴ群集回復の早遅に密接に関連するため、将来の群集回復の目安となる。

表 3-12 サンゴ加入度の区分（環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>26)</sup>

加入度階級	評価の基準(5cm以下のミドリイシ類群体)
	なし。
	5群体未満
	5群体以上

・大型卓状ミドリイシのサイズ

卓状ミドリイシ科（クシハダミドリイシ、ハナバチミドリイシ、エンタクミドリイシなど）の長径上位 5 群体の大きさを記入し、それらの平均値を求める。大型卓状ミドリイシのサイズは、サンゴ群集回復過程のおおよその目安となる。表 3-13 に大型卓状ミドリイシのサイズからみた回復期およびその年齢を示す。

表 3-13 大型卓状ミドリイシのサイズからみた回復期およびその年齢  
（環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>26)</sup>

サイズ	回復期	おおよその年齢
25cm未満	初期	0～5年
25～99cm	前期	5～10年
100～199cm	中期	10～15年
200cm以上	後期	15年以上

・オニヒトデの発生状態

（個体数）

原則的に上方からの観察で確認されたオニヒトデの個体数を記録する。表 3-14 に 15 分間観察数に基づくオニヒトデ発生状態の目安を示す。

表 3-14 オニヒトデ発生状態の目安（環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>26)</sup>

15分間観察数	発生状況
0～1個体	通常分布
2～4個体	多い(要注意)
5～9個体	準大発生
10個体以上	大発生

### ( 優占サイズ、サイズ範囲 )

オニヒトデの個体数が「多い( 要注意 )」以上であった場合、オニヒトデの腕の端から反対側の腕の端までの直径を表 3-15 に示すサイズ階級に分類し、優占するサイズ階級と範囲を記録する。

餌条件にもよるが、オニヒトデは一般的に満 2 年で 20cm を越えて成熟が始まり、3 年で 30cm 以上に達して摂食量、産卵量が最も高まる。大発生が顕在化するのサイズ階級 と が優占する海域である。

表 3-15 オニヒトデのサイズ階級 ( 環境省・日本サンゴ礁学会、2004 )<sup>26)</sup>

サイズ階級	評価の基準
	20cm以下
	20 ~ 30cm
	30cm以上

#### ・ 特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

#### 結果の整理方法

調査結果を表 3-16 のように整理するとともに、スポットチェック調査位置を図 3-10 のように示す。さらにマンタ調査結果と併せて、図 3-9 のようにハビタットマップ ( サンゴの分布概要図 ) を作成する。必要に応じ、ソフトコーラルや海藻草類の被度等の分布図を作成する。


対象海域のおもな天然礁を対象として以上のような調査と取りまとめを行うことで、対象海域の概略的なサンゴの分布状況が把握できる。

#### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要な環境の現況 ( 概略 ) の基礎資料
- ・ 経年変化の検討
- ・ サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-16 一覧表 ( スポットチェック調査 ) の整理イメージ

調査年月日 (20××年×月×日)、 天候( )、 調査責任者名および所属(氏名: 、所属: )	
調査地点	Sc-
水深範囲	D.L.-1.2 ~ -6.4m
底質の概観	岩盤・砂礫
サンゴ総被度	30%
上位種	1 卓状ミドリイシ属 2 散房花状ミドリイシ属 3 トゲサンゴ属
ソフトコーラル総被度	0%
上位種	1 出現なし 2 3
海藻草類総被度	30%
上位種	1 Algal turf 2 無節サンゴモ類 3 イワノカワ科
成育・生育型	卓状ミドリイシ優占型
白化の段階	0:1%未満
サンゴ加入度	:5群体未満
大型卓状ミドリイシのサイズ	回復中期:93cm(162cm、125cm、78cm、65cm、35cm)
オニヒトデの個体数	0個体
特記事項	特に無し
地点の概観(例)	

注) 被度の凡例; R;1%未満、+;1%以上5%未満



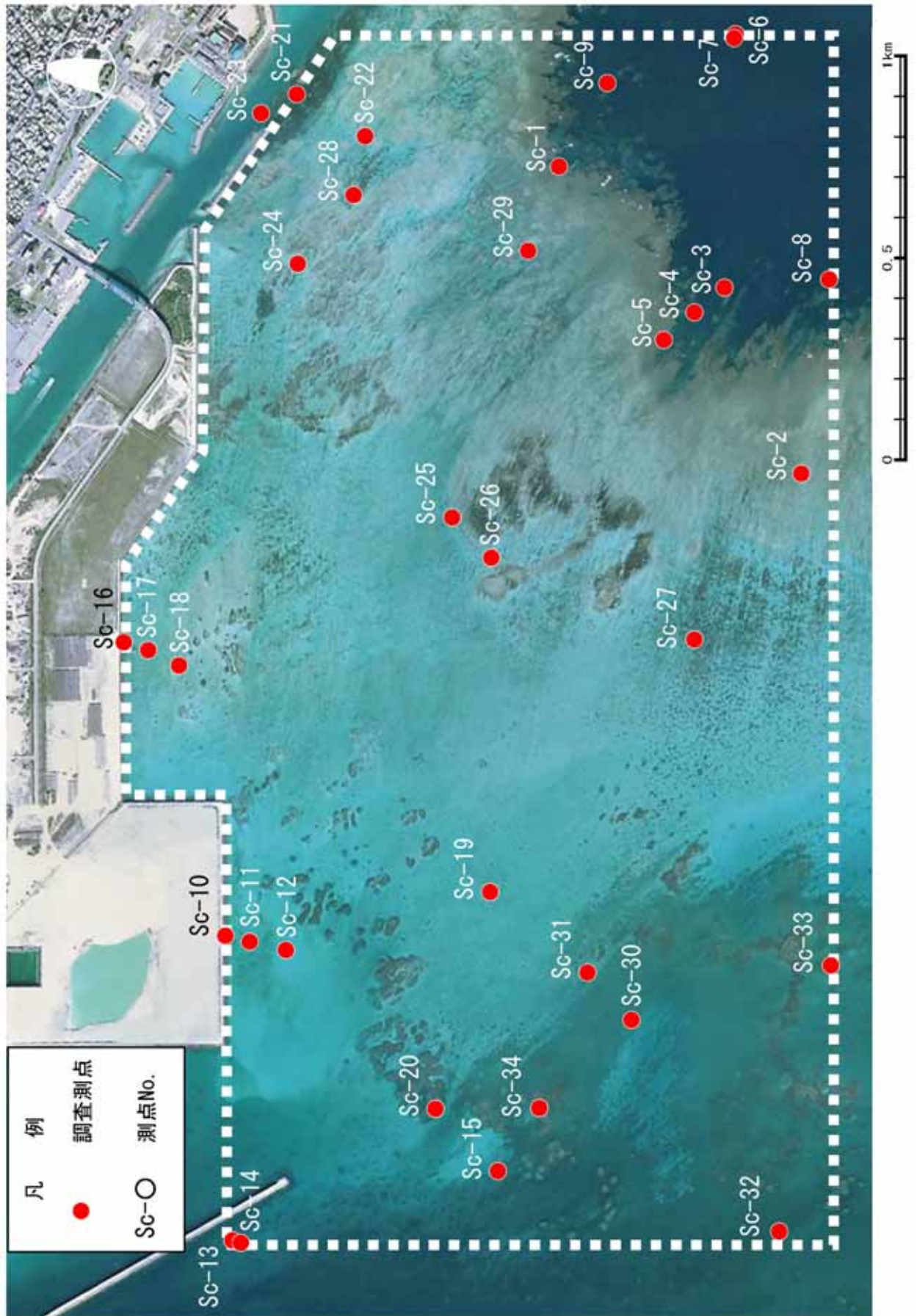


図 3-10 作図による整理イメージ：スポットチェック調査位置図（沖縄総合事務局、2003）<sup>23</sup> をもとに作成

## 断面調査

【概要】天然礁における断面的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。

### 調査方法

#### 調査測線位置の設定

調査測線は、広域調査結果や防波堤等の法線計画を参考に波あたりの条件や水深等の環境勾配が生じている方向に設定するか、汀線に直角または平行に設定することを基本とする。一般に測線を汀線に直角に設定する場合は環境勾配が生じている方向への調査、平行に設定する場合は同一環境内での調査となる(国土交通省港湾局監修、2003)<sup>2)</sup>。設定した測線において継続的に追跡するため始点、終点に鉄筋棒などで目印を付け永久測線として活用できるようにする。測線数は調査範囲の規模等に応じて、礁の特徴を表す場所を確認するための必要最小限とする(図3-11参照)。

#### 調査方法の選択

断面調査では、ベルトトランセクト法(国土交通省港湾局監修、2003; English 他、1997)<sup>2), 24)</sup>によりサンゴ等の詳細な調査を行うことが目的であるため基本的にスクーバで調査を行う。目安として水深1m未満の場合はスノーケル、干出するような場所では徒歩で調査を行う。

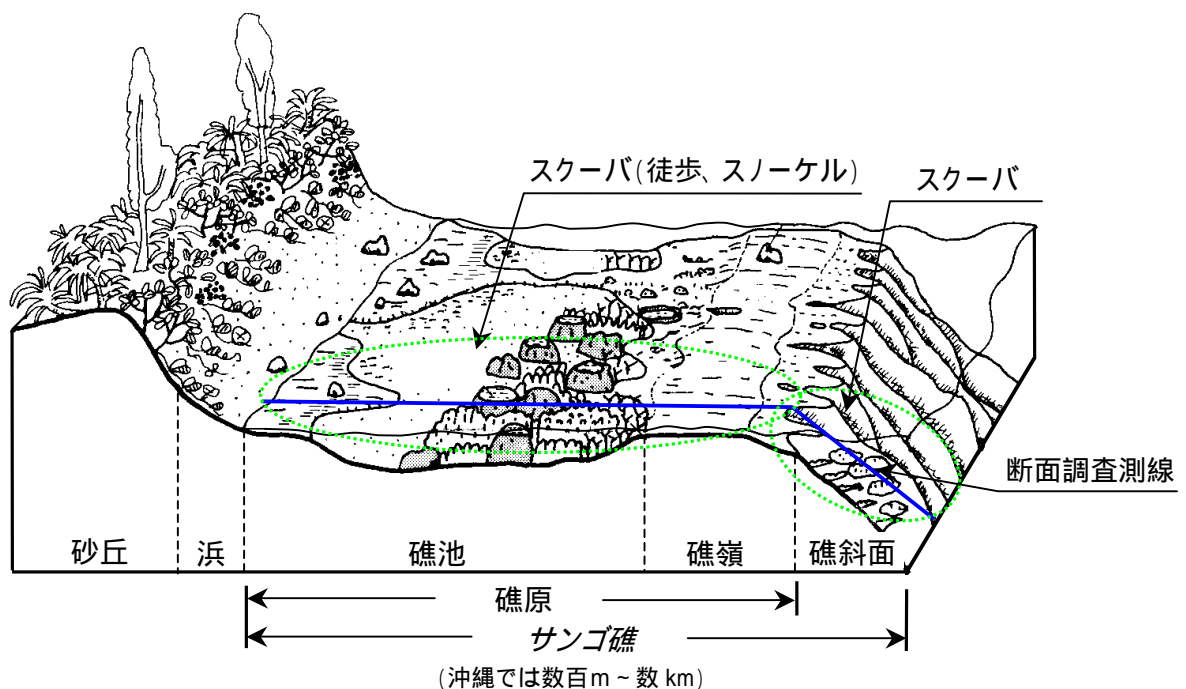


図3-12 水深帯(場所)別の調査方法の選択(小橋川・目崎、1989)<sup>3)</sup>をもとに作成

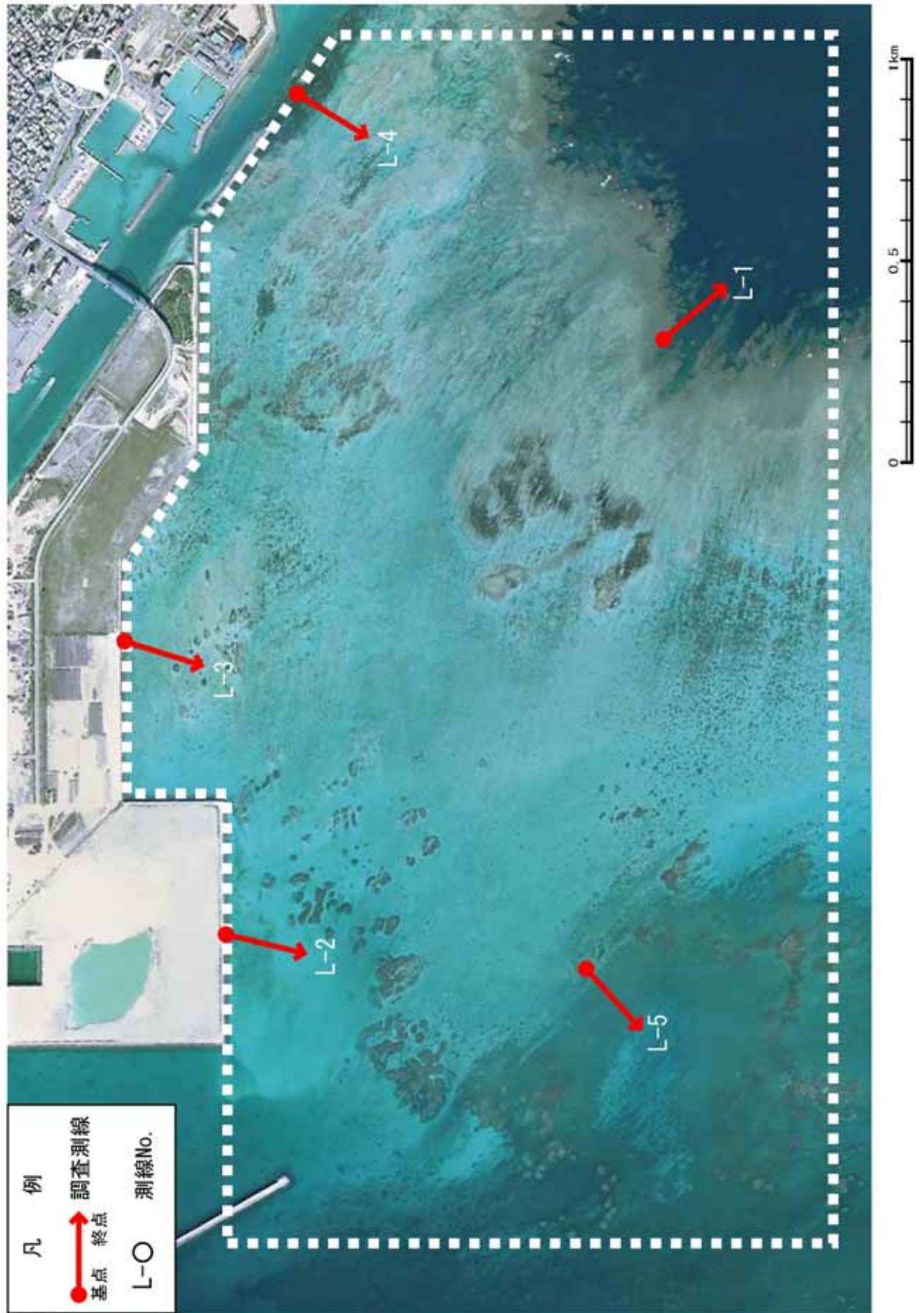


図 3-11 調査測線の設定イメージ (沖縄総合事務局、2003)<sup>23)</sup>

表 3-17 にベルトトランセクト法 ( pp.128-129 参照 ) による断面調査内容を示す。

表 3-17 ベルトトランセクト法による断面調査内容

調査方法					記録項目	
方法	測線の延長	測線の設定数	観察幅	セグメント 注)		
ベルト トラン セクト法	徒歩	適宜	礁の特徴を把握するために必要な数量とする	2m(左 右1m) を原則とする	10 ~ 100m	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観 サンゴ(総被度、種類別被度)・ソフトコーラル (総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度) サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項
	スノーケル					
	スクーバ					

注) セグメント: 全調査区間に対して部分的な調査区間の単位を示す

#### 各調査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
- ・ 緯度、経度  
測線の基点、終点の緯度、経度を GPS で秒単位 ( 小数点第二位 ) まで記録する。
- ・ 水深・時刻  
各セグメントの始点および終点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工  
事用基準面の関係から D.L.水深に換算する。
- ・ 水中写真  
各セグメントの始点または終点で、距離を示したプレートとともに景観を撮影する。また、特  
徴的な景観があれば適宜撮影する。
- ・ 底質の概観  
底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。

・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類

断面調査では、表 3-18 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類の各セグメントでの総被度、種類別被度を記録する。

ベルトトランセクト法では測線上のサンゴの分布状況を広域調査よりも詳細に把握することが目的であり、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。

表 3-18 記録内容の詳細

項目	被度区分	同定レベル		備考 (群体形)
サンゴ	1%未満 1%以上5%未満 5%以上は5%間隔  総被度、種類別被度を記録	ハナヤサイサンゴ科 ミドリイシ科 ハマサンゴ科	「属」を基本とする	ミドリイシ科、ハマサンゴ科については可能な限り群体形を記録する (例:卓状ミドリイシ属)
		その他の種類	「属」を基本とする	
ソフトコーラル		可能な限り同定して記録する		-
海藻草類				-

・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup> を活用した調査を行う。

・シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

日本における造礁サンゴ食性の巻貝としては、アクキガイ科シロレイシガイダマシ属のヒメシロレイシガイダマシ、シロレイシガイダマシ、クチベニレイシガイダマシ、ニセシロレイシガイダマシ、コシロレイシガイダマシが知られている（土屋、1992）<sup>31)</sup>。

表 3-19 シロレイシガイダマシ類の発生状態階級（野村他、2001）<sup>25)</sup>

発生状態階級	評価の基準
	食痕(新しいもの)は目立たない
	小さな食痕や食害部のある群体が散見
	食痕は大きく食害部のある群体は目立つが、数100個体以上からなる密集した貝集団はみられない
	斃死群体が目立ち、貝集団が散見される

・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

**結果の整理方法**

調査結果は表 3-19 のように整理し、これに基づき図 3-13 のように地形条件（水深、底質の概観）とサンゴの分布状況を併記した断面図を作成する。必要に応じて、ソフトコーラル、海藻草類等の分布断面図を作成する。

**結果の活用方法**

おもな結果の活用方法を以下に示す。

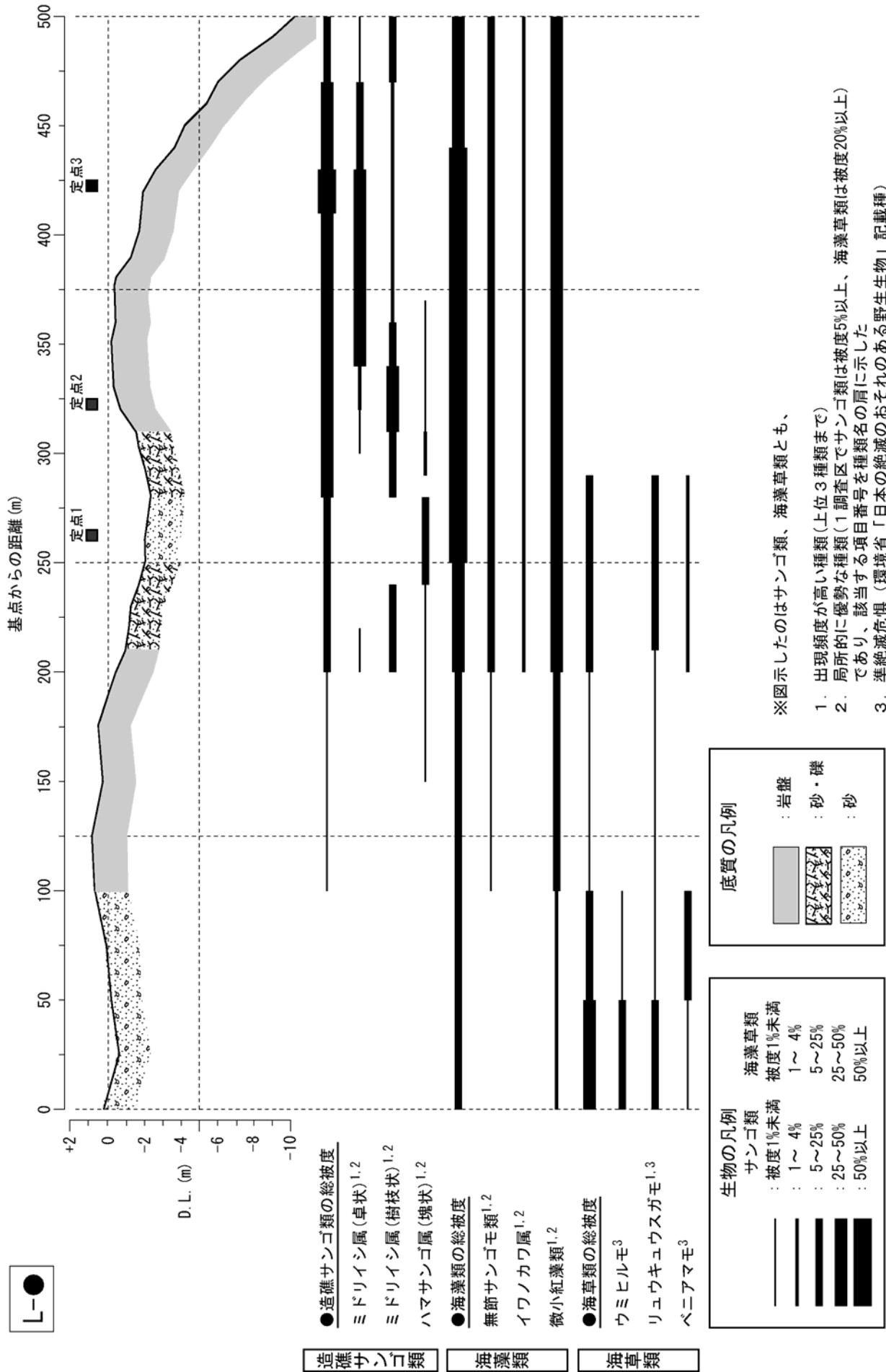
- ・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・経年変化の検討
- ・定点調査地点を決める際の基礎資料
- ・サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-19 断面調査結果の整理イメージ

調査年月日(20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )								
測線名	L-							
区分	科	基点からの距離	0~50	...	200 ~ 210	210 ~ 220	220 ~ 230	...
		水深 D.L.(m)	+0.2	...	±0	-0.5	-0.8	...
		底質の概観	砂	...	岩盤	砂・礫	砂・礫	...
サンゴ								
イシサンゴ目	ハナヤサイサンゴ	ショウガサンゴ				R		
		ハナヤサイサンゴ属				R	R	
	ミドリイシ	コモンサンゴ属(樹枝状)				R		
		ミドリイシ属(卓状)					R	
		ミドリイシ属(樹枝状)				+	10	10
		ミドリイシ属(その他)					+	5
	ハマサンゴ	ハマサンゴ属(塊状)					R	R
	クサビライシ	クサビライシ属						
	キクメイシ	キクメイシ属				R	+	
カメノコキクメイシ属								
イシサンゴ目以外	-	アナサンゴモドキ属				R	R	
総被度(%)			0	...	+	15	15	...
ソフトコーラル								
ソフトコーラル類	-	ソフトコーラル類		...	R	R	R	...
総被度(%)			0	...	R	R	R	...
海藻草類								
海藻類	アオサ	アオノリ属	R	...	R			
		アオサ属	R	...	R			
	ヒトエグサ	ヒトエグサ			+	R		
	ミル	サボテングサ属	R					
		...						
	イワノカワ	イワノカワ属		...	+	+	+	
		無節サンゴモ類				10	5	20
	...	...						
	微小紅藻類	+	...		20	30	20	
総被度(%)			15	...	45	40	45	...
海草類	トチカガミ	ウミヒルモ	10	...				
		リュウキュウスガモ	15	...	R	5	5	
	ヒルムシロ	ベニアマモ	R			+	+	5
		...						
総被度(%)			25	...	5	10	10	...
白化の段階			0	...	1	1	1	...
サンゴ加入度				...				...
オニヒトデの個体数(個体/100m <sup>2</sup> 、20m <sup>2</sup> )			0	...	1	1	0	...
シロレイシガイダマシ類の分布状況				...				...
特記事項			特に無し。					

注 1)被度の凡例; R;1%未満、+;1%以上5%未満

2)種類数の合計では、群体系が異なるものも1種類として計上している。



※図示したのはサンゴ類、海藻草類とも、

1. 出現頻度が高い種類(上位3種類まで)
2. 局所的に優勢な種類(1調査区でサンゴ類は被度5%以上、海藻草類は被度20%以上)であり、該当する項目番号を種類名の肩に示した
3. 準絶滅危惧(環境省「日本の絶滅のおそれのある野生生物」記載種)

図 3-13 作図による整理イメージ



## 定点調査

【概要】天然礁における点的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。

### 調査方法

#### 調査定点位置の設定

定点の位置は広域、断面調査結果や防波堤等の法線計画、工事の影響が及ぶと想定される範囲、水深等の物理条件を考慮して設定する。本手引きでは、断面調査測線上または測線近傍の異なる水深帯に定点を3地点設置することを基本とする。設定した定点において継続的に追跡するため鉄筋棒などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。設定数は礁の特徴を表す場所を確認するための必要最小限とする。

アンカーによるサンゴの破壊、採取等によりコドラート内で局所的に被度が著しく低下して対象海域の代表性を損なったと判断される場合には、定点を再設定するか、新しい地点を追加して調査を行う。ただし、高水温に伴う白化現象やオニヒトデ等による食害、あるいは工事の影響等でコドラート内を含め広範囲に被度が低下した場合を除く。

#### 調査方法の選択

定点調査では、コドラート法(野村他、2001；(社)海洋調査協会、2006)<sup>19)、25)</sup>により詳細な調査を行うことが目的であり基本的にスクーバで調査を行う。目安として水深1m未満の場合はスノーケル、干出するような場所では陸上作業員が調査を行う(図3-12参照)。

表3-20にコドラート法(p.130参照)による定点調査内容を示す。

表3-20 コドラート法による定点調査内容

調査方法			観察範囲	記録項目
方法	定点の設定数			
コドラート法	徒歩	調査測線毎に3地点を基本とする	1m×1mを原則とする	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観 浮泥の堆積状況 サンゴ(総被度、種類別被度、群体数、最大径、死サンゴの総被度)、ソフトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度)、大型底生動物(種類別個体数) サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項
	スノーケル			
	スクーバ			

### 各調査項目の記録方法

- ・調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。

・ 調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

・ 緯度、経度（測線上での基点からの距離）

断面調査測線上以外の点に定点調査地点を設定した場合には、緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。測線上に設定した場合には測線上での基点からの距離を記録することでより正確な位置が把握できる。

・ 水深・時刻

各定点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工用基準面の関係から D.L. 水深に換算する。

・ 水中写真

各定点とも、定点の名称を示したプレートとともに観察範囲（1m×1m）が写真 1 枚に収まるよう基盤に対して垂直方向から可能な限り大きく撮影する。懸濁物等の影響で写真が不明瞭となる場合や後に写真から被度を求めようとする場合などには 1m×1m の範囲を 0.5m×0.5m に 4 分割して撮影する。なお、一般に D.L. 水深が浅い礁原や礁池では干潮時に垂直写真が撮影困難なこともあるため、可能な限り潮位の高い時間帯に撮影することが望ましい。

現場で詳しい同定が困難な場合には接写撮影して持ち帰り、後に種類を確認することが考えられる。

・ 底質の概観

底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。

・ 浮泥の堆積状況

浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

また、赤土等の浮泥の堆積状況を定量的に把握する調査項目として SPSS (Content of Suspended Particles in Sea Sediment : 底質中懸濁物質含量) があり、必要に応じて調査を行う (p.54 4) 水質調査等参照)。

表 3-21 浮泥の堆積状況の外観区分 (例)

堆積区分	評価の基準
	海底面をはたいても濁らない
	海底面をはたくと濁る
	浮泥がまばらに堆積している
	浮泥が一様に(厚く)堆積している

・ サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物

定点調査では、表 3-22 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物の種類数等を記録する。

表 3-22 記録内容の詳細

項目	被度区分 (個体数)	同定レベル		群体形	群体数	最大径
サンゴ	1%未満 1%以上 5%未満 5%以上 は5%間隔	ハナヤサイ サンゴ科 ミドリイシ科 ハマサンゴ科	「属」 または 「種」	ミドリイシ 科、ハマサ ンゴ科をは じめ、可能 な限りを記 録する	可能な限 り計数する	最も大きい 群体
	総被度、種類 別被度を記録(サ ンゴについては死 サンゴの総被度も 記録)	その他	可能な限り 同定する			
ソフトコーラル	種類別個体数を 記録	可能な限り同定する		-	-	-
海藻草類				-	-	-
大型底生動物				-	-	-

注) 工事等の影響監視が主たる目的の場合はサンゴ、海草類のマッピングを行う。

なお、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。参考として、生サンゴ、死サンゴ、岩盤の判別方法(例)を表 3-23 に示す。

工事等の影響監視が主たる目的の場合は、サンゴ、海草類のマッピングを行う。

表 3-23 生サンゴ、死サンゴ、岩盤の判別方法(例)(リーフチェック、1997)<sup>32)</sup>を参考に作成

区分	判断基準
生サンゴ	・群体の一部または全体で触手や肉質部が確認できる
死サンゴ	・死後まもない(目安は1年以内)状態であり、白色の骨格が明確に確認できる(触手や肉質部が確認できない) ・小型海藻類が薄く覆っている程度であり、概ね白色の骨格が確認できる ・樹枝状、葉状サンゴ等の場合、明確に立体的な骨格形状が保たれている(物理的外力によって破壊されていることもある)
岩盤	・目安として死後1年以上経過した状態であり、小型海藻類や付着生物で覆い尽くされて白色の骨格はほとんど確認できない ・生物のおよび物理的侵食により、もとの骨格形状が確認できない

#### ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

#### ・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

#### ・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

- ・ オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

- ・ シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

- ・ 特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果は表 3-24 のように整理する。また、図 3-13 に示した例のように断面調査の調査測線上での定点の概略的な位置をプロットする。マッピングの結果については、図 3-14 のように整理する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

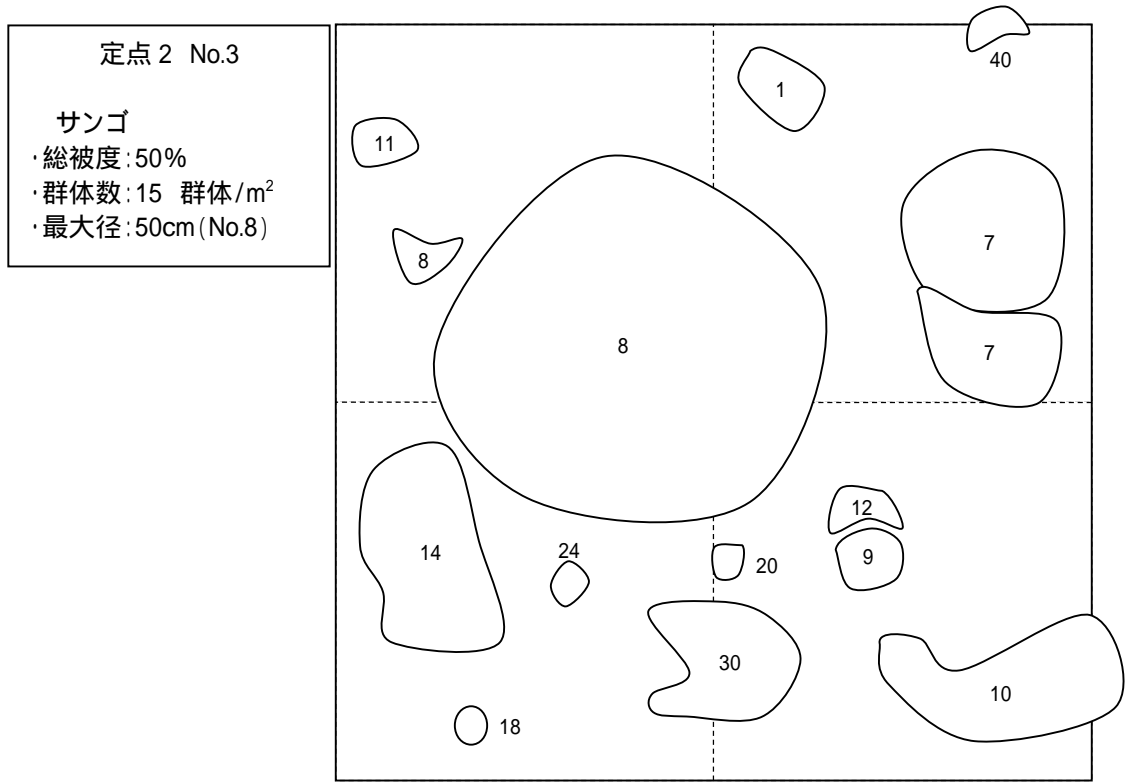
- ・ 港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・ 経年変化の検討
- ・ 人工構造物および天然礁の地点間での比較検討
- ・ サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-24 定点調査結果の整理イメージ (例: サンゴ)

調査年月日 (20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属: )											
No.	区分	科	定点名	定点1			定点2			...	
			No.	1	2	3	1	2	3	...	
			基点からの距離(m)	260			320			...	
			水深 D.L.(m)	-2.0	-2.1	-1.8	+0.4	+0.6	+0.6	...	
			底質の概観	岩盤			岩盤			...	
1	イシサンゴ目	ハナヤサイサンゴ	ヘラジカハナヤサイサンゴ				R	+	R	...	
2			ハナヤサイサンゴ属(準塊状)			R	R				
3			トゲサンゴ属	R	R	R					
4			ショウガサンゴ		R	R					
5		ミドリイシ	コモンサンゴ属(樹枝状)	+	+	+					
6			コモンサンゴ属(葉状)	5	R	10					
7			ミドリイシ属(卓状)				+	+	+		
8			ミドリイシ属(樹枝状)				10	5	30		
9			ミドリイシ属(その他)				R	+	R		
10			アナサンゴ属				+	R	+		
11		ハマサンゴ	ハマサンゴ属(塊状)	5	R	+	R	R	R		
12			ハマサンゴ属(その他)	R			R		R		
13		ヒラフキサンゴ	シコロサンゴ属	R	R	R					
14			リュウモンサンゴ属				+		+		
15		クサビライシ	クサビライシ属	R	R	R					
16			キュウライシ属		R						
17			ヘルメットイシ属		R						
18		ピウガライシ	アザミサンゴ				R		R		
19		ウミバラ	スジウミバラ属	R		R					
20		キクメイシ	キクメイシ属	R		R	R		R		
21			カメノコキクメイシ属		R	R					
...	...		...	...	...	...	...	...	...		
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		
35	イシサンゴ目以外	-	アナサンゴモドキ属				R	R	R		
総被度(%)				15	10	25	30	20	50	...	
群体数(群体/m <sup>2</sup> )				20	22	28	18	8	15	...	
最大径(cm)				12	7.5	30	25	15	40	...	
死サンゴの総被度(%)				0	0	0	0	0	0	...	
浮泥の堆積状況										...	
白化の段階				0	1	0	1	0	0	...	
サンゴ加入度										...	
オニヒトデの個体数(個体/m <sup>2</sup> )				0	0	0	0	0	0	...	
シロレイシガイダマシ類の分布状況										...	
特記事項				特に無し。							

注 1)被度の凡例; R;1%未満、+;1%以上5%未満

2)No.8:ミドリイシ属(樹枝状)の群体数については、群落を一つの群体として計上している。



注) 図中の番号は、表 3-24 の No. に対応している。

図 3-14 観察枠内のサンゴの分布 (例)

### 3) サンゴ礁群集調査：人工構造物

#### 広域調査

【概略】人工構造物における広域的なサンゴ礁群集の分布状況を概略的に把握する。

#### 調査方法

##### 調査方法の選択

広域調査では、一定水深幅の構造物面に生息する生物を対象にスノーケルによるベルトトランセクト法で構造物に対して平行方向に向かって調査することを基本とする。スノーケルで観察が困難な水深帯（場所）については徒歩、スクーバを採用する。

表 3-25 にベルトトランセクト法（pp. 128-129 参照）による広域調査内容を示す。

セグメントの距離は、同一年に施工された区間を一つのセグメントとして取り扱うことを基本とする。

表 3-25 ベルトトランセクト法による広域調査内容

調査方法				記録項目
方法	観察水深幅	セグメント <sup>注2)</sup>		
ベルトトランセクト法	スノーケル	D.L. ±0 ~ -3m 程度 <sup>注1)</sup>	施工年度に準ずる	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 水中写真 構造形態 サンゴ(総被度、上位3種類の構成種、群体形)・ソフトコーラル(総被度、上位3種類の構成種)・海藻草類(総被度、上位3種類の構成種) サンゴの群体形 白化の段階 オニヒトデの個体数
	スクーバ	地形条件や水深条件の制約があり、スノーケルでは観察できない水深(場所)	-	

注 1) 透明度が低い場合には、観察可能な水深帯が制限される場合もある

2) セグメント: 全調査区間に対して、部分的な調査区間の単位を示す

#### 各調査項目の記録方法

##### ・調査年月日・天候

調査年月日と天候を記録する。

##### ・調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

##### ・水中写真

各セグメントで特徴的な景観を撮影する。

##### ・構造形態

直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。

#### ・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類

広域調査では、表 3-7 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類の各セグメントでの総被度、上位 3 種類の構成種を記録する。

本調査では、サンゴの分布状況の概略を求めることがおもな目的であるため、種名が明らかに判別できる場合を除いて、基本的には科または属レベルで同定した結果を記録する。

#### ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

#### ・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

#### ・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

#### ・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果を表 3-26 のように整理する。さらに、図 3-15 のようにサンゴの分布概要図（ハビタットマップ）を作成する。必要に応じて、海藻草類の被度等の分布図を作成する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要な環境の現況（概略）の基礎資料
- ・経年変化の検討
- ・断面調査等により、さらに詳細な調査をする際の基礎資料
- ・サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料



表 3-26 一覧表 (ベルトトランセクト法) の整理イメージ

調査年月日 (20××年×月×日)、天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属: )				
調査構造物	防波堤 (港内側)			
施工年度	H14 <sup>注1)</sup>	H14	H13	...
セグメントNo.	1-1	1-2	1-3	...
構造形態	消波ブロック	直立型構造物	直立型構造物	...
サンゴ総被度	10%	5%	+	...
上位種 1	ミドリイシ属	被覆状コモンサンゴ属	被覆状コモンサンゴ属	...
2	アナサンゴ属 (被覆状)	キクメイシ科	キクメイシ科	
3		ミドリイシ属	ミドリイシ属	
ソフトコーラル総被度	5%	10%	10%	...
上位種 1	ウミキノコ属	ウミキノコ属	ウミキノコ属	...
2		カタサカ属	カタサカ属	
3				
海藻草類総被度	40%	50%	70%	...
上位種 1	Algal turf	Algal turf	Algal turf	...
2	サビ亜科	サビ亜科	サビ亜科	
3	イワノカワ科	イワノカワ科	イワノカワ科	
調査所見	-	-	-	...
白化の段階	0	0	0	...
オニヒトデの個体数	0	0	0	...

注 1) 観察区間の分割: 延長が100mを超える場合やサンゴの成育状況に変化がみられる場合は適宜分割する。

2) 被度の凡例: R; 1%未満、+ ; 1%以上5%未満

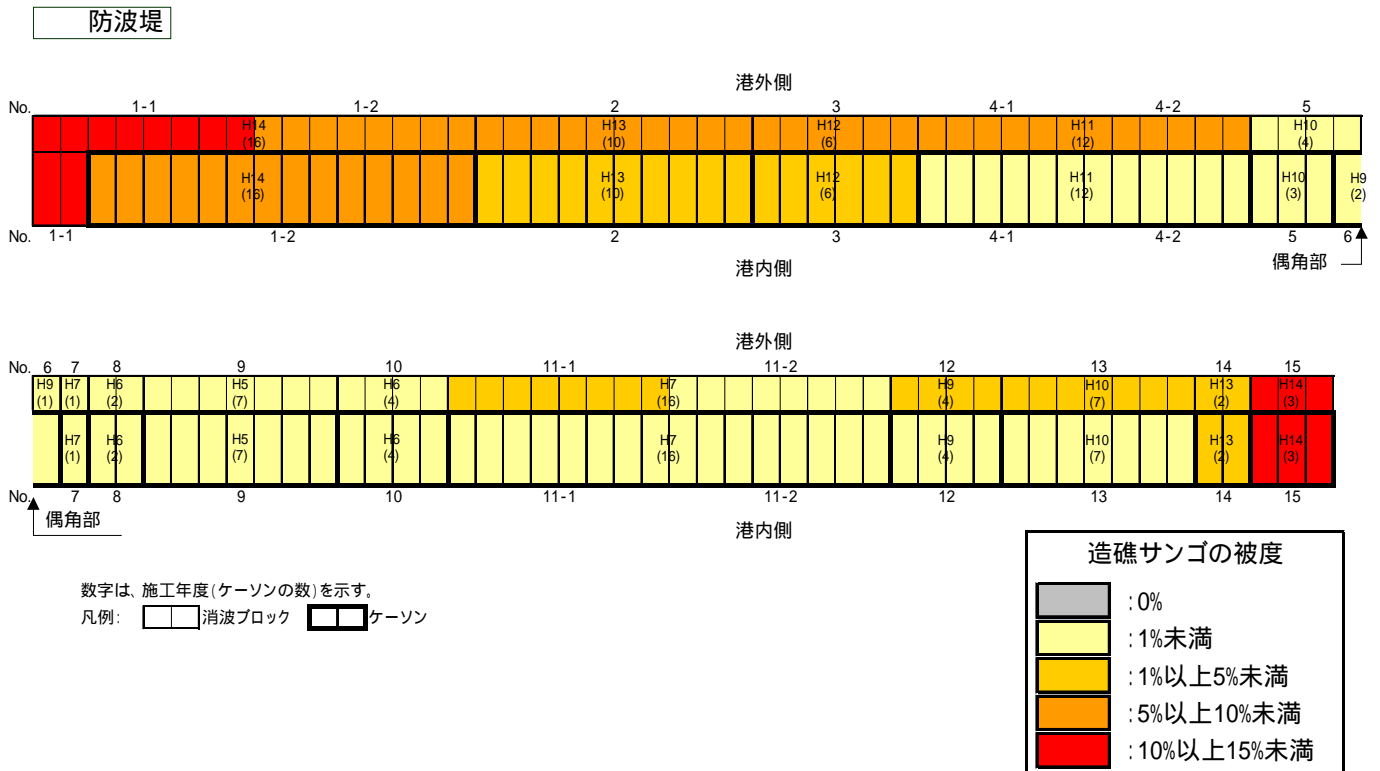


図 3-15 作図による整理イメージ

## 断面調査

【概略】人工構造物における断面的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。

### 調査方法

#### 調査測線位置の設定

調査測線は、広域調査結果や防波堤等の法線計画を参考として、構造物に対して直角方向に設定することを基本とする。測線の設定数は、構造物毎に1~2測線を基本とする。防波堤の場合、一般的に港内側、港外側でサンゴの成育状況が異なるため、別途調査測線を設ける。設定した測線は経年変化を追跡するために、始点、終点にコンクリート釘などで目印を付け永久測線として活用できるようにする。

図3-20のような被度を呈する防波堤の場合、例えば被度が10%以上と比較的高い端部、被度の低い中央部の港内外に測線を1測線ずつ(計4測線)設定することが考えられる。

#### 調査方法の選択

断面調査では、ベルトトランセクト法によりサンゴ等の詳細な調査を行うことが目的であるため基本的にスクーバで調査を行う。

表3-27にベルトトランセクト法(pp.128-129参照)による断面調査内容を示す。

表3-26 ベルトトランセクト法による断面調査内容

調査方法						記録項目
方法	測線の延長	測線の設定数	観察幅	セグメント <sup>注)</sup>		
ベルトトランセクト法	スクーバ	D.L.±0 ~マウンド天端 までの延長	防波堤 毎に1~ 2測線 (港内、 港外を 分ける)	2m(左 右1m) を原則と する	1mを 原則と する	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水中写真 構造形態 サンゴ(総被度、種類別被度、群体型)・ソ フトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻類 (総被度、種類別被度) サンゴの群体型 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項

注)セグメント:全調査区間に対して、部分的な調査区間の単位を示す

### 各調査項目の記録方法

- ・調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・ 緯度、経度

測線の基点位置の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

- ・ 水中写真

各セグメントで、測線の名称および水深を示したプレートとともに景観を 1~2 枚撮影する。

- ・ 構造形態

直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。

- ・ サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類

断面調査では、表 3-17 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類の各セグメントでの総被度、種類別被度を記録する。

ベルトトランセクト法では測線上のサンゴの分布状況を広域調査よりも詳細に把握することが目的であり、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。

- ・ サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

- ・ 白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

- ・ サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

- ・ オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup> を活用した調査を行う。

- ・ シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

- ・ 特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果は表 3-28 のように整理し、これに基づき図 3-16 のようにサンゴの分布状況と、構造物の模式図を併記した断面図を作成する。必要に応じて、ソフトコーラル、海藻草類等の分布断面図を作成する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・経年変化の検討
- ・定点調査地点を決める際の基礎資料
- ・サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-28 断面調査結果の整理イメージ

調査日時(20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )								
測線名		L- : 防波堤、港内側						
区分	科	水深 D.L.(m)	±0 ~-1	-1 ~-2	-2 ~-3	...	-9 ~-10	
		構造形態	直立	直立	直立	...	被覆石	
サンゴ								
イシサンゴ目	ハナヤサイサンゴ	ショウガサンゴ				...	R	
		ハナヤサイサンゴ属		R				
	ミドリイシ	コモンサンゴ属(樹枝状)			R			
		コモンサンゴ属(被覆状)			R			
		ミドリイシ属(卓状)		R				
		ミドリイシ属(樹枝状)					R	
		ミドリイシ属(散房花状)	20	35	30		R	
	ハマサンゴ	ハマサンゴ属(塊状)	R	+				R
		ハマサンゴ属(その他)	R		+			
	クサビライシ	クサビライシ属						R
キクメイシ	キクメイシ属			R		R		
	カメノコキクメイシ属			R				
イシサンゴ目以外	-	アナサンゴモドキ属(被覆状)		+	+		R	
総被度(%)			20	45	35	...	+	
ソフトコーラル								
ソフトコーラル類	-	ソフトコーラル類	+			...	+	
総被度(%)			+	0	0	...	+	
海藻草類								
海藻類	アオサ	アオノリ属	R	R	R	...		
		アオサ属	R	R	R			
	...	...	...					
		無節サンゴモ類	+	R	R	...	R	
		その他の微小藻類	20	30	50	...	50	
総被度(%)			25	35	60	...	65	
白化の段階			0	0	0	...	0	
サンゴ加入度						...		
オニヒトデの個体数(個体/2m <sup>2</sup> )			0	0	0	...	1	
シロレイシガイダマシ類の分布状況						...		
特記事項			特に無し。					

注 1)被度の凡例; R;1%未満、+ ;1%以上5%未満

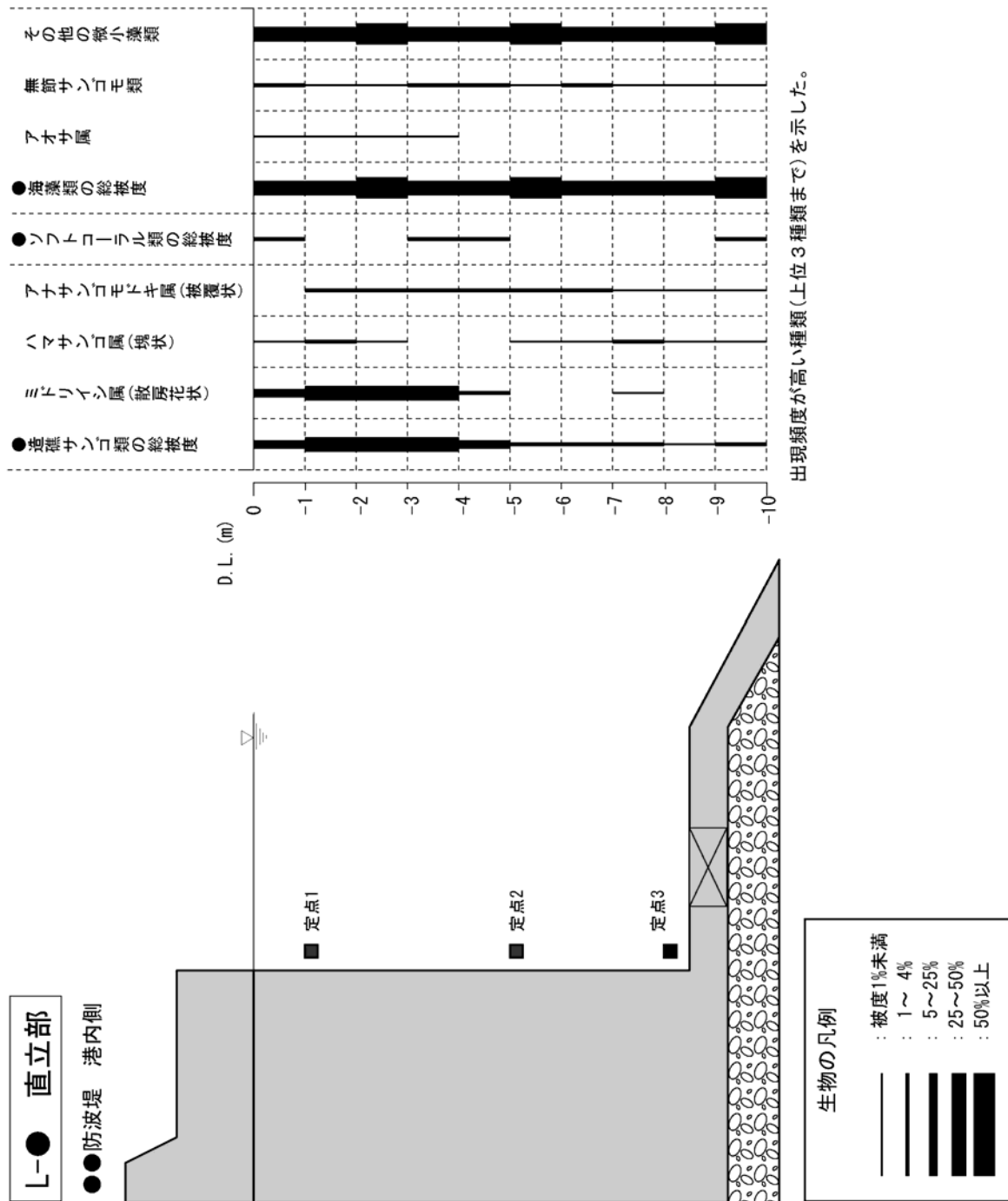


図 3-16 作図による整理イメージ

## 定点調査

【概略】人工構造物における点的なサンゴ礁群集の分布状況を詳細に把握する。

### 調査方法

#### 調査定点位置の設定

定点の位置は広域、断面調査結果や防波堤等の法線計画、工事の影響が及ぶと想定される範囲、水深等の物理条件を考慮して設定する。本手引きでは、断面調査測線上または測線近傍の異なる水深帯に定点を3地点設置することを基本とする。基盤の傾きは光条件等をそろえるため、0°(水平)～45°を基本とする。設定した定点において継続的に追跡するためコンクリート釘などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。

水深の違いを考慮してサンゴの育成状況を詳細に調べるには、例えば図 3-16 のような場合 D.L. -2、-5、-8mに1地点ずつ配置することが考えられる。

なお、定点を再設定する場合の考え方については p.36 参照。

#### 調査方法の選択

定点調査では、コドラート法により詳細な調査を行うことが目的であり基本的にスクーバで調査を行う。

表 3-29 にコドラート法 (p.130 参照) による定点調査内容を示す。

表 3-28 定点調査方法の概要および記録項目

場所	調査方法			記録項目
	方法	定点の設定数	観察範囲	
消波ブロック	コドラート法	調査測線毎に3地点を基本とする	0.5m × 0.5mを原則とする	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 構造形態 浮泥の堆積状況 サンゴ(総被度、種類別被度、群体形、群体数、最大径、死サンゴの総被度)、ソフトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度)、大型底生動物(種類別個体数) サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項
直立型構造物			1m × 1mを原則とする	
その他(被覆石・ブロック)			1m × 1mを原則とする	

### 各査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・ 緯度、経度

断面調査測線上以外の点に定点調査地点を設定した場合には、緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

- ・ 水深・時刻

各定点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L. 水深に換算する。

- ・ 水中写真

各定点とも、定点の名称を示したプレートとともに観察範囲（1m×1m）が写真 1 枚に収まるよう基盤に対して垂直方向から可能な限り大きく撮影する。懸濁物等の影響で写真が不明瞭となる場合や後に写真から被度を求めようとする場合などには 1m×1m の範囲を 0.5m×0.5m に 4 分割して撮影する。

現場で詳しい同定が困難な場合には接写撮影し、後に種類を確認することが考えられる。

- ・ 構造形態

直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。

- ・ 浮泥の堆積状況

浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

- ・ サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物

定点調査では、表 3-20 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物の被度等を記録する。なお、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。工事等の影響監視が主たる目的の場合は、サンゴのマッピングを行う。

- ・ サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

- ・ 白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

- ・ サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

- ・ オニヒトデの個体数



オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

- ・ シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

- ・ 特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果は表 3-30 のように整理する。また、図 3-16 に示した例のように断面調査の調査測線上での定点の概略的な位置をプロットする。マッピングの結果については、図 3-14 のように整理する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要な環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・ 経年変化の検討
- ・ 天然礁および人工構造物の地点間での比較検討
- ・ サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-30 定点調査結果の整理イメージ (例: サング)

調査日時(20××年×月×日)、天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属: )										
No.	区分	科	定点名	定点1			定点2			...
			No.	1	2	3	1	2	3	...
			水深 D.L.(m)	-2			-5			...
			構造形態	直立型構造物			直立型構造物			...
1	イシサング目	ハナヤサイサング	ヘラジカハナヤサイサング				R	+	R	...
2			ハナヤサイサング属(準塊状)				R			
3		ミドリイシ	コモンサング属(被覆状)				10	5	30	
4			ミドリイシ属(散房花状)	5	10	30				
5			ミドリイシ属(その他)	R	R	R	R	+	R	
6			アナサング属				+	R	+	
7		ハマサング	ハマサング属(塊状)	R	+	+	R	R	R	
8			ハマサング属(その他)	R			R		R	
9		キクメイシ	キクメイシ属	R		R	R		R	
10			カメノコキクメイシ属		R	R				
11	イシサング目以外	-	アナサングモドキ属	+	R	+	R	R	R	
総被度(%)				10	15	40	20	10	40	...
群体数(群体/m <sup>2</sup> )				25	15	10	18	30	11	...
最大径(cm)				10	15	35	25	15	33	...
死サングの総被度(%)				0	R	R	R	0	0	...
浮泥の堆積状況										...
白化の段階				0	0	0	0	0	0	...
サング加入度										...
オニヒトデの個体数(個体/m <sup>2</sup> )				0	0	0	0	0	0	...
シロレイシガイダマシ類の分布状況										...
特記事項				特に無し。						

被度の凡例; R;1%未満、+ ;1%以上5%未満

#### 4)水質調査等

表 3-31 に調査時の一般調査項目、表 3-32 に水質調査等項目と調査方法をそれぞれ示す。

##### 一般調査項目

一般調査項目については調査時の基本的な調査として行う。

##### 水質調査等項目

###### 連続・定点調査

連続・定点調査では、サンゴの成育状況に影響を与える基本的な項目として水温を長期的かつ連続的に調査し、サンゴの分布状況との関係を把握する。サンゴは低塩分の影響も受けやすいことから、河口部など局所的に陸水が流入する地点では塩分を連続的にモニタリングすることが望ましい。

###### 定期・空間分布調査

定期・空間分布調査では、水温、塩分、水中光量、濁度、透明度の測定を基本的な調査として行う。その他の項目については必要に応じ項目を追加して調査する。

###### その他

水質以外の項目として、必要に応じて SPSS(底質中懸濁物質含量)の項目を追加して調査する。SPSS は沖縄県における赤土モニタリングの標準手法として位置づけられ、沿岸海域での調査で多用されている。測定原理からすると、赤土だけでなくそれ以外の物質も含めた底質中の懸濁物質含量として把握することができる。

表 3-31 一般調査項目および調査方法

記録項目	調査方法	備考
調査年月日	-	-
調査責任者名および所属	-	-
潮汐状況	-	-
緯度、経度	-	-
天候	-	-
水深・時刻	-	-
気温	JIS K 0102(1998) 7.1	-
水色	(財)日本色彩研究所 標準色カード等	-
風向・風速	風向・風速計	-
波高	目視観測	-
雲量		-
風浪階級	海洋観測指針(1981)11.2.2	表 3-33参照
試料の概観	目視観測	-
試料の臭気	JIS K 0102(1998) 10.1	-
使用機器の詳細	-	-
試料保存処理方法および分析までの過程	-	-
工事および汚濁負荷源の状況	目視観測	-

表 3-32 水質調査等項目および調査方法

項目		調査方法				備考	
区分	項目	使用機器	観測頻度	観測水深	試験方法		
連続・定点調査	水温	メモリ式 水温計	1回/30分を基 本とする	上層、下層(必要 に応じて中層)	-	基本的な調査とし て行う。	
	塩分	メモリ式 塩分計	1回/30分を基 本とする	上層(必要に応じ て中層、下層)		必要に応じて項 目を追加する。	
	水温	CTD計等		表層から底層ま で1m間隔で測定		基本的な調査とし て行う。	
	塩分	CTD計等					
	水中光量	光子計					
	濁度	濁度計					
	透明度	透明度板					
	pH(水素イオン濃度)				海洋観測指針(1999)3.2		
	COD(化学的酸素要求量)				JIS K 0102(1998) 12.1		
	T-N(全窒素)				JIS K 0102(1998) 17		
定期・空間分布調査	T-P(全リン)		満潮時(上げ 潮時)および 干潮時(下げ 潮時)に観測 することを基 本とする		JIS K 0102(1998) 45.2、45.3または45.4		
	SS(浮遊物質)				JIS K 0102(1998) 46.3		
	NO <sub>3</sub> -N(硝酸態窒素)				昭和46年12月28日環境庁告示第59号 付表8		
	NO <sub>2</sub> -N(亜硝酸態窒素)				JIS K 0102(1998) 43.2.3		
	NH <sub>4</sub> -N(アンモニウム態窒素)			上層(必要に応じ て中層、下層)	JIS K 0102(1998) 43.1.1	必要に応じて項 目を追加する。	
	PO <sub>4</sub> -P(リン酸態リン)				JIS K 0102(1998) 42.2または上水試験方法1993 -2.9.3		
	Chl-a(クロロフィル-a)				JIS K 0102(1998) 46.1.2		
	有害化学物質				アセトン抽出蛍光光度法 他		
	SPSS(底質中懸濁物質含量)					-	
	その他						

注 1)「上層」:D.L.-1~-3m程度(サンゴの被度が高い水深)、「中層」:1/2水深、「下層」:海底付近

2)有害化学物質は表層0.5mと下層(海底付近)の調査を行う

## 各調査項目の記録方法

### )一般調査項目

- ・ 調査年月日

調査年月日を記録する。

- ・ 調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・ 潮汐状況

潮汐状況、上げ潮、下げ潮、観測時間帯を記録する。

- ・ 緯度、経度

各調査地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

- ・ 天候

各地点での天候を記録する。

- ・ 水深・時刻

各調査地点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L.水深に換算する。

- ・ 気温、水色、風向・風速、試料の臭気

表 3-31 の方法に従って調査、記録する。

- ・ 波高

目視観察により平均的な波高を記録する。

- ・ 雲量

空の面積に対して、雲の面積が占める割合を記録する。雲量は 0～10 までの 11 段階で表す。例えば、空に雲一つない場合は雲量が 0 となり、雲が 1 割程度であれば雲量は 1 となる。雲が空一面を覆い青空がみえない場合は雲量 10 となる。

- ・ 風浪階級

風浪階級は表 3-33 に示す階級で記録する。

表 3-33 風浪階級区分（気象庁編、1981）<sup>33)</sup>をもとに作成

風浪階級	風浪階級の説明	波の高さ(m)
0	鏡のようになめらかである	0
1	さざ波がある	0～0.1
2	やや波がある	0.1～0.5
3	やや波がある	0.5～1.25
4	かなり波がある	1.25～2.5
5	波がやや高い	2.5～4
6	波がかなり高い	4～6
7	相当荒れている	6～9
8	非常に荒れている	9～14
9	異常な状態	14<

・ 試料の概観

目立った粒子状物質等の概観（色、形状）について記録する。

・ 使用機器の詳細

現場で得られたデータの信頼性を確認するため、おもな使用機器名および型番、測定精度を記録する。現場でキャリブレーション（精度チェック）を行った場合には、その方法と結果を記録する。本項目については、報告書の「調査概要」にて示すものとする。

・ 試料保存処理方法および分析までの過程

採水した試料の保存処理の方法と分析までの過程を記録する。

・ 工事および汚濁負荷源の状況

調査地点周辺で港湾工事等が行われている場合はその場所の概要と可能であれば工種を記録する。また、調査地点付近で汚濁負荷源と考えられるものがあればその状況を記録する。

)水質調査等項目

連続・定点調査

・ 水温

水温は、サンゴ礁群集の衰退と回復に関する重要な項目であり、基本的な調査項目として連続観測を行う。

観測水深は、上層（D.L.-1～-3m程度）、下層（海底付近）の2水深を基本とする。上層については断面調査結果等を参考にして、最もサンゴの被度が高い水深に設置する。必要に応じて中層（1/2水深）の調査を行う。水温計の回収時には、同時に別途水温計を設置して、継続的にモニタリングできるようにする。測定頻度は1回/30分に設定することを基本とする。

図 3-17 に小型メモリ式水温計の例を示す。例に示した水温計は小型で軽量のため、断面調査や定点調査地点の目印として打ち込んだ鉄筋棒等に固定することができる。



仕様	
項目	内容
メモリ	64Kバイト(12bit計測で約42000点)
測定間隔	1秒～18時間
計測範囲	- 20 ～ + 70
精度	±0.2 (0 ～ + 50 )
分解能	12ビット(0.02 at + 25 )
耐圧深度	水中120m
寸法/重量	30 x 114mmL/42g

(ホボ ウォータテンププロ U22-001 型、Onset 社製)

図 3-17 小型メモリ式水温計 (例)

#### ・塩分 (電気伝導度)

塩分 (電気伝導度) は、塩分低下の影響を受けやすい場所でのサンゴの成育状況との関係等を把握する際に連続観測を行う。

観測水深は、上層 (D.L. -1 ~ -3m 程度) の 1 水深を基本とする。必要に応じて中層 (1/2 水深)、下層 (海底付近) の調査を行う。水温計の回収時には同時に別途水温計を設置して、継続的にモニタリングできるようにする。測定頻度は 1 回/30 分に設定することを基本とする。

塩分計のセンサーは、生物付着等が付着すると正確に計測できなくなるため一般に 1~2 週間ごとのメンテナンスが必要である。なお、測定の度にワイパーで自動清掃するタイプの機器もあり、連続観測可能な期間を考慮してメンテナンス計画を立てる。実際には、塩分の連続観測はサンゴに影響を及ぼすと考えられる出水期などに焦点を絞って調査を行うことが現実的である。

図 3-18 に小型メモリ式塩分計 (電気伝導度計) の例を示す。塩分計についても、断面調査や定点調査地点の目印として打ち込んだ鉄筋棒等に固定することが考えられる。



仕様	
項目	内容
メモリ	2Mバイト(178439点)
測定間隔	1分～255分
計測範囲	0～60mS/cm
精度	±0.05mS/cm
分解能	0.003mS/cm
耐圧深度	100m水深相当
寸法/重量	60 x 431mmL/1.8kg(空中)、0.8kg(水中)
備考	ピストン式ワイパーによる自動清掃機能

(Compact-CTW、アレック電子(株)製)

図 3-18 小型メモリ式電気伝導度計(例)

#### 定期・空間分布調査

##### ・水温、塩分、水中光量、濁度、透明度

水温、塩分、水中光量、濁度、透明度は、サンゴ群集の衰退と回復に関係する重要な項目であり、基本的な調査項目として観測を行う。

観測水深は、海面下 0.5m から 1m 間隔で海底まで観測することを基本とする。同時に透明度も観測する。観測頻度は、満潮時(上げ潮時)および干潮時(下げ潮時)に観測することを基本とする。

##### ・その他の水質項目

その他の水質項目については、サンゴ礁群集の分布との関係をより詳しく調べる必要がある際に調査を行う。

観測水深は、上層(D.L.-1～-3m程度)の1水深を基本とする。必要に応じて中層(1/2水深)、下層(海底付近)の調査を行う。有害化学物質の調査においては表層0.5mと下層(海底付近)の調査を行う。観測頻度は、満潮時(上げ潮時)および干潮時(下げ潮時)に観測することを基本とする。

なお、ウスエダミドリイシの稚サンゴを用いたDCMU(ジウロン)他2種類の代表的な有害物質の影響を曝露実験で調べた結果、例えばジウロンへの10日間の曝露では1μg/lで褐虫藻の減少、100μg/lでは軟組織が骨格から離脱したという報告もある(渡辺・安村、2005)<sup>34</sup>。一般に陸水の影響を受けやすい河口域や排水路周辺等は、有害化学物質が流入、残留しやすい場所でありサンゴ群集の衰退の一因となっている可能性もあるため、必要に応じて調査項目を追加する。



その他

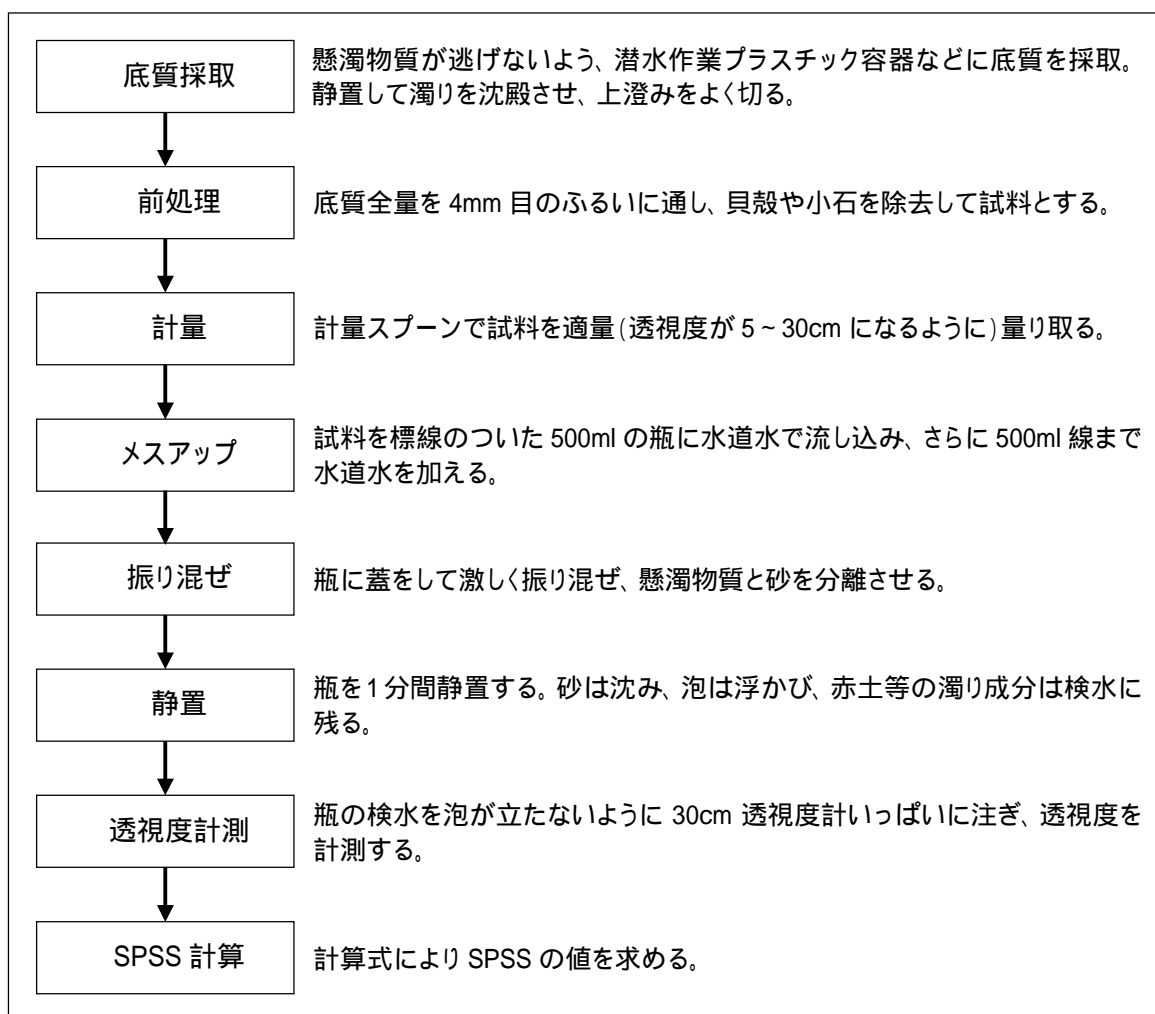
・ SPSS

SPSS はサンゴ礁群集の分布との関係をより詳しく調べる必要がある際に調査を行う。図 3-19 に測定方法を示す。測定方法等の詳細については沖縄県環境衛生研究所ホームページ(2001)<sup>35)</sup>、大見謝(2003)<sup>36)</sup>等を参考にする。

SPSS と底質状況、サンゴ礁群集との関係については表 3-34 のとおりであり、これを参考にして調査地点周辺の環境条件を評価する。

表 3-34 SPSS と底質状況、サンゴ礁群集との関係(大見謝、2003)<sup>36)</sup>

SPSS (kg/m <sup>3</sup> )			底質状況とその他参考事項
ランク	下限	上限	
1	-	< 0.4	水中で砂をかき混ぜてもほとんど濁らない。 白砂がひろがり生物活動はあまりみられない。
2	0.4	< 1	水中で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりを確認しにくい。 白砂がひろがり生物活動はあまりみられない。
3	1	< 5	水中で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系がみられる。
4	5	< 10	見た目ではわからないが、水中で砂をかき混ぜると懸濁物質で海が濁る。 生き生きとしたサンゴ礁生態系がみられる。透明度良好。
5a	10	< 30	注意してみると底質表面に懸濁物質の存在がわかる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系のSPSS上限ランク。
5b	30	< 50	底質表面にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。 透明度が悪くなり、サンゴ被度に悪影響が出始める。
6	50	< 200	一見して赤土等の堆積がわかる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。 ランク6以上は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
7	200	< 400	干潟では靴底の模様がくっきりつく。赤土等の堆積が著しいがまだ砂を確認できる。 樹枝状ミドリイシ類の大きな群体はみられず、塊状サンゴの出現割合が増加。
8	400	-	立つと足がめり込む。見た目は泥そのもので砂を確認できない。 赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。



注) 計算式

次式を用いて SPSS を算出する。

$$C = (1718 \div T - 17.8) \div S \times D$$

C: SPSS (kg/m<sup>2</sup>)、T: 透視度 (cm)、S: 検査に用いた底質試料の容量 (ml)

D 希釈倍率 (希釈していないときは 1)

図 3-19 SPSS の測定方法 (大見謝、2003)<sup>36)</sup>

### 結果の整理方法

調査結果は表 3-35～36 のように整理する。さらに、連続観測データについては経時変化のグラフ、鉛直データについては鉛直分布のグラフ、水質の分析項目については面的な分布図等を作成する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況 (詳細) の基礎資料
- ・ 水質の面的な分布状況の把握およびサンゴの生育状況との関係の検討
- ・ 経年変化の検討
- ・ サンゴの生育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

表 3-35 一般調査項目調査結果の整理イメージ

調査年月日(20××年×月×日)					
調査責任者名および所属(氏名: 、所属: )					
潮汐状況(大潮、上げ潮時、 : ~ : )					
項目		St.1	St.2	...	St.
緯度、経度	N	...	...	...	...
	E	...	...	...	...
天候		曇	曇	...	...
水深 D.L.(m)		-8.0	-5.5	...	...
時刻		:	:	...	...
気温		27.0	27.2	...	...
水色		5G 6/8	5G 6/8	...	...
風向・風速		北東・3.2m	北東・2.6m	...	...
波高		0.5m	0.5m	...	...
雲量		5	6	...	...
風浪階級		1	1	...	...
試料の概観		無色透明	無色透明	...	...
試料の臭気		無し	無し	...	...
試料の保存方法および分析までの過程		採取直後に氷を入れたクーラボックスで保存し、翌日速やかに分析に供した。			
工事および汚濁負荷源の状況		川からの負荷	地先に床掘工	...	...

表 3-36(1) 連続・定点調査結果整理イメージ(水温)

調査期間(20××年×月×日~20 年 月 日)					
調査責任者名および所属(氏名: 、所属: )					
年月日	時刻	St.1		...	
		上層 D.L.-2m	下層 D.L.-8m	...	...
20××/×/×	0:00	27.5	26.3	...	...
20××/×/×	0:30	27.5	26.5	...	...
20××/×/×	1:00	27.5	26.5	...	...
20××/×/×	1:30	27.7	26.5	...	...
20××/×/×	2:00	27.8	26.5	...	...
20××/×/×	2:30	27.5	26.4	...	...
20××/×/×	3:00	27.5	26.5	...	...
20××/×/×	3:30	27.8	26.5	...	...
20××/×/×	4:00	27.8	26.4	...	...
20××/×/×	4:30	27.6	26.7	...	...
20××/×/×	5:00	27.6	26.5	...	...
...	...	...	...	...	...

表 3-36(2) 定期空間分布結果整理イメージ (基本項目)

調査年月日 (20 × × 年 × 月 × 日)					
調査責任者名および所属 (氏名: 、所属: )					
潮汐状況 (大潮、上げ潮時、 : ~ : )					
透明度: m					
実測水深 (m)	水深 D.L. (m)	St.1			
		水温 ( )	塩分 (psu)	水中光量 ( $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ )	濁度 (度)
0	+2	28.1	...	...	...
1	+1	27.7	...	...	...
2	$\pm 0$	27.5	...	...	...
3	-1	27.5	...	...	...
4	-2	27.3	...	...	...
5	-3	27.4	...	...	...
6	-4	27.1	...	...	...
7	-5	26.8	...	...	...
8	-6	26.7	...	...	...
9	-7	26.5	...	...	...
10	-8	26.5	...	...	...

表 3-36(3) 定期空間分布結果整理イメージ (追加項目)

調査年月日 (20 × × 年 × 月 × 日)					
調査責任者名および所属 (氏名: 、所属: )					
潮汐状況 (大潮、上げ潮時、 : ~ : )					
項目	単位	St.1	St.2	...	St.
		上層 D.L.-2m	上層 D.L.-1.5m	...	上層 D.L.-1m
pH	-	8.3	8.2	...	...
COD	mg/l	1.1	1.3	...	...
T-N	mg/l	0.11	0.13	...	...
T-P	mg/l	0.010	0.012	...	...
SS	mg/l	1.0	1.2	...	...
...	...	...	...	...	...

### 5) ビデオ撮影

天然礁の地形および構造物とともに定期的にサンゴの成育状況を動画で記録しておくことが望ましい。得られた動画にはテロップ等を挿入し、調査時の海域環境の様子が分かり易いように編集し広報資料等として活用する。

また、今後は調査測線上を一定速度で撮影し、単位時間の動画からサンゴの被度を算出するビデオトランセクト法 (Hill・Wilkinson, 2004)<sup>29)</sup> 等についても検討することが考えられる。

### 3-2-3 . 調査時期および頻度

調査時期および調査頻度の目安を表 3-37 に示す。

サンゴ調査については、高水温に伴う白化現象の影響を把握するうえでは秋季が適しているとされているが (野村他, 2001)<sup>25)</sup>、台風等の影響で調査時期が大幅に遅れる恐れもある。継続的なモニタリング調査では経年変化を把握するため時期を固定することが重要であることから (環境省・日本サンゴ礁学会, 2004)<sup>26)</sup>、夏季から秋季の間の決まった月に調査を行うことを基本とする。なお、調査頻度は目安であって、実際には港湾整備のスケジュール等を十分に考慮して決める必要がある。

表 3-37 調査時期および頻度の目安

区分		調査時期	調査頻度	備考
サンゴ礁群集調査	広域調査	夏季から秋季の間	1回/5年	-
	断面調査		1回/1年	-
	定点調査		1回/1年	-
水質調査等	連続・定点調査	水温	通年	-
		塩分	出水期等	1回/1年
	定期・空間分布調査	夏季から冬季の間	1~2回/1年	連続観測水温計の設置、回収時等に計測
	その他 (SPSS等)			-

### 3-2-4 . 日常的な健康診断調査

港湾環境の管理や後述するサンゴ群集の保全・再生技術の開発等自然再生に関する事業を進めるにあたっては、地域の多様な主体の参加・連携 (パートナーシップ) が重要な視点としてあげられており (国土交通省港湾局監修, 2003)<sup>7)</sup>、今後サンゴ礁群集の健康診断調査にも導入していくことが望ましい。

具体的には、軽量の現場観測器による水温、塩分調査など日常的な調査について地元のボランティアや NPO など第三者の協力を得ることで、環境の変化が密に捉えられるものと期待される。このようにして取得されたデータにおいて何らかの異常がみられた場合については、専門家が適切な調査を実施し、必要に応じてサンゴ礁群集の健康診断調査の調査地点に追加することが考えられる。

### 3-2-5 . 総括

サンゴ礁群集の健康診断調査のまとめを表 3-38 に示す。

表3-38(1) サンゴ礁群集の健康診断調査(総括)その1

区分		規模	数量	調査方法		結果の整理活用方法		調査時期 および 調査頻度
対象	調査			方法	各調査項目の記録方法	整理方法	活用方法	
サンゴ礁群集調査 (天然礁)	広域調査	礁単位、 港湾計画上の ゾーン単位	礁、港湾計画 上のゾーンの 数量(距離・ス ポット)に対応 する	マンタ法	マンタ法 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類: ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科;科または属、その他;科) ・ソフトコーラル:総被度、(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り同定) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り同定) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の有無:0から4の段階(p.19 表3-9参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)	・一覧表 ・航跡図(観察ルート の軌跡)、調査地点 図(スポットチェック) ・ハビタットマップ(生 物分布図)	・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等 に必要な環境の現況(概略)の基礎資料 ・経年変化の検討 ・断面調査等により、さらに詳細な調査を する際の基礎資料 ・サンゴの成育への影響を予測するた めのモデル構築等のための基礎資料	調査時期 ・夏季から秋季の間の決 まった月(同時期に行うこと が重要) 調査頻度 ・1回/5年 程度
				スポットチェック法	スポットチェック法 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録、水深範囲・時 刻:各地点での水深範囲とその時の時刻 水中写真(地点名、代表的な生物相) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類: ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名、「同定レベル」ハナヤサイサンゴ 科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科;科または属、その他;科) ・ソフトコーラル:総被度、(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り 同定) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り同定) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 成育・生育型: から の類型(p.24 表3-11参照) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: から の段階(p.25 表3-12参照) 大型卓状ミドリイシのサイズ:長径上位5群体の大きさ オニヒトデの発生状態:15分間でのオニヒトデの個体数(2個体以上確認された場合は、優占サイズ・サイズ範囲を記録) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)			
				マンタ法:まずマンタ法を基本 とした調査を行う。マンタ法で観 察が困難な水深帯(場所)につ いては徒歩、スノーケル、スクー バで対応する。 スポットチェック法:水深に応 じて徒歩、スノーケル、スクーバ を使い分ける。 観察水深 マンタ法:観察可能な水深(観 察の精度が確保できる範囲) スポットチェック法:適宜。 セグメント・範囲等 マンタ法:100m程度を目安と する(適宜セグメントの距離を調 整し、効率よく調査を行う)。 スポットチェック法:およそ50m 四方の範囲を15分間(2名以上 で記録して平均化を行う)。				
サンゴ礁群集調査 (天然礁)	断面調査	礁単位	礁の特徴を把握 するために必要 な数量(測線)と する	ベルトトランセ クト法	調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 水深・時刻:各セグメントの始点および終点での水深とその時の時刻 水中写真:各セグメントの始点または終点で撮影(測線の名称および距離を示したプレート)、その他特徴的な景観等 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類: ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ 科、ハマサンゴ科;属または種、その他;属) ・ソフトコーラル:総被度、(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り同定) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り同定) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: から の段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: から の段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)	・一覧表 ・分布断面図	・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等 に必要な環境の現況(詳細)の基礎資料 ・経年変化の検討 ・人工構造物および天然礁の地点間での 比較検討 ・定点調査地点を決める際の基礎資料 ・サンゴの成育への影響を予測するた めのモデル構築等のための基礎資料	調査時期 ・夏季から秋季の間の決 まった月(同時期に行うこと が重要) 調査頻度 ・1回/1年 程度
				調査測線位置の設定:調査測 線は、広域調査結果や防波堤等 の法線計画を参考に波あたりの 条件や水深等の環境勾配が 生じている方向に設定するか、 汀線に直角または平行に設定 することを基本とする(永久測 線)。 調査測線の観察幅:左右1m の2mを基本とする セグメント:10mを原則とする (適宜セグメントの距離を調整 し、効率よく調査を行う)				
				調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度(測線上での基点からの距離):GPSで秒単位(小数点第二 位)まで記録 水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算) 水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(定点の名称を示したプレート) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート 浮泥の堆積状況: から の区分(p.37 表3-21参照) サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする) ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)、群体数、最大径 (最も大きい群体の長径) ・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: から の段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: から の段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)				
サンゴ礁群集調査 (天然礁)	定点調査	礁単位	礁の特徴を把握 するために必要 な数量(定点)と する	コドラート法	調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度(測線上での基点からの距離):GPSで秒単位(小数点第二 位)まで記録 水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算) 水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(定点の名称を示したプレート) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート 浮泥の堆積状況: から の区分(p.37 表3-21参照) サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする) ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)、群体数、最大径 (最も大きい群体の長径) ・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: から の段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: から の段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)	・一覧表 ・マッピング図(分布 図)	・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等 に必要な環境の現況(詳細)の基礎資料 ・経年変化の検討 ・人工構造物および天然礁の地点間での 比較検討 ・定点調査地点を決める際の基礎資料 ・サンゴの成育への影響を予測するた めのモデル構築等のための基礎資料	調査時期 ・夏季から秋季の間の決 まった月(同時期に行うこと が重要) 調査頻度 ・1回/1年 程度
				調査測線位置の設定:広域、 断面調査結果や防波堤等の法 線計画、工事の影響が及ぶと想 定される範囲、水深等の物理条 件を考慮して設定する。本手引 きでは、断面調査測線上または 測線近傍の異なる水深帯に定 点を3地点設置することを基本と する(永久コドラート)。 観察範囲:1m×1mを原則と する(1地点につき3箇所調査す ることが望ましい)。				
				調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度(測線上での基点からの距離):GPSで秒単位(小数点第二 位)まで記録 水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算) 水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(定点の名称を示したプレート) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート 浮泥の堆積状況: から の区分(p.37 表3-21参照) サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする) ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)、群体数、最大径 (最も大きい群体の長径) ・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: から の段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: から の段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)				

表3-38(2) サンゴ礁群集の健康診断調査(総括)その2

区分		規模	数量	調査方法		結果の整理活用方法		調査時期 および 調査頻度	
対象	調査			方法	各調査項目の記録方法	整理方法	活用方法		
サンゴ礁群集調査(人工構造物)	広域調査	構造物単位	構造物(防波堤、護岸等)の延長(距離)に対応する	ベルトトランセクト法	<p>調査範囲の設定:対象構造物の施工履歴図を作成し、施工年度別に調査を行う。</p> <p>調査方法の選択:構造物に対して一定水深幅を対象にスノーケルによるベルトトランセクト法を基本とし、観察が困難な水深帯(場所)については、徒歩、スクーバで対応する。</p> <p>観察水深幅:サンゴの被度が高いD.L.±0~-3m程度を基本とする。</p> <p>セグメント:同一年に施工された区間を一つのセグメントとして扱い、100mを超える場合やサンゴの成育状況に明らかな変化がみられる場合は適宜分割する。</p>	<p>調査年月日・天候、調査責任者名および所属、水中写真:各セグメントで特徴的な景観を撮影</p> <p>構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等)</p> <p>サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:</p> <p>・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科;科または属、その他;科)</p> <p>・ソフトコーラル:総被度、(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り同定)</p> <p>・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は10%間隔)、上位3種類の種類名(同定レベル:可能な限り同定)</p> <p>サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8)</p> <p>白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照)</p> <p>オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録</p> <p>特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)</p>	<p>・一覧表</p> <p>・ハビタットマップ(分布図)</p>	<p>・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況(概略)の基礎資料</p> <p>・経年変化の検討</p> <p>・断面調査等により、さらに詳細な調査をする際の基礎資料</p> <p>・サンゴの成育への影響を予測するためのモデル構築等のための基礎資料</p>	<p>調査時期</p> <p>・夏季から秋季の間の決まった月(同時期に行うことが重要)</p> <p>調査頻度</p> <p>・1回/5年 程度</p>
	断面調査	構造物単位	構造物(防波堤、護岸等)毎に1測線以上設定する	ベルトトランセクト法	<p>調査測線位置の設定:</p> <p>・広域調査結果、法線計画、水深等の物理条件を考慮して、構造物に対して直角方向に設定することを基本とする。</p> <p>・測線の設定数は、構造物毎に1~2測線を基本とする。</p> <p>・港内側、港外側に設ける。</p> <p>調査測線の幅:左右1mの2mを基本とする。</p> <p>鉛直方向のセグメント:1mを原則とする(適宜セグメントの距離を調整し、効率よく調査を行う)。</p>	<p>調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録、水深・時刻:各セグメントの始点および終点での水深とその時の時刻</p> <p>水中写真:各セグメントの始点または終点で撮影(測線の名称および距離を示したプレート)、その他特徴的な景観等</p> <p>構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等)</p> <p>サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:</p> <p>・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科;属または種、その他;属)</p> <p>・ソフトコーラル:総被度、(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り同定)</p> <p>・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り同定)</p> <p>サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8)</p> <p>白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照)</p> <p>サンゴ加入度: からの段階(p.25 表3-12参照)</p> <p>オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録</p> <p>シロレイシガイダマシ類の分布状況: からの段階(p.33 表3-19参照)</p> <p>特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)</p>	<p>・一覧表</p> <p>・分布断面図</p>	<p>・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況(詳細)の基礎資料</p> <p>・経年変化の検討</p> <p>・人工構造物および天然礁の地点間での比較検討</p> <p>・定点調査地点を決める際の基礎資料</p> <p>・サンゴの成育への影響を予測するためのモデル構築等のための基礎資料</p>	<p>調査時期</p> <p>・夏季から秋季の間の決まった月(同時期に行うことが重要)</p> <p>調査頻度</p> <p>・1回/1年 程度</p>
	定点調査	構造物単位	測線上の異なる水深に3地点(定点)設定する	コドラート法	<p>調査測線位置の設定:広域、断面調査結果や防波堤等の法線計画、工事の影響が及ぶと想定される範囲、水深等の物理条件を考慮して設定する。本手引きでは、断面調査測線上または測線近傍の異なる水深帯に定点を3地点設置することを基本とする。基盤の傾きは光条件等をそろえるため、0°(水平)~45°を基本とする。</p> <p>観察範囲:消波ブロックでは0.5m×0.5m、その他では1m×1mを原則とする。</p>	<p>調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度(測線上での基点からの距離):GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録</p> <p>水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算)</p> <p>水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(定点の名称を示したプレート)</p> <p>構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等)</p> <p>浮泥の堆積状況: からの区分(p.37 表3-21参照)</p> <p>サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする)</p> <p>・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)群体数、最大径(最も大きい群体の長さ)</p> <p>・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り)</p> <p>・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り)</p> <p>・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り)</p> <p>サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8)</p> <p>白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照)</p> <p>サンゴ加入度: からの段階(p.25 表3-12参照)</p> <p>オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録</p> <p>シロレイシガイダマシ類の分布状況: からの段階(p.33 表3-19参照)</p> <p>特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等)</p>	<p>・一覧表</p> <p>・マッピング図(分布図)</p>	<p>・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況(詳細)の基礎資料</p> <p>・経年変化の検討</p> <p>・人工構造物および天然礁の地点間での比較検討</p> <p>・サンゴの成育への影響を予測するためのモデル構築等のための基礎資料</p>	<p>調査時期</p> <p>・夏季から秋季の間の決まった月(同時期に行うことが重要)</p> <p>調査頻度</p> <p>・1回/1年 程度</p>
水質調査	連続・定点調査	礁、構造物単位		自動記録式計測機器	<p>一般調査項目</p> <p>調査年月日、調査責任者名および所属、潮汐状況、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録、天候:各地点での天候、水深、時刻:各地点での水深とその時の時刻(D.L.に換算)、気温、水色、風向・風速、試料の臭気:p.54 表3-31参照、波高:平均的な波高(目視観察)、雲量:空の面積に対して雲の占める割合、風浪階級:0から9の区分(p.57 表3-33参照)、試料の概観:目立った粒子状物質等の概観(色、形状)、使用機器の詳細:使用機器名、型番、測定精度、現場でのキャリブレーションの方法とその結果、試料保存処理の方法および分析までの過程、工事および汚濁負荷源の状況</p>				
	定期・広域調査	全域	調査水域の自然環境とサンゴ礁群集の健康診断調査位置等を考慮して必要数量(調査地点)設定する	現場観測器、採水・分析	<p>調査位置の設定:</p> <p>・港湾環境を網羅的に把握できるように水深、地形条件等を考慮して設定する。</p> <p>・定点調査におけるサンゴの成育状況との関係を解析する場合には定点調査地点の近傍に設定する。</p> <p>・工事等が水質やサンゴの成育状況に与える影響を的確に把握するにあたっては、工事の影響の及ぶ範囲を想定して設定する。</p>	<p>水質調査等項目(基本項目のみ詳細に示す)</p> <p>連続・定点調査</p> <p>水温・塩分:水温は基本項目として調査し、塩分は必要に応じて調査</p> <p>水温の観測水深:上層(D.L.-1~-3m程度)、下層(海底付近)の2水深を基本とする(サンゴは特に浅い水深での成育が活発であることから、上層については、断面調査結果等を参考にして、最もサンゴの被度が高い水深に設置する)。必要に応じて中層(1/2水深)の調査を行う。</p> <p>・測定頻度:1回/30分とし継続的に観測する。</p> <p>定期・広域調査</p> <p>水温、塩分、水中光量、濁度、透明度</p> <p>観測水深:海面下0.5mから1m間隔で海底まで観測(透明度を除く)</p> <p>・測定頻度:満潮時(上げ潮時)および干潮時(下げ潮時)に観測</p> <p>その他:必要に応じて調査</p>	<p>・一覧表</p> <p>・鉛直分布図、平面分布図、経年変化グラフ等</p>	<p>・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況(詳細)の基礎資料</p> <p>・水質の面的な分布状況の把握およびサンゴの成育状況との関係の検討</p> <p>・経年変化の検討</p> <p>・サンゴの成育への影響を予測するためのモデル構築等のための基礎資料</p>	<p>調査時期</p> <p>・水温: 通年</p> <p>・その他: 夏季から冬季の間の決まった月(同時期に行うことが重要)</p> <p>調査頻度</p> <p>・1~2回/1年 程度(水温計の設置、回収時等)</p>
	その他	全域			採取・分析				

### 3-3. サンゴ群集の保全・再生技術開発調査

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査では、仮説に基づいて計画・実施された環境保全措置としての技術の効果をモニタリングして的確に評価を行うとともに、その具体的な改善点等の知見をフィードバックできるような調査を行う。

#### 【解説】

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査は、仮説に基づいて計画・実施された環境保全措置としての技術の効果に係る知見が不十分な場合に行うものである。保全・再生技術の効果を効率よくモニタリングして的確に技術の評価を行うとともに、具体的な改善点等の知見を技術手法にフィードバックする。

自然再生の取り組みを進めるにあたっては、その技術の不確実性から事業の実施前の十分な検討はもちろんのこと、事業の着手後においても自然再生の状況をモニタリングし、その結果を事業に反映させる「順応的管理手法」を導入して進めていくことが求められている。サンゴ群集の保全・再生技術開発調査についても、土木工学的、生態学的視点から長期にモニタリング（5年以上が想定される）を実施し、その結果を技術手法（計画、設計、施工）にフィードバックして課題に対応していくことが重要である。

表 3-39 にサンゴ礁と共生する港湾整備を行っていくうえで、開発が想定される保全・再生技術の概要を示す。また以下に、実施計画を検討する際の保全・再生の基本的な考え方（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>2)</sup>を示す。

#### [ 保全 ]

保全は開発計画策定の最も初期段階で検討することが望ましい。開発対象地の選定段階であれば、予め価値の高いと判断されたサンゴ礁を避けて法線の設定を行う。ある程度開発計画が進んでいる場合には、対象海域のサンゴ礁の価値について評価し、保全すべきと判断された場合、サンゴ礁に及ぼす影響を回避または低減するために計画および法線の再検討を行う。

#### [ 再生 ]

再生は基本的にサンゴの成育場の面積拡大や多様性の回復を目的とする。目標とするサンゴ礁の姿を想定し、これを実現するための環境改善や構造物の改良計画を検討する。検討項目は、実施場所、断面・平面計画、構造・形状、概略的な施工計画等である。



表 3-39 開発が想定される保全・再生技術の概要（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>2)</sup>をもとに作成

手法内容					
保全	法線計画上の配慮		埋立てや防波堤建設計画予定地にサンゴ礁が存在する場合に法線計画上の配慮を行い、保全を図る。		
再生	サンゴ群集の直接的導入	幼生放流	サンゴの幼生を採取、育成、放流することにより、大量・確実な着生を図る。		
		幼サンゴの移植	サンゴの幼体が着生した人工基質を構造物やサンゴの少ない天然礁に移植し、増殖を図る。		
		サンゴ片の移植	サンゴの破片を水中ボンド等で構造物やサンゴの少ない天然礁に移植し、増殖を図る。		
		サンゴ群集の移築	サンゴ礁が埋立てや防波堤建設により消滅する場合に、サンゴ群集を移築する。		
	サンゴ群集の着生基質の形成	基質投入	安定基質の投入	海底が礁、砂地でサンゴが成育できない場所に、安定した基質（石材、ブロック等）を投入する。	
			浅場造成	深場への基質投入による浅場造成	水深が深く、サンゴが成育できない場合に、石材やブロック等で浅場を造成する。
		消波工法面の緩傾斜化		防波堤沖側の消波ブロックの法面勾配を緩傾斜にして浅場面積を増す。	
		消波工の小段設置		防波堤沖側の消波ブロックの法面に小段を設けて浅場面積を増す。	
		マウンドのかさ上げ		防波堤岸側のマウンドをかさ上げて浅場面積を増す。	
		護岸の緩傾斜化		船舶が接岸しない護岸は、直立護岸としないで、緩傾斜とするか、または前面に浅場を造成する。	
		表面加工	ブロックの凹凸加工	消波ブロック等の構造物の表面に凹凸加工を施し、サンゴ等の着生促進を図る。	
			ケーソン直立壁の凹凸加工	防波堤の岸側の直立壁に突起や棚を設けて、サンゴ等の着生場所を確保する。	
			基質表面の化学的処理	消波ブロック等の構造物にサンゴ等の着生促進物質を、塗布、添付する（研究開発段階）。	
		環境の改善	物理環境の多様化	ケーソンの凹凸配置	ケーソンを凹凸に配置し、法線を複雑化することで積極的なサンゴ礁の再生を行う。
				海水交換の促進	ケーソンの隙間配列
			通水型ケーソン		通水型ケーソン等を用いることで、港内の海水交換を促進する。

注) 本表には、実用化段階の技術、研究開発段階の技術、構想段階の技術が混在しており、実施に際しては対象海域の社会環境条件、自然環境条件を考慮した適応性の検討が必要である。

### 3-3-1 . 調査内容

本調査では、例として表 3-40 に示す技術開発調査について事例をもとに解説する。

新たな保全・再生技術開発調査を行う場合には、ここに示す事例等を参考にして目的別の調査内容、調査方法を立案することが望ましい。

表 3-40 サンゴ群集の保全・再生技術開発調査の調査内容（例）

技術区分	具体的な事例	おもな調査内容	調査方法
サンゴ群集の直接的導入技術	・サンゴ群集(サンゴ片、サンゴ群体)の移植(平良港、石垣港) ・サンゴ群集の移築(平良港)	移植・移築サンゴの被度、生残率の確認	技術適応場所周辺の目視観察
サンゴ群集の着生基質の形成技術	異形ブロックの凹凸加工(那覇港:エコブロック)	サンゴの加入、成育状況(被度、群体数)	
環境の改善技術	通水型防波堤(平良港:通水型ケーソン)	・サンゴの加入、成育状況(被度、群体数) ・魚介類の蛸集状況	

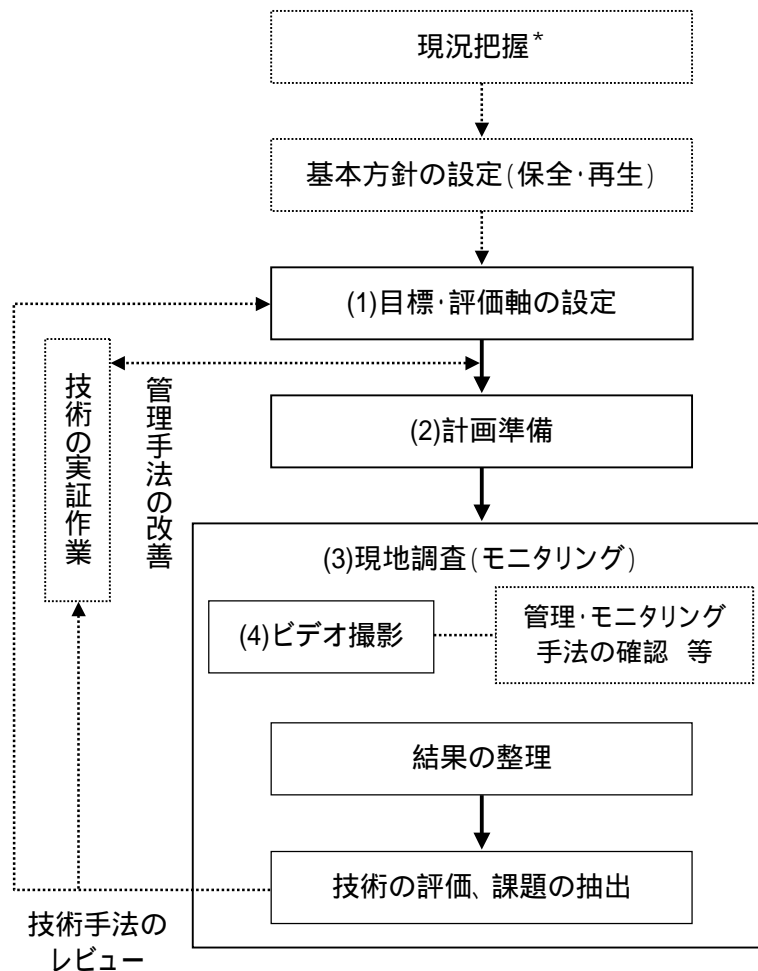
### 3-3-2 . 調査方法および結果の整理、活用方法

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査のフローを図 3-20 に示す。

参考のため「順応的管理」に関する定義について、海の自然再生ハンドブック 第 1 巻 総論編(国土交通省港湾局監修、2003)<sup>7)</sup> から抜粋して表 3-41 に示す。

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査においては、各技術の目標・評価軸を設定して実行していくことが重要である。モニタリング調査の結果、設定した目標が達せられていなかった場合、目標・評価軸の設定や管理手法にフィードバックする必要がある。

なお、技術の適用後何年目の結果を用いて最終的な評価をするかについては、対象とした技術の種類、技術適用場所の環境条件等の違いによって異なり、一般に生物相の安定状態を考慮して判断されることが多い。例えば、那覇港の防波堤におけるサンゴ群集の被度を用いた成長過程の解析結果からは、6 年目から 8 年目までの初期成長期とその後の安定成長期に分けられることが示されている(山本他、2002)<sup>37)</sup>。本結果は那覇港の防波堤という限られた知見ではあるものの、人工構造物上のサンゴの被度については 6 年から 8 年以上経過した安定成長期に最終的な評価を行うことを一つの目安とすることが想定される。



\* サンゴ礁群集の健康診断調査、アセスメント調査等既存の調査結果により把握する  
 実線：本手引きでの掲載範囲

図 3-20 サンゴ群集の保全・再生技術開発調査のフロー

表 3-41 「順応的管理」に関する定義（国土交通省港湾局監修、2003）<sup>7)</sup>

<p>「生物保全の生態学」( 鷲谷いづみ )</p> <p>順応的管理 ( Adaptive Management ) とは、対象に不確実性を認めたくえで、政策の実行を順応的な方法で、また多様な利害関係者の参加のもとに実施しようとする新しい公的システム管理の手法である。</p> <p>順応的管理においては、地域の開発や生態系管理を一種の実験とみなす。計画は仮説、事業は実験であり、監視の結果によって仮説の検証が試みられる。その結果に応じて、新たな計画 = 仮説を立て、よりよい働きかけを行うべく、事業の「改善」を行う。この管理手法では、科学的な立場からの意見をも含め、広く利害関係をもつ人々の間での合意を図るような合意形成システムを作ることが重視される。( 生物多様性の生態学：鷲谷いづみ )</p>
---

### PIANC による Adaptive Management の定義

出典：ECOLOGICAL ENGINEERING GUIDELINES FOR WETLAND RESTORATION ,PIANC EnviCom WG7 .

事業者は、自然再生の事業において、オフサイト（事業対象地区からはずれた外側の地区）からの影響伝播も含め、制御不可能な状況に陥ることを考慮しておかなければならない。それが、順応的管理の必要性である。事業が進むにつれ、こうした背景の変化に対応した最新の情報、技術を用いた修正が必要となる。

順応的管理は、下記の手順を踏む。

- ・ 目標の設定
- ・ 最新・最適の情報を用いて適切な管理手法を導入する。
- ・ 目標が達成されているかをモニタリングする。
- ・ 目標が達成されていない場合は、管理手法を修正する。必要であれば目標を修正する。

こうした手順は、あらかじめ決めた間隔で実行されるべきものである。

順応的管理により、管理者は、経験から学ぶこと、特性に影響する要因の変化に対応すること、管理手法を継続的に改善すること、管理が適正になされていることを示すことなどが可能となる。

### ラムサール会議による Adaptive Management の定義

出典：New Guidelines for management planning for Ramsar sites and other wetlands ,The Ramsar Convention on Wetlands , [http://www.ramsar.org/key\\_guide\\_mgt\\_new\\_e.htm](http://www.ramsar.org/key_guide_mgt_new_e.htm)

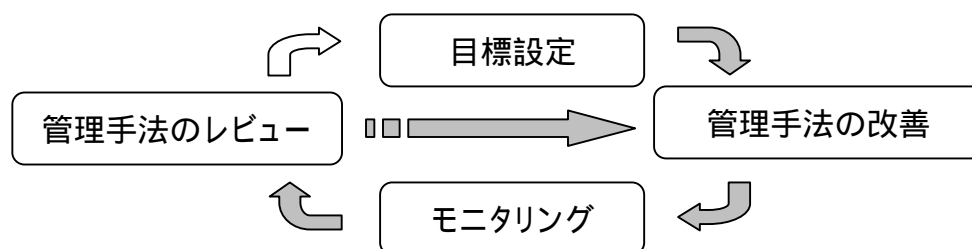
### 順応的管理（ Adaptive Management ）

政策の転換、資源の変動、自然の変化などに対応し、湿地を守るために管理者は柔軟な対応をしなければならない。

ラムサール会議が提唱する順応的管理は下図に示すとおりである。

- ） 管理目標が作成される。
- ） そのときの最良の管理手法が適用される。
- ） 目標が達成されているかどうか、モニタリングされる。
- ） 目標が達成されていなかったら、管理が軌道修正される。
- ） 軌道修正された管理が目標を達成したか、継続的にモニタリングされる。

特別な場合には目標を変える場合もありうる。



順応的管理サイクル

こうした順応的管理の手続きは、一定期間をおいて繰り返し行われる。その期間は、自然の変動等を参考に決定されるべきであるが、多くの国で定期的に行われている。特別な場合には、緊急に調査が行われるべきである。

こうした順応的管理により、

- ) 経験に学ぶこと
  - ) 特性に影響する要因の変化に対応すること
  - ) 管理手法を継続的に改善すること
  - ) 管理が適正になされていることを示すこと
- などが可能となる。

### (1) 目標・評価軸の設定

表 3-42 にサンゴ群集の直接的導入技術、サンゴ群集の着生基質の形成技術、環境の改善技術に関する具体的な事例をあげ、目標および評価軸の考え方を示す。

表 3-42 各事例における目標および評価軸の考え方（例）

技術区分	おもな事例	目標	評価軸
サンゴ群集の直接的導入技術	・サンゴ群集(サンゴ片、サンゴ群体)の移植(平良港、石垣港) ・サンゴ群集の移築(平良港)	サンゴの無性生殖を活用した増殖技術である移植、移築によりサンゴ生息場の移動・拡大を図る	移植・移築後のサンゴの成育状況(被度、群体数等)
サンゴ群集の着生基質の形成技術	異形ブロックの凹凸加工(那覇港:エコブロック)	サンゴの有性生殖による増殖過程を活用した基質表面の凹凸加工を施すことによりサンゴの着生促進を図る	サンゴの着生促進(被度、群体数)等
環境の改善技術	通水型防波堤(平良港)	防波堤に通水部を形成することで、海水流動を促進し、サンゴ幼生の着生や着生後の成長促進を図る	防波堤港内側における流動環境、サンゴの成育状況(被度、群体数等)、魚介類の蛸集状況等

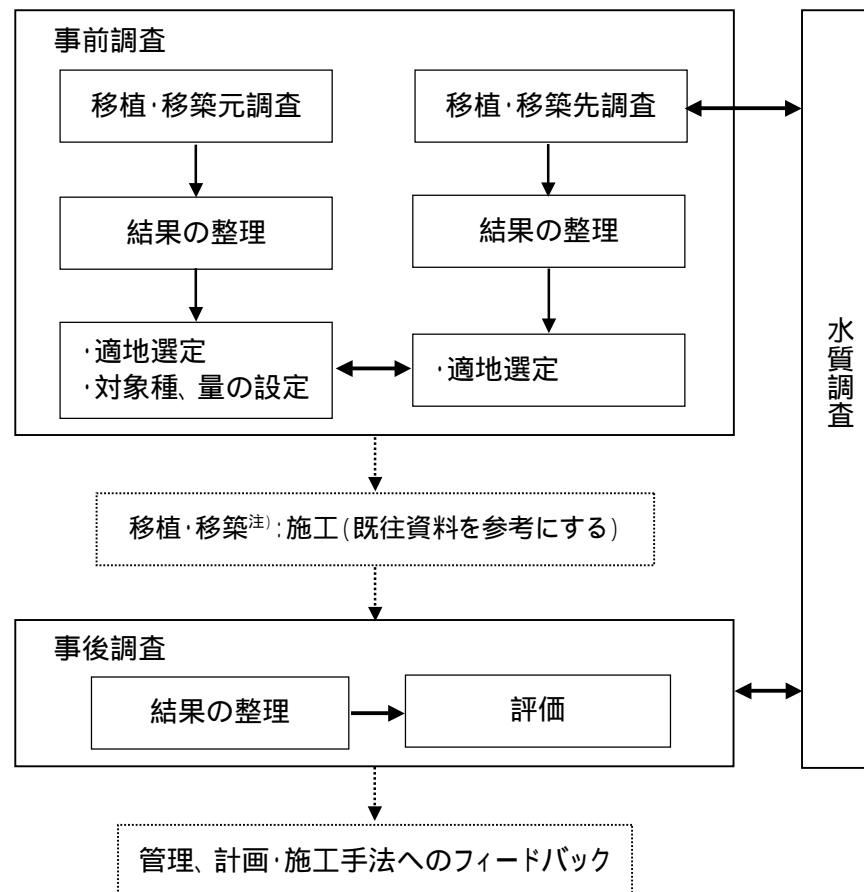
### (2) 計画準備

必要に応じて有識者へのヒアリングや現地踏査を行い、具体的な作業計画書を作成する。また、「3-1. 基本的事項」で示した必要書類の作成、提出等の所定の準備を行う。

### (3) 現地調査

#### 1) サンゴ群集の移植・移築

サンゴ群集の移植・移築に関する現地調査は、図 3-21 に示す流れで行う。



注) サンゴの採取にあたっては、  
県知事に特別採捕許可を申請する

実線：本手引きでの掲載範囲

図 3-21 サンゴ群集の移植・移築技術開発調査のフロー（例）

### 事前調査

【概要】事前調査では、埋立や防波堤延伸等の工事スケジュールを踏まえ工事予定時期の早い場所を移植・移築元の候補地として、移植（人力工法）移築（機械工法）に適した大きさのサンゴの分布等を把握し、その結果から移植・移築元の適地および対象種と量を設定する。また社会環境条件、自然環境条件から移植・移築可能な場所を候補地としてサンゴの分布状況や水質調査を行い、その結果から移植・移築先の適地を選定する。

### )移植・移築元調査

#### 調査方法

#### 工事の施工スケジュール・施工範囲の把握および候補地の設定

防波堤等構造物の施工スケジュールおよび施工範囲を把握し、工事予定時期の早い場所を移植・移築元の候補地として設定することを基本とする。なお、候補地は工事によって消滅する天然礁だけでなく、撤去予定の防波堤や護岸等も含めて考える。

#### 調査方法の選択

移植・移築元事前調査では、ベルトトランセクト法を用いてスクーパで調査することを基本とする。

表 3-43 にベルトトランセクト法 (pp.128-129 参照) による調査の内容を示す。

表 3-43 移植、移築元事前調査の内容 (例)

調査方法						記録項目
対象例	方法	測線の延長	測線の設定数	観察幅	セグメント <sup>注)</sup>	
防波堤延伸計画地	ベルトトランセクト法	防波堤の延伸距離に準ずる	適宜	防波堤の幅に準ずる	適宜	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観・構造形態 浮泥の堆積状況 サンゴ(総被度、上位3種類の種類名、移植、移築に適したサンゴ種類別群体数(概略)) サンゴの群体形 特記事項
埋立計画地		埋立の範囲と規模に準ずる		埋立の範囲と規模に準ずる		

注)セグメント:全調査区間に対して、部分的な調査区間の単位を示す

#### 各調査項目の記録方法

- ・調査年月日・天候

調査年月日と天候を記録する。

- ・調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

- ・緯度、経度

測線の基点、終点の緯度、経度を GPS で秒単位 (小数点第二位) まで記録する。

- ・水深・時刻

各セグメントの始点および終点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L.水深に換算する。なお、測線上に希少な種類のサンゴ、あるいは大型の群体、群集等を確認した場合にはその場所の水深と時刻も記録する。

- ・水中写真

各セグメントの始点または終点で、調査場所の名称および距離を示したプレートとともに景観を 1~2 枚撮影する。また、特徴的な景観があれば適宜撮影する。

- ・底質の概観、構造形態

底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。構造物の場合は、直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。

・浮泥の堆積状況

浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

・サンゴ

移植・移築元事前調査では、表 3-44 に示す内容でサンゴの総被度、優占種（例：上位 3 種類）、移植、移築に適した大きさのサンゴの総群体数と種類別群体数を記録する。

表 3-44 記録内容の詳細

項目	区分		同定レベル	備考 (群体形)	
サンゴ	被度の区分		「属」 または 「種」	ミドリイシ科、ハマサンゴ科については可能な限り群体形を記録する (例：卓状ミドリイシ属)	
	群体数の 区分	移植 <sup>注1)</sup>			1%未満 1%以上5%未満 5%以上は5%間隔
		移築 <sup>注2)</sup>			5群体未満 10群体以上は10群体 間隔 実数を計測する

注 1) 移植作業に適した大きさ：10～50cm程度(人力工法)

2) 移築作業に適した大きさ：重機の規模等に準ずる(機械工法)

3) 被度については総被度、優占種別被度、群体数については総群体数と種類別群体数を記録する。

・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

**結果の整理方法**

調査結果は表 3-45 のように整理し、これに基づき図 3-13 を参考にして地形条件（水深、底質の概観）とサンゴの分布状況（総被度、群体数）を併記した図を作成する。



表 3-45 事前調査の整理イメージ（移植元の場合）

調査日時(20××年×月×日)、天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )					
測線名	防波堤 北東側				
区分	基点からの距離	0～20	20～40	…	
	水深 D.L.(m)	-5.5	-6.0	…	
	底質の概観	砂礫	砂礫	…	
上位種	1	ミドリイシ属(散)	ミドリイシ属(枝)	…	
	2	ミドリイシ属(枝)	ミドリイシ属(卓)	…	
	3	クサビライシ属	クサビライシ属	…	
総被度(%)		15	20	…	
種類別群体数: ~ cm(群体/400m <sup>2</sup> )		ミドリイシ属(散)	20	40	…
		ミドリイシ属(枝)	10	5	…
		…	…	…	…
総群体数: ~ cm(群体/400m <sup>2</sup> )		50	80	…	
浮泥の堆積状況				…	
備考、特記事項		…			

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

#### ・移植・移築元適地の選定

移植・移築元の適地としては、工事予定時期の最も早い場所を選定することを基本とする。しかしながら、いくつかの候補地が存在しかつスケジュール上の都合等で適地を絞って実施する必要がある場合には、移植・移築元候補地のサンゴ分布状況を以下のような観点で比較検討し、適地を選定する。

移植・移築元選定の判断基準(例)(国土交通省港湾局監修、2003)<sup>2)</sup>を参考に作成

[再生に要する時間的な価値で判断する]

同じものを作り出すためにかかる時間でその価値を評価する。

例えば、成長の遅い種類の大型群体は、新規着生して同程度の大きさまで成長するために長期間を有するため価値が高いと判断する。

[分布が限られている種の存在による価値で判断する]

例えば、オオトゲミドリイシは内湾の限られた場所に存在しており、かつ沖縄には内湾の環境が少ない状況であるため、分布が非常に限られている。

#### ・移植対象種の検討

移植対象種の検討にあたっては、以下のような点を考慮することが重要である。については、樹枝状、卓状、散房花状サンゴなどは群体が繊細なため人力による移植、塊状や被覆状サンゴなどは基盤ごとの移植または移築に適していると考えられる。では、移植先で育成している種類であるかどうかも重要と考えられる。参考のため、表 3-46 に石垣港における移植後のモニタリング調査から得られたサンゴの種類別移植適正を示す。

移植（人力あるいは機械工法）、移築作業（機械工法）に耐えうること  
 移植・移築先の環境（水質、物理条件）に適していると考えられること

表 3-46 例：石垣港におけるサンゴの種類別移植適性<sup>10)</sup>をもとに作成

対象種	成長性 <sup>1)</sup>	生存性 <sup>2)</sup>	高温耐性 <sup>3)</sup>	生存性の内訳			鑑賞性 <sup>4)</sup>	魚類集効果 <sup>4)</sup>	総合評価 <sup>4)</sup>
				破損耐性 <sup>4)</sup>	食害耐性 <sup>4)</sup>	浮泥耐性 <sup>4)</sup>			
コエダミドリイシ	A	AA	A	B	C	B	A	A	A(5点)
スギノキミドリイシ	A	A	A	B	C	B	A	A	A(4点)
トゲサンゴ	B	B	C	B	B	B	B	B	C(-1点)
ユビエダハマサンゴ	C	B	C	B	B	B	B	B	C(-2点)
ハナガサミドリイシ	C	C	C	B	C	C	A	B	C(-4点)
クシハダミドリイシ	A	A	C	B	C	C	A	B	B(0点)
ウスチャキクメイシ	B	A	A	A	A	A	B	C	A(4点)
キクメイシ類	B	A	A	A	A	A	B	C	A(4点)
トゲエダコモンサンゴ	C	A	A	B	C	B	B	B	B(0点)
ウスコモンサンゴ	C	B	C	C	C	C	A	B	C(-4点)
ハナヤサイサンゴ	C	A	A	B	B	B	A	B	A(2点)

1)成長性<成長量近似式指数×10<sup>2</sup>>A:2.0以上(最も成長が早い)、B:1.0以上、C:1.0未満

2)生存性<生存期間>AA:96ヶ月以上、A48ヶ月以上、B12ヶ月以上、C:12ヶ月未満

3)高温耐性<白化現象に対する耐性>A:有り、C:弱い

4)破損耐性・食害耐性・浮泥耐性・観賞性・魚類集効果<可能性>A:80%以上、  
B:50%以上、C:50%未満

5)総合評価:各項目について、AA:2点、A:1点、B:0点、C:-1点で計算し、合計が1点以上をA、0点をB、-1点以下をCとして評価した。

・再生・保全目標の検討

再生・保全目標は、移植・移築が可能なサンゴの群体数と移植・移築先の規模から検討する。

### )移植・移築先調査

#### 調査方法

##### 社会環境条件の把握および候補地の設定

将来の利用計画を把握し、移植・移築可能な場所を候補地として選定する。なお、候補地としては当面利用計画の無い天然礁、既設防波堤や護岸等のマウンドやその周辺が想定されるが、天然礁を候補地とする場合には現存の生態系に過度な負荷を与えないよう、生物分布に十分配慮する必要がある。

##### 調査方法の選択

移植・移築先事前調査では、ベルトトランセクト法を用いてスクーパで調査することを基本とする。

表 3-47 にベルトトランセクト法 (pp.128-129 参照) による調査の内容を示す。

表 3-47 移植、移築先事前調査の内容（例）

調査方法						記録項目
対象例	方法	測線の延長	測線の設定数	観察幅	セグメント <sub>(注)</sub>	
既設防波堤マウンド	ベルトトランセクト法	マウンドの距離に準ずる	適宜	マウンドの幅に準ずる	適宜	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観・構造形態 浮泥の堆積状況 サンゴ(総被度、種類別被度) サンゴの群体形 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 備考、特記事項
天然礁		候補地全体を把握するために必要な延長		候補地全体を把握するために必要な幅		

注)セグメント:全調査区間に対して、部分的な調査区間の単位を示す

#### 各調査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
- ・ 緯度、経度  
各地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。
- ・ 水深・時刻  
各調査地点での水深範囲とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L.水深に換算する。
- ・ 水中写真  
各セグメントの始点または終点で、調査場所の名称および距離を示したプレートとともに景観を 1~2 枚撮影する。また、特徴的な景観があれば適宜撮影する。
- ・ 底質の概観・構造形態  
底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。構造形態については、直立型構造物、消波ブロック等を記録する。
- ・ 浮泥の堆積状況  
浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

・サンゴ

移植先調査では、表 3-48 に示す内容でサンゴの総被度、種類別被度を記録する。

表 3-48 記録内容の詳細

項目	区分		同定レベル	備考 (群体形)
サンゴ	被度の区分	1%未満 1%以上5%未満 5%以上は5%間隔  総被度、種類別被度を記録	「属」 または 「種」	ミドリイシ科、ハマサンゴ科については可能な限り群体形を記録する(例:卓状ミドリイシ属)

・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル(沖縄県文化環境部、2002)<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

・シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

・備考、特記事項

魚類によるサンゴの捕食状況、サンゴの活性状況、海藻類の繁茂状況を備考として記録する。また、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

**結果の整理方法**

調査結果は表 3-49 のように整理し、これに基づき図 3-13 を参考にして地形条件(水深、底質の概観)とサンゴの分布状況(総被度、群体数)を併記した図を作成する。

表 3-49 事前調査の整理イメージ（移植先の場合）

調査日時(20××年×月×日)、天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )					
測線名		防波堤マウンド			
区分	科	基点からの距離	0～20	20～40	…
		水深 D.L.(m)	-3.5	-4.0	…
		構造形態	被覆石	被覆石	…
イシサンゴ目	ミドリイシ	ミドリイシ属(散房花状)	5	10	…
		ミドリイシ属(樹枝状)	5	5	…
		…	…	…	…
		総被度(%)	15	20	…
		浮泥の堆積状況			…
		オニヒトデの個体数(個体/400m <sup>2</sup> )	0	0	…
		シロレイシガイダマシ類の分布状況			…
		備考、特記事項	…		

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・移植・移築先適地の選定

移植・移築先の適地は、以下のような観点で候補地の比較検討を行って選定する。

#### 移植・移築先選定の判断基準の例

[ サンゴ礁群集の再生の可能性が高いかどうか ]

過去に高被度でサンゴ群集が分布していたものの白化現象等により荒廃した海域では、白化前の環境条件と著しく変化していなければサンゴの成育可能性が高いと推測され、移植・移築することでサンゴ礁群集の再生に寄与すると考えられる。

[ 環境条件が移植・移築元と同程度で、移植・移築対象サンゴの種類が分布しているかどうか ]

移植・移築先の環境は、水質や物理環境が移植・移築元と同程度であることが望ましい。ただし、水質は測定日や時間帯の違いによって著しく異なることもあり、どの程度の差異であれば同程度と言えるかを厳密に判断することは困難である。現状では、水質調査結果や地形条件、背後地からの汚濁負荷の状況等を総合的に比較して、移植・移築元の環境条件に最も近い場所を適地と判断することが想定される。さらに環境条件に加えて、移植・移築対象とするサンゴの種類が移植・移築先の候補地でも分布していることがきわめて重要と考えられる。

## 事後調査

【概要】移植・移築事後調査では、移植・移築したサンゴの生残率、被度等が目標を達成しているかどうかを評価する。

### 調査方法

#### 調査定点の設定

概略調査の調査定点は、移植、移築範囲（区間）全体とすることを基本とし、規模に応じて適宜決定する。詳細調査については、概略調査範囲内で代表的な場所 3 箇所以上に設定することを基本とする。設定した定点は経年変化を追跡するために、鉄筋棒などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。

#### 調査方法の選択

移植、移築先では、コドラート法を用いスクーバで調査することを基本とする。

表 3-50 にコドラート法（p.130 参照）による移植・移築事後調査の内容を示す。

概略調査については、原則として移植範囲（区間）全体を観察範囲とする。詳細調査については、1m×1m（1m<sup>2</sup>）の観察範囲を基本とする。

表 3-50 移植、移築事後調査の内容（例）

調査方法				記録項目
方法	段階	観察範囲	定点の設定数	
コドラート法	1: 概略調査	移植、移築の規模に準ずる	例: 移植、移築範囲毎（区間毎）	「共通項目」 調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻、構造形態（直立型構造物、消波ブロック等） 水中写真 底質の概観・構造形態 浮泥の堆積状況 サンゴの群体形 備考・特記事項 「概略調査」 サンゴ（総被度、上位3種類の種類名、群体数） 「詳細調査」 サンゴ（種類別群体数、群体形、群体毎の長径・短径・高さ（被度に換算）、固着状況） サンゴの固着状況 サンゴのマッピング
	2: 詳細調査	1m×1mを原則とする	概略調査範囲内で3箇所以上を基本とする	

### 各調査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
- ・ 緯度、経度  
各地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。
- ・ 水深範囲・時刻  
各調査地点での水深範囲とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工用基準面の関係から D.L.水深に換算する。
- ・ 水中写真  
移植、移築先の水深や地点名を示したプレートとともに景観を撮影する。また、特徴的な景観があれば適宜撮影する。
- ・ 底質の概観・構造形態  
底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。構造形態については、直立型構造物、消波ブロック等を記録する。
- ・ 浮泥の堆積状況  
浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。
- ・ サンゴ  
移植、移築先調査では、表 3-51 に示す内容で造礁サンゴの種類別生残率、被度等を記録する。詳細調査の範囲については、マッピング（図 3-14 参照）することを基本とする。

表 3-51 記録内容の詳細

項目	調査区分	被度区分	同定レベル	群体形	群体数	長径、短径、高さ	サンゴの固着状況
サンゴ	1: 概略調査	1%未満 1%以上 5%未満 5%以上 は5%間隔  総被度を記録	「属」 または 「種」	ミドリイシ科、ハマサンゴ科をはじめ、可能な限りを記録する	全て計測する	-	-
	2: 詳細調査	-				全ての群体で計測する	全ての群体で計測する

詳細調査では、マッピングすることを基本とする。

- ・サンゴの固着状況

移植・移築サンゴの固着状況を記録する。

- ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

- ・サンゴ捕食生物の確認個体数と食痕

サンゴ捕食生物（シロレイシガイダマシ類、オニヒトデ、魚類等）が移植・移築サンゴに付着あるいは食害している場合にはその生物の種類別個体数を記録する。また、移植・移築サンゴに食痕が確認された場合は食痕の被度を記録する。なお、移植・移築サンゴ周辺にサンゴ食生物が確認された場合は備考として記録する。

- ・備考、特記事項

サンゴの活性状況（白化部分の被度）、破損状況、海藻類の繁茂状況を備考として記録する。また、アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

#### 結果の整理方法

概略調査結果については、表 3-52(1)のように移植場所（区間）別に整理する。詳細調査結果については、表 3-52(2)のようにコドラート内の群体別に整理するとともに、図 3-22 のようにマッピング図を作成する。平良港での移植においては、移植サンゴの長径、短径から楕円の公式を用いて群体毎に被度を算出し総被度を求めている。



表 3-52(1) 例：移植先調査（概略調査）の整理イメージ

調査年月日(20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )				
区分	区間			…
	水深 D.L.(m)	±0~-5	±0~-5	…
	構造形態	被覆石	被覆石	…
	浮泥の堆積状況			…
	サンゴ捕食生物の確認個体数と食痕	0(食痕無し)	0(食痕無し)	…
	サンゴの固着状況	全て固着	全て固着	…
総被度(%)		15	10	…
群体数(群体/ m <sup>2</sup> )		255	185	…
上位優占種	1	ミドリイシ属(散)	ミドリイシ属(枝)	…
	2	ミドリイシ属(枝)	ハナヤサイサンゴ属	…
	3	キクメイシ属	ハマサンゴ属(塊)	…
備考、特記事項		特に無し	特に無し	特に無し

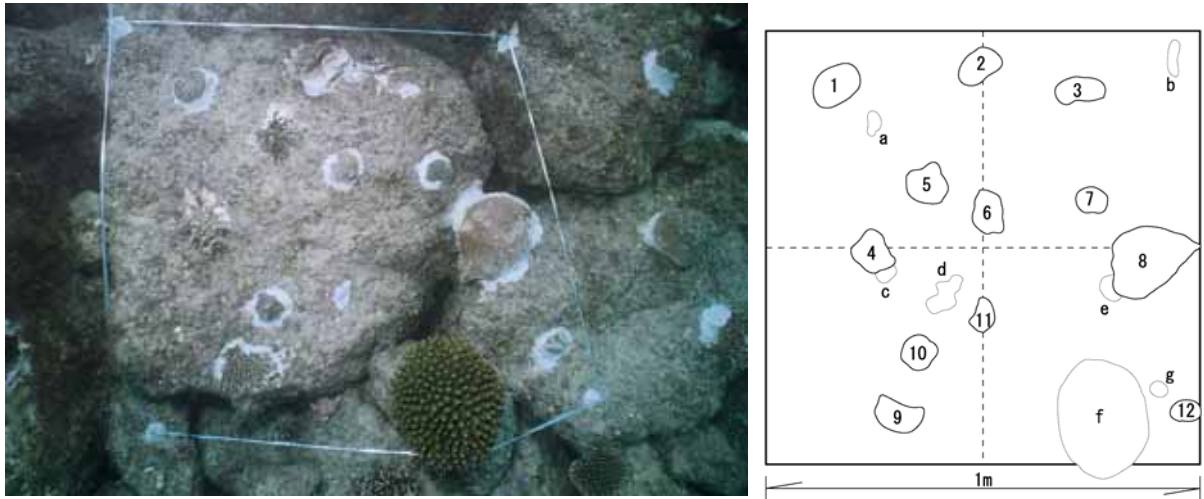
表 3-52(2) 例：移植先調査（詳細調査）の整理イメージ（沖縄総合事務局、2005）<sup>11)</sup>をもとに作成

調査日時(20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )									
区分	番号	定点名	区間 - 定点						
		水深 D.L.(m)	-1.5~-2.5						
		構造形態	被覆石						
		浮泥の堆積状況							
		種名	サイズ(cm) 長径×短径×高さ	面積 (cm <sup>2</sup> )	被度 (%)	捕食生物・食痕	固着 状況		
移植サンゴ	1	ウスチャキクメイシ	8.5 × 6.5 × 4.0	43	0				
	2	ハイマツミドリイシ	11.0 × 10.0 × 6.0	86	1	シロ5・R			
	3	コカメノコキクメイシ	10.0 × 8.5 × 3.0	67	1				
	4	ユビエダハマサンゴ	11.0 × 10.0 × 9.0	86	1				
	5	ショウガサンゴ	10.0 × 9.0 × 6.5	71	1				
	6	ヒメノウサンゴ	8.0 × 6.0 × 5.5	38	0				
	7	アザミサンゴ	7.0 × 5.0 × 5.0	27	0				
	8	アナサンゴ	24.0 × 19.0 × 11.0	358	4				
	9	ハイマツミドリイシ	15.0 × 11.0 × 5.0	130	1				
	10	コトゲキクメイシ	7.0 × 7.0 × 5.0	38	0				
	11	チリメンハナヤサイサンゴ	6.0 × 3.5 × 2.0	16	0				
	12	ハマサンゴ属(塊状)	7.0 × 4.5 × 3.0	25	0				
自然のサンゴ	a	コモンサンゴ属(被覆状)	6.5 × 4.0 × 2.0	20	0				
	b	トゲイボサンゴ	9.0 × 4.0 × 9.0	28	0				
	c	ハマサンゴ属(塊状)	6.0 × 4.0 × 1.0	19	0				
	d	カメノコキクメイシ	11.5 × 6.0 × 2.0	54	1				
	e	フトエダミドリイシ	6.0 × 5.0 × 4.0	24	0				
	f	オヤユビミドリイシ	30.0 × 27.0 × 13.0	636	6				
	g	サザナミサンゴ	5.5 × 4.5 × 3.0	19	0				
平均サイズと総面積・総被度	移植サンゴ	10.4 × 8.3 × 5.4	986	10					
	自然のサンゴ	10.6 × 7.8 × 4.9	801	8					
	全体	10.5 × 8.1 × 5.2	1,787	18					
備考、特記事項		特に無し							

注 1)面積と被度は、長径と短径から楕円の面積の公式を用いて算出した。

2)図中で自然のサンゴ群体は淡色線で示した。

2)捕食生物:「シロ」シロレイシガイダマシ、食痕:被度で示した。



図中の番号は表 3-52(2)の番号に対応している。

図 3-22 観察枠内の造礁サンゴの分布（例）（沖縄総合事務局、2005）<sup>11)</sup>

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

#### ・移植・移築技術の適用性の評価

設定した目標を満たしているかどうかを観点に移植・移築技術の適用性を評価する。さらに、技術向上のために必要な課題を抽出し、管理、計画・施工手法へフィードバックする。将来は、これらの評価結果等を総括し、移植・移築技術の評価基準を検討していく必要がある。

表 3-53 に評価に関する留意点を示す。

表 3-53 移植、移築技術の適用性の評価に関する留意点（沖縄総合事務局、2004）<sup>38)</sup>を参考に作成

評価項目	留意点
群体数	移植・移築サンゴの群体数の増減を確認し、技術の適用性を評価する。短期的に群体数が減少する場合は、移植環境の不適や固定不良が想定される。長期的に群体数が減少する場合は、被度の増加に伴う競合による場合がある。
被度	移植・移築サンゴの被度の増減を確認し、サンゴの成長の状況から技術の適用性を評価する。単位面積当たりの群体数は被度が増加する過程で移植当初より減少するため、長期モニタリングでは被度を指標とすることが望ましい。
成長状況	サンゴは立体的に成長するため、移植・移築後の成長量を評価するためには被度だけでは不十分な場合がある。群体の長径、最大高さ等を計測し、技術の適用性の評価に加えることが望ましい。
その他	移植・移築先に元々生育していたサンゴまたはモニタリングの過程で新規加入したのものについては、移植・移築サンゴと分離して評価する。

## 水質調査

【概要】水質調査は事前調査、事後調査中に行う。事前調査では移植・移築元候補地および移植・移築先候補地で調査を行い、移植・移築先を選定する際の判断材料を得る。事後調査では移植・移築先で調査を行い、目標が達せられなかった場合の原因を明らかにするための判断材料を得る。両調査とも、調査対象箇所でサンゴへの影響が想定される項目を適切に選択して調査を行う。

調査項目の詳細については、表 3-31、表 3-32 参照。

### 調査方法

#### 調査位置の設定

調査位置は移植・移築元、先の近傍とする。

### 各調査項目の記録方法

#### )一般調査項目

一般観測項目は、事前調査、事後調査ともに実施する。

#### ・調査年月日

調査年月日を記録する。

#### ・調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

#### ・潮汐状況

潮汐状況、上げ潮、下げ潮、観測時間帯を記録する。

#### ・緯度、経度

各調査地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

#### ・天候

各地点での天候を記録する。

#### ・底質の概観・構造形態

底質の概観は表 3-6 に示す区分で記録する。構造形態については、直立型構造物、消波ブロック等を記録する。

#### ・水深・時刻

各調査地点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L.水深に換算する。

- ・ 気温、水色、風向・風速、試料の臭気  
表 3-31 の方法に従って調査、記録する。
- ・ 波高  
目視観察により平均的な波高を記録する。
- ・ 雲量  
p.56 の通り記録する。
- ・ 風浪階級  
風浪階級は表 3-33 に示す階級で記録する。
- ・ 試料の概観  
目立った粒子状物質等の概観（色、形状）について記録する。
- ・ 試料保存処理方法および分析までの過程  
採水した試料の保存処理の方法と分析までの過程を記録する。
- ・ 工事および汚濁負荷源の状況  
調査地点周辺で港湾工事等が行われている場合はその場所の概要と可能であれば工種を記録する。また、調査地点付近で汚濁負荷源と考えられるものがあればその状況を記録する。
- ・ 使用機器の詳細  
現場で得られたデータの信頼性を確認するため、おもな使用機器名および型番、測定精度を記録する。現場でキャリブレーション（精度チェック）を行った場合には、その方法と結果を記録する。本項目については、報告書の「調査概要」にて示すものとする。

#### )水質調査等項目

##### 連続・定点調査

連続・定点調査は、事後調査で必要に応じて調査を行う（調査機材の例：pp.58 参照）。

- ・ 水温  
水温は、サンゴの生残と死亡に係る重要な項目であり、基本的な調査項目として連続観測を行うことが望ましい。  
観測水深は、移植・移築先の代表的な水深帯とする。
- ・ 塩分（電気伝導度）  
塩分（電気伝導度）は、移植・移築先が塩分低下の影響を受けやすい場所の場合に、連続観測を行うことが望ましい。  
観測水深は、移植・移築先の代表的な水深帯とする。

## 定期・空間分布調査

定期・空間分布調査は、事前調査、事後調査ともに調査を行う（調査機材の例：p.59 参照）。

### ・水温、塩分、水中光量、濁度、透明度

水温、塩分、水中光量、濁度、透明度は、サンゴ群集の衰退と回復に関する重要な項目であり、基本的な調査項目として観測を行う。

観測水深は、海面下 0.5m から 1m 間隔で海底まで観測することを基本とする。同時に透明度も観測する。観測頻度は、満潮時（上げ潮時）および干潮時（下げ潮時）に観測することを基本とする。

### ・その他の水質項目

その他の水質項目については、調査対象箇所でサンゴへの影響が想定される項目を適切に選択して調査を行う。

観測水深は、移植・移築元ではおもなサンゴの分布水深（事前調査）、移植・移築先では移植サンゴを設置する予定の水深（事前調査）、また移植・移築サンゴを設置した代表的な水深（事後調査）を基本とする。必要に応じて表層 0.5m、中層（1/2 水深）、下層（海底付近）の調査を行う。有害化学物質の調査においては表層 0.5m と下層（海底付近）の調査を行う。観測頻度は、満潮時（上げ潮時）および干潮時（下げ潮時）に観測することを基本とする。

## その他

### ・ SPSS

SPSS はサンゴ礁群集の分布との関係をより詳しく調べる必要がある際に調査を行う。図 3-19 に測定方法を示す。測定方法等の詳細については沖縄県環境衛生研究所ホームページ（2001）<sup>35）</sup>、大見謝（2003）<sup>36）</sup>等を参考にする。

SPSS と底質状況、サンゴ礁群集との関係については表 3-34 のとおりであり、これを参考にして調査地点周辺の環境条件について定性的な評価を行う。

## 結果の整理方法

調査結果は表 3-35 ~ 36 のように整理する。さらに、連続観測データについては経時変化のグラフ、鉛直データについては鉛直分布のグラフ等を作成する。

## 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 移植・移築先適地の選定（p.80 参照）
- ・ 移植・移築が目標を達しなかった場合の原因の検討

## 2) 異形ブロックの凹凸加工

異形ブロックの凹凸加工に関する現地調査は、図 3-23 に示す流れで行う。

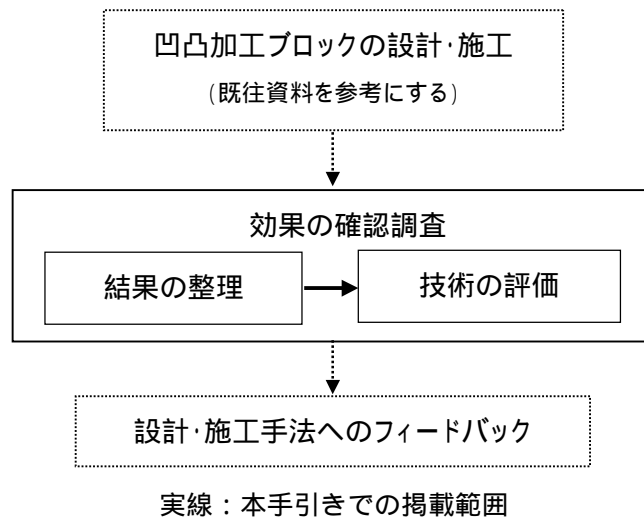
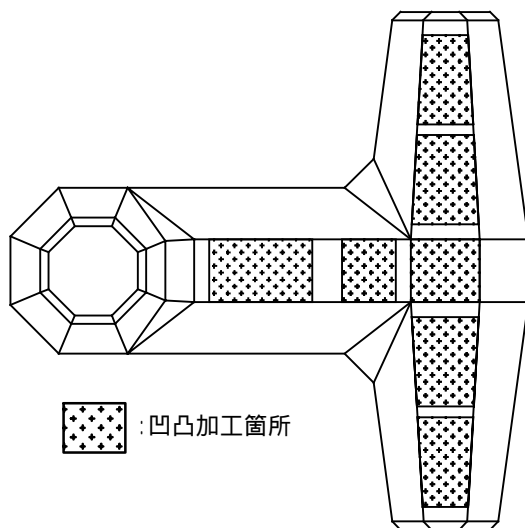


図 3-23 異形ブロックの凹凸加工技術開発調査のフロー（例）

那覇港では図 3-24 に示すエコブロックを実施施工しており、粗度大（凹凸幅約 10mm）、粗度中（凹凸幅約 5mm）、粗度小（凹凸幅約 2mm）の 3 段階の凹凸加工タイプを設けている（図 3-25 参照）。

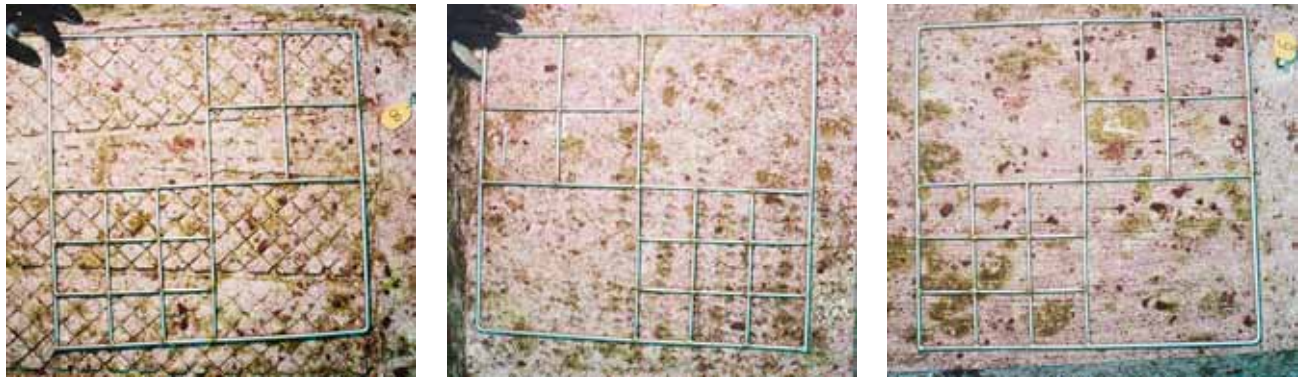


a) 表面の凹凸加工箇所



b) エコブロックの一例

図 3-24 異形ブロックの凹凸加工の例：エコブロック（沖縄総合事務局、2000）<sup>39)</sup>



a)粗度大(凹凸深さ 10mm)

b)粗度中(凹凸深さ 5mm)

c)粗度小(凹凸深さ 2mm)

観察枠は 0.5m × 0.5m

図 3-25 エコブロックの粗度の外観(例)(沖縄総合事務局、2000)<sup>39)</sup>

### 効果の確認調査

【概要】効果の確認調査では、凹凸の規模や設置水深別のサンゴの着生状況、経年変化を把握し異形ブロックの凹凸加工技術の適用性を評価する。

#### 調査方法

##### 凹凸加工ブロックの施工場所の確認

的確な調査を行うため、構造物の設計図面により凹凸加工ブロックのタイプ別の配置状況(位置、水深)を確認する。

##### 調査定点の設定

調査定点は、凹凸加工ブロックの効果が比較検討できるよう、凹凸のタイプ別、水深別に設定する。凹凸のタイプ別については、凹凸加工部はさることながら近傍の加工を施していない箇所を対照区として設定する。光条件等をそろえるため、基盤の傾きについては $0^{\circ}$ (水平)~ $45^{\circ}$ を基本とする。水深については、既往調査結果を参考に、サンゴの被度が高い水深、サンゴの被度が低い水深の2水深を基本とする。那覇港におけるエコブロックの効果の確認調査では、D.L. -2、-5、-8mの3水深としている。設定した定点は経年変化を追跡するために、コンクリート釘などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。

##### 調査方法の選択

移植・移築事前調査では、コドラート法を用いスキューバで調査することを基本とする。

表 3-54 にコドラート法(p.130 参照)による効果の確認調査の内容を示す。

なお、生物の分布状況のばらつきを考慮して、水深別、タイプ別に各々3箇所以上調査することを基本とする。

表 3-54 効果の確認調査の内容（例）

調査方法			記録項目	備考
方法	定点の設定数	観察範囲		
コドラート法(スクーバ)	水深別、凹凸の規模別に3箇所ずつを基本とする	0.5m × 0.5mを原則とする	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観・構造形態 浮泥の堆積状況 サンゴ(総被度、種類別被度、群体数、最大径、死サンゴの総被度)、ソフトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度)、大型底生動物(種類別個体数) サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項	「水深」サンゴの被度が高い水深、サンゴの被度が低い水深の2水深を基本とする

各調査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
  
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
  
- ・ 水深・時刻  
各定点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L. 水深に換算する。
  
- ・ 緯度、経度  
各地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。
  
- ・ 水中写真  
各定点とも、定点の名称、凹凸のタイプを示したプレートとともに観察範囲（1m × 1m）が写真1枚に収まるよう基盤に対して垂直方向から可能な限り大きく撮影する。  
現場で詳しい同定が困難な場合には接写撮影し、後に種類を確認することが考えられる。
  
- ・ 構造形態  
直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。
  
- ・ 浮泥の堆積状況  
浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。



#### ・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物

定点調査では、表 3-22 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物の被度等を記録する。なお、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。工事等の影響監視が主たる目的の場合は、サンゴのマッピングを行う。

#### ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

#### ・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

#### ・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

#### ・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル（沖縄県文化環境部、2002）<sup>30)</sup> を活用した調査を行う。

#### ・シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

#### ・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果は表 3-55 のように整理する。マッピングを行った場所については、図 3-15 のように分布図を作成する。

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

#### ・凹凸加工技術の効果・適用性の評価

加工を施したことの効果を確認するため、加工タイプ別の造礁サンゴの群体数や被度について経年的に比較検討し、加工タイプ別、水深別の適用性を評価する（評価にあたっての基本的な留意点については表 3-53 を参照）。さらに、技術向上のために必要な課題を抽出し、管理、計画・施工手法へフィードバックする。

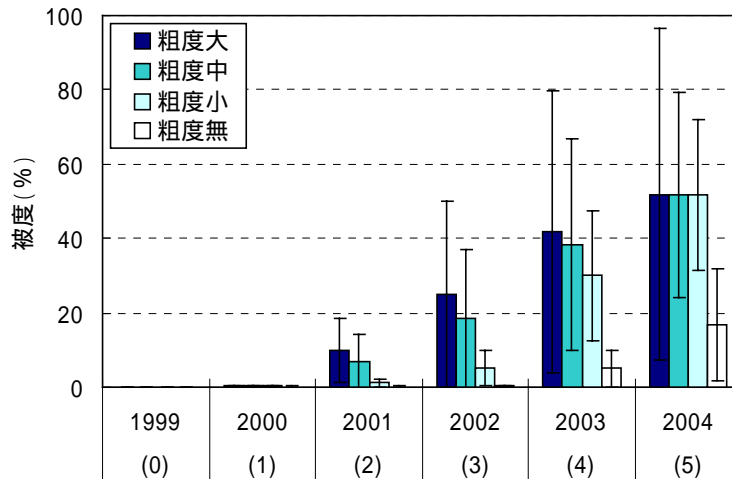
表 3-55 効果の確認調査結果の整理イメージ (例: サング)

調査年月日(20××年×月×日)、天候( )、調査責任者名および所属(氏名: )、所属( )										
No. 区分 科			加工タイプ(粗度)	大1	大2	大3	…	無1	無2	無3
			水深 D.L.(m)	-2			…	-8		
			構造形態	消波ブロック			…	消波ブロック		
1	イシサング目	ハナヤサイサング	ヘラジカハナヤサイサング	10	20	20	…			
2			ハナヤサイサング属(準塊状)	5		10				
3		ミドリイシ	コモンサング属(被覆状)							
4			ミドリイシ属(散房花状)	5	10	30				
5			ミドリイシ属(その他)			+				
6			アナサング属	+						
7		ハマサング	ハマサング属(塊状)						R	
8			ハマサング属(その他)						R	R
9		キクメイシ	キクメイシ属							R
10	イシサング目以外	-	アナサングモドキ属	+	R	+				
総被度(%)				25	30	65		R	0	R
群体数(群体/0.25m <sup>2</sup> )				25	15	10	…	3	0	2
最大径(cm)				10	15	35	…	3	0	2
死サングの総被度(%)				0	0	0	…	0	0	0
浮泥の堆積状況							…			
白化の段階				0	0	0	…	0	0	0
サング加入度							…			
オニヒトデの個体数				0	0	0	…	0	0	0
シロレイシガイダマシ類の分布状況				0	10	0	…	0	0	0
特記事項				特に無し。						

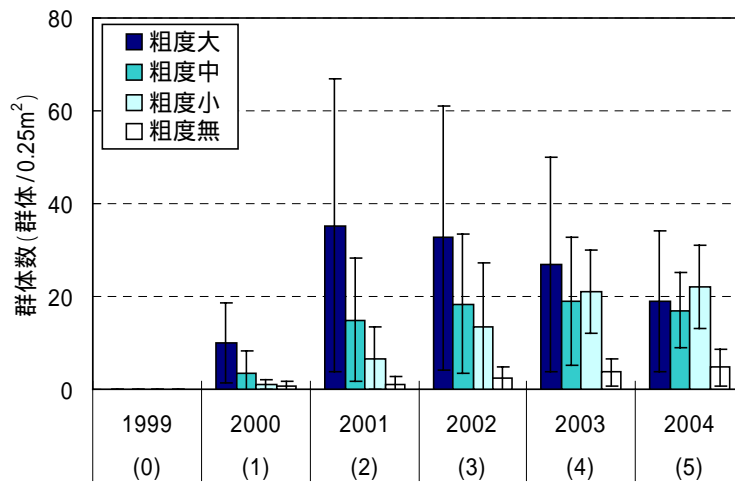
注)被度の凡例; R;1%未満、+;1%以上5%未満

例として、図 3-26 に那覇港でのエコブロックの調査結果を示す。

被度は粗度が大きいタイプほど高い傾向にあり、加工を施したことの効果が確認できる。5年目には粗度無(無加工)に比べていずれのタイプでも同程度の値となっている。群体数については、粗度が大きいほど初期の値が大きく加工を施したことの効果が確認でき、年数が経過し被度が増加するに従って減少する傾向となっている。



a)被度 (N = 3)



b)群體数の平均 (N = 3)

横軸の上段の数字は西暦、下段の括弧内の数字は施工後の経過年数をそれぞれ示す。

図 3-26 例：エコブロック調査結果 (D.L.-2m) (沖縄総合事務局、2005) <sup>16)</sup> をもとに作成

### 3) 通水型防波堤

通水型防波堤に関する現地調査は、図 3-27 に示す流れで行う。

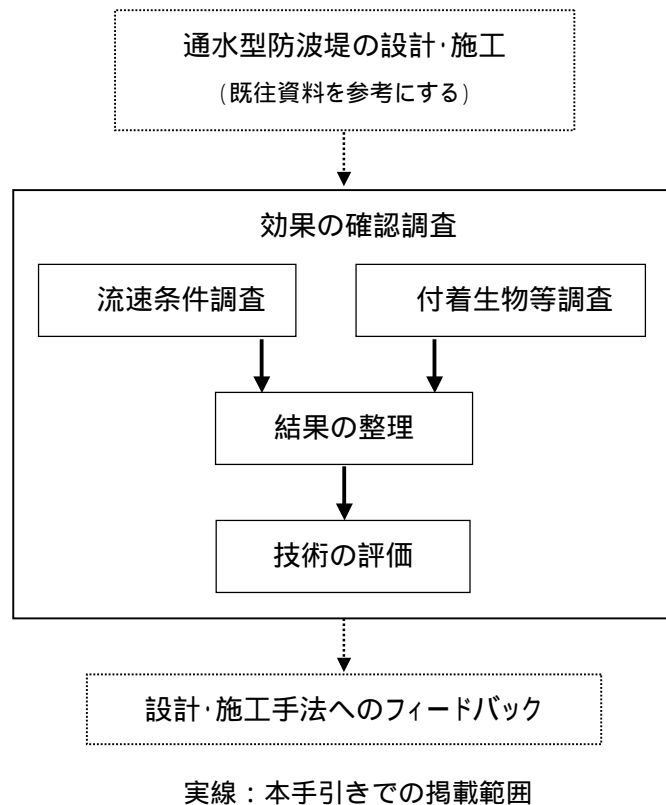


図 3-27 通水型防波堤開発調査のフロー（例）

平良港では図 3-28 に示すように、従来型のケーソンの間に L 型ブロックを導入することで通水部を確保し、通水型ケーソンとして実施施工している。その後、I 型のケーソンを組み合わせることで通水部を確保する技術を開発している。

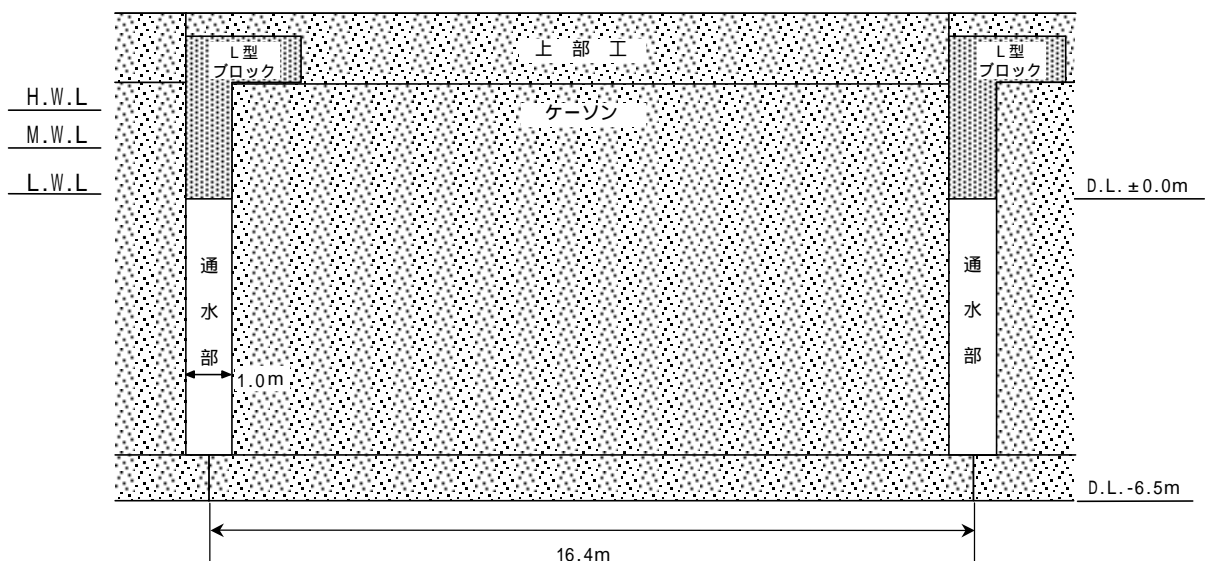


図 3-28 通水型防波堤の施工例：通水型ケーソン（沖縄総合事務局、2000）<sup>18)</sup>

## 効果の確認調査

【概要】効果の確認調査では、通水部からの距離別、水深別の流速条件およびサンゴ等の成育状況を把握し、通水型防波堤の適用性を評価する。

## 流速条件調査

表 3-56 に流速条件調査の内容を示す。

流速条件調査では、通水部からの距離別、水深別の流速条件を把握することを目的とする。

表 3-56 流速条件調査の内容

目的	調査方法		記録項目
	方法	地点数	
通水部からの距離別、水深別に流速の分布状況を詳細に把握する	石膏球	通水部からの距離別、水深別の流速条件を把握するために必要な地点数とする	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 期間平均流速 水温 設置時間 使用機器の詳細

### 調査方法

#### 調査位置の設定

調査位置は、水深、通水部間の距離を考慮して通水部の効果が把握できるように設定する。

平良港における調査では、通水部からの距離を 0~7.7m、水深を D.L. -1、-3、-5m として、流速の調査地点を設けている（図 3-29 参照）。また、付着生物の生息状況との関係を解析するため、同位置に生物調査地点を設けて調査を行っている。

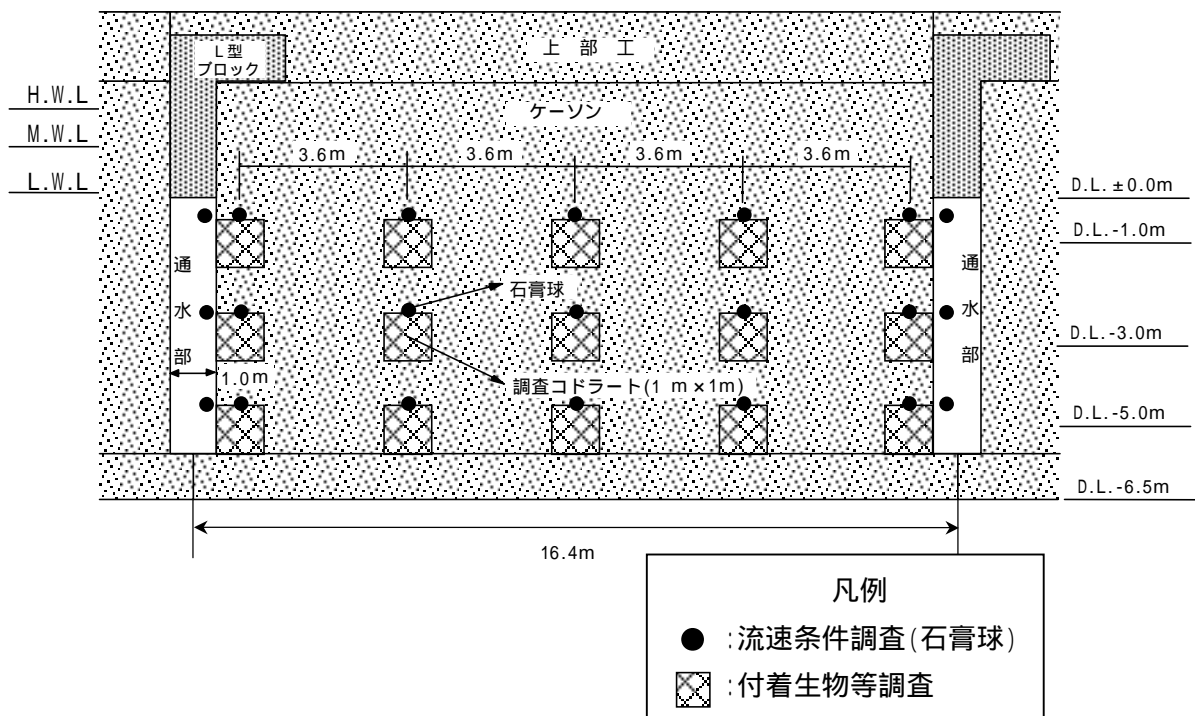


図 3-29 調査位置（流速条件調査、付着生物等調査）（沖縄総合事務局、2000）<sup>18)</sup>

## 調査方法の選択

測点数を複数設け通水部の効果を詳しく把握するにあたっては、図 3-30 に示す石膏球を用いて流速を観測することを基本とする。また、代表的な地点（通水部近傍と通水部から離れた場所）で ADCP を用いて流速を観測することも考えられる。

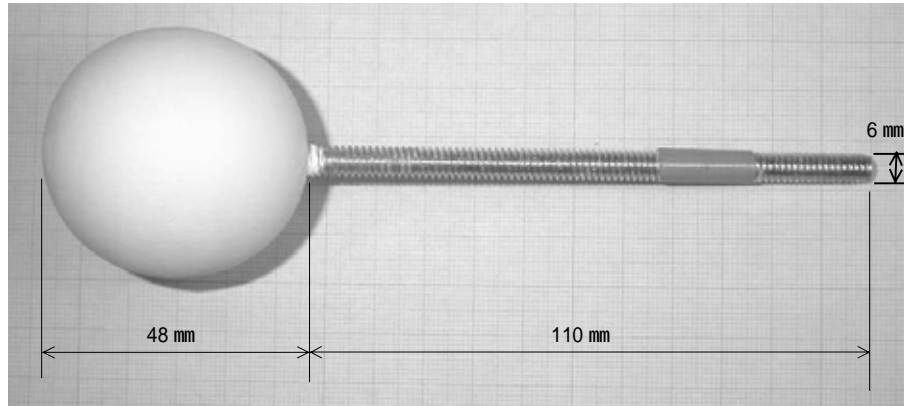


図 3-30 石膏球の外観（既製品）

### 調査項目の記録方法

水温、期間平均流速を記録または解析する。

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
- ・ 緯度、経度  
調査位置の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。
- ・ 期間平均流速  
石膏球による期間平均流速の調査は図 3-31 のフローに従って行う。

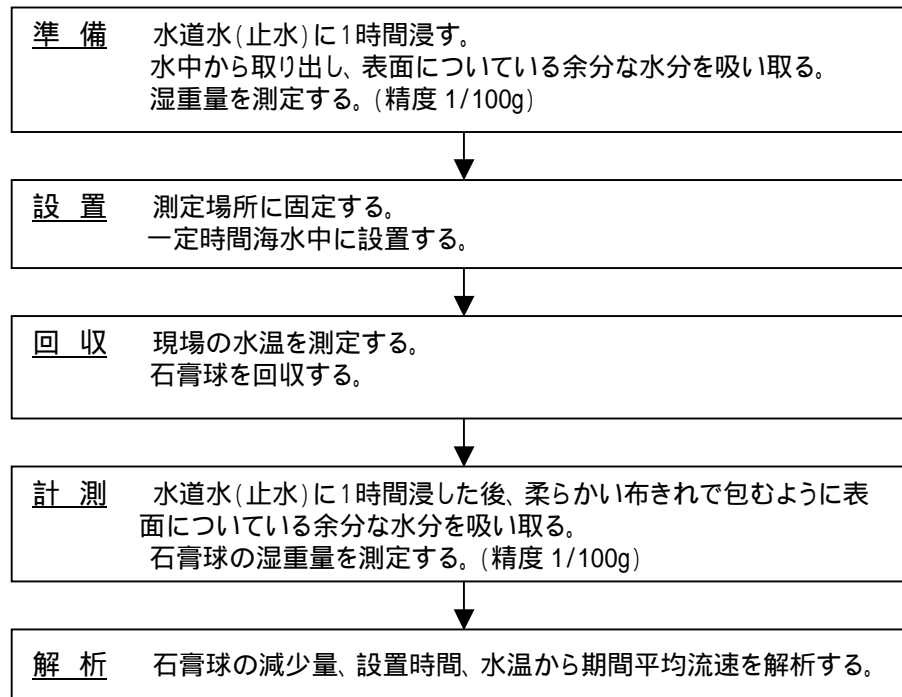


図 3-31 石膏球による期間平均流速調査のフロー（沖縄総合事務局、2000）<sup>18)</sup>をもとに作成

・水温

水温は、石膏球の重量減少量に関係しており、期間平均流速の解析の際に必要な要素である。したがって、石膏球の設置、回収時には設置水深での水温を計測し、その平均値を解析に用いることを基本とする。

・設置時間

海中への設置時間は、2～3 昼夜（48～72 時間）程度を基本とする。期間平均流速を解析する際に設置時間のデータが必要なため、設置時、回収時の時刻を記録する。

・使用機器の詳細

現場で得られたデータの信頼性を確認するため、おもな使用機器名および型番、測定精度を記録する。現場でキャリブレーション（精度チェック）を行った場合には、その方法と結果を記録する。本項目については、報告書の「調査概要」にて示すものとする。

## 結果の整理方法

調査結果は表 3-57 のように整理する。

表 3-57 期間平均流速調査結果の整理イメージ（沖縄総合事務局、2000）<sup>18)</sup>をもとに作成

単位: cm/sec

D.L.(m)	通水部からの距離(m)				
	0	0.5	4.1	7.7	...
-1	15.8	15.4	13.4	12.8	...
-3	15.5	11.2	8.9	8.3	
-5	15.3	9.9	7.6	7.5	

注)通水部からの距離が 0mとは、通水部内であることを示す。

## 結果の活用方法

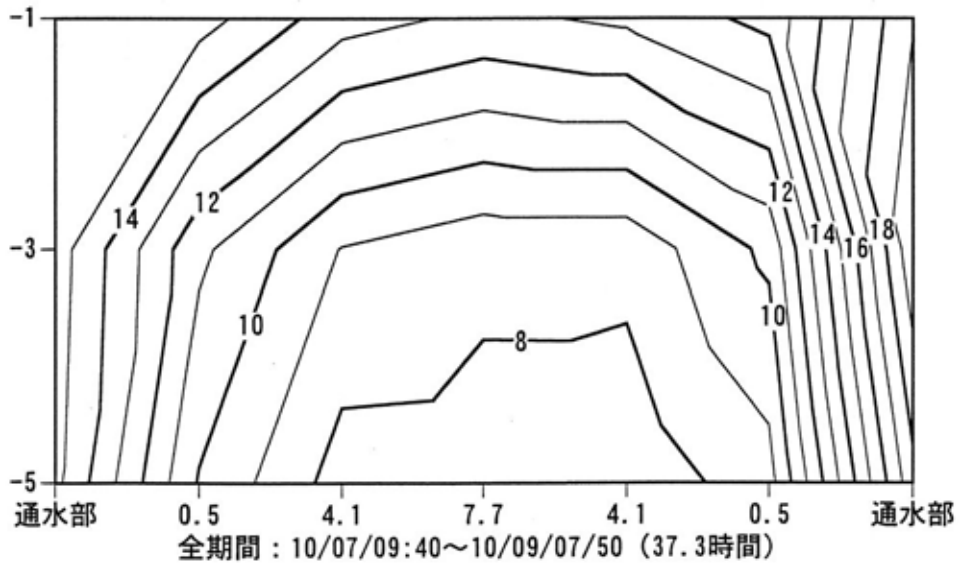
おもな結果の活用方法を以下に示す。

### ・通水型防波堤の効果・適用性の評価

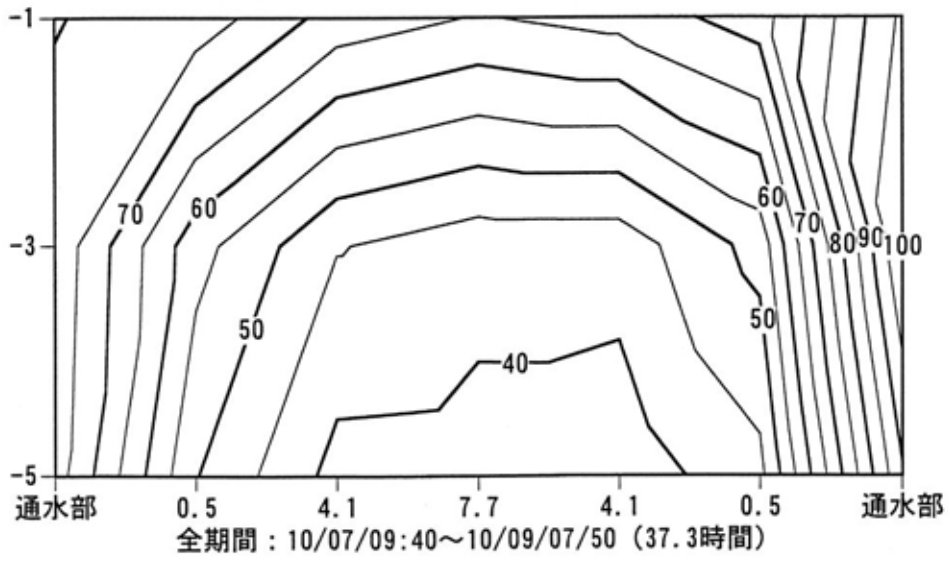
流速の調査結果から、図 3-32 のように流速の分布図（実測値、相対値）を作成し、流速の分布状況を把握するとともに通水部の効果を検証し、適用性を評価する。

平良港における通水型ケーソンの調査結果では、通水部で流速が大きく、ケーソン中央部の底層付近で小さい分布となっていることなどが明らかとなり、通水部を設けることの効果が確認されている。





a)実測値(単位:cm/sec)



b)相対値<sup>注)</sup>(%)

注)相対値は、最も流速が速い地点を100%として求めている。

図3-32 通水型ケーソン周辺の流速の分布状況(沖縄総合事務局、2000)<sup>18)</sup>

## 付着生物等調査

【概要】付着生物等調査では、流速条件調査と同時に通水部からの距離別、水深別の生物の生息状況を把握し、通水型防波堤の適用性を評価する。

### 調査方法

#### 調査定点の設定

調査定点は、流速条件調査の調査地点と同様の地点とすることが望ましい。設定した定点は経年変化を追跡するために、コンクリート釘などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。

#### 調査方法の選択

移植・移築事前調査では、コドラート法を用いスクーパで調査することを基本とする。

表 3-58 にコドラート法（p.130 参照）による効果の確認調査の内容を示す。

表 3-58 付着生物等調査の内容

調査方法			記録項目
方法	定点の設定数	観察範囲	
コドラート法	流速条件調査の地点数に準ずる	1m × 1m を原則とする	調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 構造形態 サンゴ(総被度、種類別被度、群体数、最大径、死サンゴの総被度)、ソフトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度)、大型底生動物(種類別個体数)、魚介類(種類別個体数) サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項

### 各調査項目の記録方法

- ・ 調査年月日・天候  
調査年月日と天候を記録する。
- ・ 調査責任者名および所属  
調査責任者の氏名および所属を記録する。
- ・ 緯度、経度  
各地点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

・水深・時刻

各定点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工用基準面の関係から D.L. 水深に換算する。

・水中写真

各定点とも、定点の名称、凹凸のタイプを示したプレートとともに観察範囲（1m×1m）が写真1枚に収まるよう基盤に対して垂直方向から可能な限り大きく撮影する。

現場で詳しい同定が困難な場合には接写撮影し、後に種類を確認することが考えられる。

・構造形態

直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等の構造形態を記録する。

・浮泥の堆積状況

浮泥の堆積状況は表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物、魚介類

付着生物等調査では、表 3-59 に示す内容で造礁サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物、魚介類の種類数等を記録する。なお、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても可能な限り属または種レベルまで同定する。

魚介類の調査については 30 分/地点など時間を決めて、表 3-60 に示すような個体数区分（半定量的方法）で調査を行う。満潮（上げ潮時）、干潮時（下げ潮時）に観察することが望ましい。定量的な調査としては漁具を用いた採捕も考えられ、その場合は特別採捕許可が必要となる。

表 3-59 記録内容の詳細

項目	被度区分 (個体数)	同定レベル		群体形	群体数	最大径、 最大高さ	備考
造礁サンゴ	1%未満 1%以上 5%未満 5%以上 は5%間隔  総被度、種 類別被度を記 録	ハナヤサイ サンゴ科 ミドリイシ科 ハマサンゴ科	「属」 または 「種」	ミドリイシ 科、ハマサ ンゴ科をは じめ、可能 な限りを記 録する	可能な限 り計数する	・最大径： 最大長径 の群体  ・最大高 さ：最大高 さの群体	「魚介類」 時間を30分 /地点 等のよ うに決める  満潮、干潮 時に観察する ことが望まし い
		その他	可能な限り 詳細に同定 する				
ソフトコーラル	個体数を記録	可能な限り詳細に同定する		-	-	-	
海藻草類		可能な限り詳細に同定する		-	-	-	
大型底生動物		可能な限り詳細に同定する		-	-	-	
魚介類		可能な限り詳細に同定する		-	-	-	

表 3-60 個体数区分の例

個体数区分	評価の基準
rr	1～2個体
r	3～10個体
c	11～50個体
cc	51～100個体
ccc	100個体～

・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。

・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録し、速やかに業務発注者と駆除等の方策について協議して対応する。

・シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の分布状況を表 3-19 に示す発生状態階級で記録する。

・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

**結果の整理方法**

調査結果は表 3-61 のように整理する。マッピングを行った場所については、図 3-14 のように分布図を作成する。

表 3-61 付着生物等調査結果の整理イメージ (例：造礁サンゴ)

調査日時(20××年×月×日)、 天候( )、調査責任者名および所属(氏名: 、所属: )							
No.	区分	科	通水部からの距離		0	0.5	...
			水深 D.L.(m)		-1		
1	イシサンゴ目	ハナヤサイサンゴ	ハナヤサイサンゴ属(準塊状)		R		...
2							
3		ミドリイシ	コモンサンゴ属(被覆状)				
4			ミドリイシ属(その他)		R	R	
5		ハマサンゴ	ハマサンゴ属(被覆状)		R		
6		キクメイシ	キクメイシ科		R		
7	イシサンゴ目以外	-	アナサンゴモドキ属			R	
総被度(%)					+	R	...
群体数(群体/m <sup>2</sup> )					20	10	...
最大径(cm)					5	2	...
最大高さ(cm)					3	0.5	...
死サンゴの被度(%)					0	0	...
浮泥の堆積状況							...
白化の段階					0	0	...
サンゴ加入度							...
オニヒトデの個体数(群体/m <sup>2</sup> )					0	0	...
シロレイシガイダマシ類の分布状況							...
特記事項					特に無し。		

被度の凡例; R;1%未満、+;1%以上5%未満

### 結果の活用方法

おもな結果の活用方法を以下に示す。

- ・通水型防波堤の効果・適用性の評価

目標を満たしているかどうかを観点に技術の適用性を評価する。評価に関する留意点については、表 3-53 を参照。さらに、技術向上のために必要な課題を抽出し、管理、計画・施工手法へフィードバックする。

#### (4) ビデオ撮影

技術施工後の管理、モニタリングの状況等については、確認のために定期的に動画で記録しておくことが望ましい。得られた動画にはテロップ等を挿入し、調査時の海域環境の様子が分かり易いように編集し広報資料等として活用する。

また、今後は調査場所を一定速度で撮影し、単位時間の動画からサンゴの被度を算出するビデオトランセクト法(Hill・Wilkinson、2004)<sup>29)</sup>等についても検討することが考えられる。

#### 3-3-3 . 調査時期および頻度

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査の調査頻度の目安を表 3-62 に示す。

基本的には夏季から秋季の決まった月に調査を行うものとする。サンゴ群集の移植・移築のモニタリングでは、特に1年目に台風等による物理的な剥離、付着藻類等による生物的侵食の影響が捉えられる時期に調査を行うことが望ましい。

表 3-62 調査頻度の目安

区分	調査時期	調査頻度	備考
サンゴ群集の 移植、移築	(夏季から秋季)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移植直後には必ず調査を行う</li> <li>・移植後1年以内は、10日後、1ヶ月後に調査することが望ましい</li> <li>・2年目以降は1回/1年</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移植・移築直後、10日後、1ヶ月後では、対象サンゴの物理的な安定状態に注意し、必要に応じて補強する</li> <li>・藻類の付着が認められる場合にはブラシ等で除去する</li> </ul>
異形ブロックの 凹凸加工		<ul style="list-style-type: none"> <li>・1回/1年</li> </ul>	-
通水型防波堤		<ul style="list-style-type: none"> <li>・1回/1年(サンゴ)</li> </ul>	サンゴ以外の生物に着目する場合は、適切な季節に調査を行う

調査頻度:生物相が安定し、変化がみられなくなった場合には数年に1回の調査とする

#### 3-3-4 . 日常的な管理

移植・移築サンゴについては、オニヒトデ等による食害や藻類による被覆状況、固着状況を継続的にモニタリングし適切な管理を行うことで、対象サンゴの生残率を高めることができる。したがって、地元のボランティアや NPO など第三者の協力を得て、継続的に管理することでより効率的に成果が得られる可能性がある。

#### 3-3-5 . 総括

サンゴ群集の保全・再生技術開発調査のまとめを表 3-63 に示す。

表3-63(1) サンゴ群集の保全・再生技術開発調査（総括）：サンゴ群集の移植・移築

区分		規模	数量	調査方法		結果の整理活用方法		調査時期 および 調査頻度
対象	調査			方法	各調査項目の記録方法	整理方法	活用方法	
サンゴ群集の移植・移築	事前調査	防波堤の延伸距離や埋立の範囲、規模等に準ずる	適宜	ペルトトランスケット法	<p>移植・移築元調査 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 水深・時刻:水深およびそのときの時刻(D.L.に換算) 水中写真:各セグメントで特徴的な景観 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート、構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等) 浮泥の堆積状況: からの区分(p.37 表3-21参照) サンゴ: 総被度、優占種別被度( 1%未満、 1%以上5%未満、 5%以上は5%間隔) (種類数)(「同定レベル」属または種) 移植に適した大きさ(10~50cm程度)の群体数( 5群体未満、 10群体以上は10群体間隔) 移築に適した大きさ(重機の規模に準ずる)の群体数(実数を計測する) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害等)</p> <p>移植・移築先調査 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度、水深・時刻、水中写真、底質の概観、構造形態、浮泥の堆積状況、サンゴの群体形 以上については移植・移築元調査と同じ。 サンゴ: 総被度、種類別被度( 1%未満、 1%以上5%未満、 5%以上は5%間隔) (種類数)(「同定レベル」属または種) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: からの段階(p.35 表3-17参照) 備考・特記事項:魚類によるサンゴの捕食状況、サンゴの活性状況、海藻類の繁茂状況、台風被害・赤土流出等</p>	一覧表 分布図	<p>移植・移築元調査 ・移植・移築元適地の選定 ・移植・移築対象種の検討 ・再生・保全目標(被度等)の検討</p> <p>移植・移築先調査 ・移植・移築先適地の選定</p>	調査時期 ・(夏季から秋季)
	事後調査	移植・移築規模に準ずる	概略調査:移植範囲毎(区間毎) 詳細調査:概略調査範囲で3箇所以上を基本とする	コドラート法	<p>「共通項目」 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPS 水深・時刻:水深およびそのときの時刻(D.L.に換算) 水中写真:移植範囲を網羅するように撮影(移植・移築先の水深、地点名を示したプレート) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート、構造形態:構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等) 浮泥の堆積状況: からの区分(p.37 表3-21参照) サンゴ捕食生物の確認個体数と食痕:サンゴ捕食生物(シロレイシガイダマシ類、オニヒトデ、魚類等)が移植サンゴに付着あるいは食害している場合にはその生物の種類別個体数を記録。移植サンゴに食痕が確認された場合は食痕の被度を記録。 固着状況 備考・特記事項:サンゴの活性状況(白化被度)、破損状況、海藻類の繁茂状況、アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害等</p> <p>「概略調査」 造礁サンゴ: 総被度( 1%未満、 1%以上5%未満、 5%以上は5%間隔)、優占種(「同定レベル」属または種)、群体形(可能な限り記録する)、群体数(全て記録する)</p> <p>「詳細調査」 造礁サンゴ: 総被度( 1%未満、 1%以上5%未満、 5%以上は5%間隔)、種類別被度(「同定レベル」属または種)、群体数(全て記録する)、サンゴのマッピング、長径、短径、高さ</p>	一覧表 分布図	移植・移築技術の適用性の評価	<p>調査時期 ・(夏季から秋季) 調査頻度 ・移植直後には必ず調査を行う ・その後、移植後1年以内は、1ヶ月後に調査することが望ましい ・2年目以降は1回/1年</p>
	水質連続 ・定点調査 水質定期 ・空間分布調査	移植・移築元、先周辺	サンゴの調査定点の数量等を考慮して設定する	自動記録式計測機器 現場観測器、採水・分析	<p>一般調査項目 調査年月日・天候、調査責任者名および所属、潮汐状況、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録、天候:各地点での天候、水深、時刻:各地点での水深とそのときの時刻(D.L.に換算)、気温、水色、風向・風速、試料の臭気:p.54 表3-31参照、波高:平均的な波高(目視観察)、雲量:空の面積に対して雲の占める割合、風浪階級:0から9の区分(p.57 表3-33参照)、試料の概観:目立った粒子状物質等の概観(色、形状)、試料保存処理の方法および分析までの過程、工事および汚濁負荷源の状況、使用機器の詳細:使用機器名、型番、測定精度、現場でのキャリブレーションの方法とその結果</p> <p>水質調査等項目(基本項目のみ示す) 連続・定点調査 水温・塩分:必要に応じて調査する 観測水深:移植・移築先の水深帯 測定頻度:1回/30分とし継続的に観測する。 定期・空間分布調査 水温、塩分、水中光量、濁度、透明度 観測水深:海面下0.5mから1m間隔で海底まで観測(透明度を除く) 測定頻度:満潮時(上げ潮時)および干潮時(下げ潮時)に観測 その他:必要に応じて調査</p>	一覧表 分布図	<p>移植・移築先適地の選定 ・移植・移築が目標を達しなかった場合の原因の検討</p>	<p>調査頻度:生物相が安定し、変化がみられなくなった場合には数年に1回の調査とする</p>

表3-63(2) サンゴ群集の保全・再生技術開発調査(総括):異形ブロックの凹凸加工、通水型防波堤

区分		規模	数量	調査方法		結果の整理活用方法		調査時期 および 調査頻度	
対象	調査			方法	各調査項目の記録方法	整理方法	活用方法		
異形 ブロックの 凹凸加工	-	構造物単位	水深別、凹凸の規模別(タイプ別)に3箇所ずつを基本とする	コドラート法	凹凸加工ブロックの施工場所の確認:構造物の設計図面により凹凸加工ブロックのタイプ別の配置状況(位置、水深)を確認する 調査地点の設定: ・凹凸のタイプ別、水深別に設定する ・加工タイプに加え、対照区として無加工区を設定する ・基盤の傾きは0~45°を基本とする ・水深は、サンゴの被度が高い水深、サンゴの被度が低い水深の2水深を基本とする 観察範囲:0.5m x 0.5mを原則とする	調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算) 水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(定点の名称、パターンを示したプレート) 構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等) 底質の概観:岩盤、転石、礫、砂、泥(浮泥)、コンクリート 浮泥の堆積状況: からの区分(p.37 表3-21参照) サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする) ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)、群 体数、最大径(最も大きい群体の長径) ・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限 り) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: からの段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: からの段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流出等)	一覧表 分布図	凹凸加工技術の効果・適用性の評価	調査時期 (夏季から秋季) 調査頻度 ・1回/1年 程度
	流速条件調査		通水部からの距離別、水深別の流速条件を把握するために必要な地点数とする	石膏球	調査位置の設定:水深、通水部間の距離を考慮して通水部の効果が把握できるように設定する	調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 期間平均流速:水温、設置時間、設置前・回収後の湿重量から期間平均流速を求める 水温:水温計 設置時間 ・2昼夜(48時間)程度を基本とする ・設置時、回収時の時刻から設置時間を求める	一覧表 分布図	通水型防波堤の効果・適用性の評価	調査時期 (夏季から秋季) 調査頻度 ・1回/1年 程度
通水型防波堤	附着生物等調査	構造物単位	流速条件調査の地点に準ずる	コドラート法	調査地点の設定:流速条件調査の調査地点と同様の地点とすることが望ましい 観察範囲:1m x 1mを原則とする	調査年月日・天候、調査責任者名および所属、緯度、経度:GPSで秒単位(小数点第二位)まで記録 水深・時刻:各地点の水深およびその時の時刻(D.L.に換算) 水中写真:観察範囲を垂直方向から可能な限り大きく撮影(地点の名称を示したプレート) 構造形態(直立型構造物、消波ブロック、根固ブロック、被覆石・ブロック等) 浮泥の堆積状況: からの区分(p.37 表3-21参照) サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類:(必要に応じてマッピングする) ・サンゴ:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:属または種)、群 体数、最大径(最も大きい群体の長径) ・ソフトコーラル:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限 り) ・海藻草類:総被度(1%未満、1%以上5%未満、5%以上は5%間隔)、種類別被度(同定レベル:可能な限り) ・大型底生動物:種類別個体数(同定レベル:可能な限り) ・魚介類:種類別個体数(同定レベル:可能な限り)、時間を30分/地点等のように決める、満潮、干潮時に観 察、CR法(半定量的方法)(p.103 表3-60参照) サンゴの群体形:ミドリイシ科、ハマサンゴ科(p.18 表3-8) 白化の段階:0から4の段階(p.20 表3-9参照) サンゴ加入度: からの段階(p.25 表3-12参照) オニヒトデの個体数:可能な限り個体数を記録 シロレイシガイダマシ類の分布状況: からの段階(p.33 表3-19参照) 特記事項(アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流出等)	一覧表 分布図	通水型防波堤の効果・適用性の評価	調査時期 (夏季から秋季) 調査頻度 ・1回/1年 程度  サンゴ以外の生物に着目 する場合は、適切な季節に 調査を行う



## 【参考資料】

## 1. アセスメント調査の基本的事項

港湾分野では、港湾計画の策定と公有水面の埋立時の環境アセスメントが義務付けられている。

### 【解説】

従来は、昭和 59 年 8 月に閣議決定された環境影響評価実施要綱（いわゆる閣議アセス）および、公有水面埋立法や港湾法などの個別法に基づく環境影響評価（以下アセスメント調査と言う）が実施されてきた。

平成 9 年 6 月には環境影響評価法（いわゆる法アセス）が制定されており、平成 11 年 6 月に全面施行されたことを受けて、環境影響評価法に基づきアセスメント調査が実施されている。環境影響評価法では対象事業の種類と規模が規定されており、港湾分野では以下の種類と規模が対象事業とされている。なお、下記の規模に満たない場合にも、事業の種類や規模によっては都道府県の条例で示されている手続き他、公有水面埋立法や港湾法によるアセスメント調査が必要である。

港湾計画：新たに計画に位置づける埋立て・掘り込み面積が 300ha 以上の場合

計画アセスメント調査

公有水面の埋立ておよび干拓：50ha を超える埋立て（第 1 種事業）は必須、40ha 以上 50ha 以下で（第 2 種事業）はスクリーニングにより実施の有無を判定する。

事業アセスメント調査

アセスメント調査は、「調査-予測-評価」のフローで実施される。本手引きでは、（現地）調査に関する事項に着目し、計画、事業アセスメント調査で求められる事項および調査計画を検討する際の基本的な考え方について港湾分野の環境影響評価ガイドブック（（財）港湾空間高度化センター、1999）<sup>6)</sup> から抜粋して示した。また、特に海域環境に関する調査方法等の詳細について示した（環境アセスメント調査の詳細および予測、評価手法等の詳細については、ガイドブックを参照）。

### 1-1. 調査内容（標準項目）

#### (1) 計画アセスメント調査

##### 1) 港湾計画特性および地域特性の把握

港湾環境影響評価の項目等の選定に関する指針（第 2 条）（以下、計画・指針と言う）では、必要な範囲内で表 1-1 に示す港湾計画特性および地域特性内容を把握するとともに、具体的な調査項目の選定を行う必要があることが示されている。

表 1-1 把握すべき港湾計画特性および地域特性の内容 ( (財)港湾空間高度化センター、1999 )<sup>6)</sup>

環境影響評価項目等選定指針 第三条(港湾計画特性及び地域特性の把握)	
一	港湾計画特性に関する情報
イ	主要な港湾施設の規模及び配置に関する事項の概要
ロ	埋立地の規模及び配置に関する事項の概要
ハ	その他の対象港湾計画に定められる港湾開発等に関する事項
二	地域特性に関する情報
イ	自然的状況
	(1)気象、大気質、騒音、振動その他の大気に係る環境の状況 (環境基準 の確保の状況を含む)
	(2)水象、水質、水底の底質その他の水に係る環境の状況(環境基準 の確保の状況を含む)
	(3)地形及び地質の状況
	(4)動物の生息又は生育、植生及び生態系の状況
	(5)景観及び人と自然との触れ合い活動の状況
ロ	社会的状況
	(1)人口及び産業の状況
	(2)土地利用の状況
	(3)河川、湖沼及び海域の利用並びに地下水の利用状況
	(4)交通の状況
	(5)学校、病院その他の環境保全について配慮が特に必要な 施設の配置の状況及び住宅地の概況
	(6)下水道の整備状況
	(7)環境の保全を冒的として法令、条例又は法第53条の行政指導等により指定された地域その他の対象及び当該対象に係る規制の内容その値の状況
	(8)その他の事項

環境基準：環境基本法の規定に定められた基準

## 2) 評価項目の選定

港湾計画に関する環境影響要素は、存在（例：防波堤の存在による水底質の変化）と供用（例：土地利用に伴う騒音）に関わるものに分けられる。計画・指針（第4条）によると、特定港湾管理者は、対象港湾計画に定められる港湾開発等に係る港湾環境影響評価の項目を選定するにあたっては、別表第一に掲げる環境の構成要素に係る項目、すなわち表 1-2 に示す標準項目に対して、必要に応じ、項目の削除または追加を行うことにより選定しなければならないとされている。

表 1-2 環境要素および影響要因の区分 ( (財)港湾空間高度化センター、1999 )<sup>6)</sup>

環境要素の区分				影響要因の区分	
				存在	供用
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持	大気環境	大気質	窒素酸化物		
		騒音	騒音		
		振動	振動		
	水環境	水質	水の汚れ		
	土壌に係る環境 その他の環境	地形及び地質	重要な地形及び地質		
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全	動物		重要な種及び注目すべき生息地		
	植物		重要な種及び群落		
	生態系		地域を特徴づける生態系		
人と自然との豊かな触れ合い	景観		主要な眺望点及び景観資源並びに主要な既望景観		
	人と自然との触れ合い活動の場		主要な人と自然との触れ合いの活動の場		

## (2)事業アセスメント調査

### 1)事業特性および地域特性の把握

環境影響評価の項目等の選定に関する指針(第5条)(以下、事業・指針と言う)では、必要な範囲内で表1-3に示す事業特性および地域特性内容を把握するとともに、具体的な調査項目の選定を行う必要があることが示されている。

表1-3 把握すべき事業特性および地域特性の内容( (財)港湾空間高度化センター、1999 )<sup>6)</sup>

環境影響評価項目等選定指針 第五条(事業特性及び地域特性の把握)	
一	事業特性に関する情報
イ	対象埋立て又は干拓事業の種類
ロ	対象埋立て又は干拓事業実施の区域の位置
ハ	対象埋め立て又は干拓事業の規模
ニ	対象埋め立て又は干拓事業の工事計画の概要
ホ	その他の対象埋め立て又は干拓事業に関する事項
二	地域特性に関する情報
イ	自然的状況
	(1)気象、大気質、騒音、振動その他の大気に係る環境の状況(環境基準の確保の状況を含む)
	(2)水象、水質、水底の底質その他の水に係る環境の状況(環境基準の確保の状況を含む)
	(3)土壌及び地盤の状況(環境基準の確保の状況を含む)
	(4)地形及び地質の状況
	(5)動物の生息又は生育、植生及び生態系の状況
	(6)景観及び人と自然との触れ合い活動の状況
ロ	社会的状況
	(1)人口及び産業の状況
	(2)土地利用の状況
	(3)河川、湖沼及海域の利用並びに地下水の利用状況
	(4)交通の状況
	(5)学校、病院その他の環境保全について配慮が特に必要な施設の配置の状況及び住宅地の概況
	(6)下水道の整備状況
	(7)環境の保全を目的として法令等により指定された地域その他の対象及び当該対象に係る規制の内容とその状況
	(8)その他の事項

環境基準:環境基本法の規定に定められた基準

### 2)評価項目の選定

個別事業に関する環境影響要素は、工事の実施(例:護岸工事による生物相の変化)と土地または工作物の存在(例:埋立地または干拓地の存在による水質への影響)に関わるものに分けられる。事業・指針(第6条)によると、事業者は、対象埋立てまたは干拓事業に係る港湾環境影響評価の項目を選定するにあたっては、別表第一に掲げる環境の構成要素に係る項目、すなわち表1-4に示す標準項目に対して、必要に応じ、項目の削除または追加を行うことにより選定しなければならないとされている。

表 1-4 環境要素および影響要因の区分（(財)港湾空間高度化センター、1999）<sup>6)</sup>をもとに作成

環境要素の区分				影響要因の区分	
				工事の実施	土地又は工作物の存在
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持	大気環境	大気質	粉じん等		
		騒音	騒音		
		振動	振動		
	水環境	水質	水の汚れ		
			土砂による水の濁り		
土壌に係る環境 その他の環境	地形及び地質	重要な地形及び地質			
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全	動物		重要な種及び注目すべき生息地		
	植物		重要な種及び群落		
	生態系		地域を特徴づける生態系		
人と自然との豊かな触れ合い	景観		主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観		
	人と自然との触れ合い活動の場		主要な人と自然との触れ合いの活動の場		
環境への負荷	廃棄物等		建設工事に伴う副産物		

### 1-2. 調査方法および結果の整理、活用方法

アセスメント調査（現地調査）のフローを図 1-1 に示す。

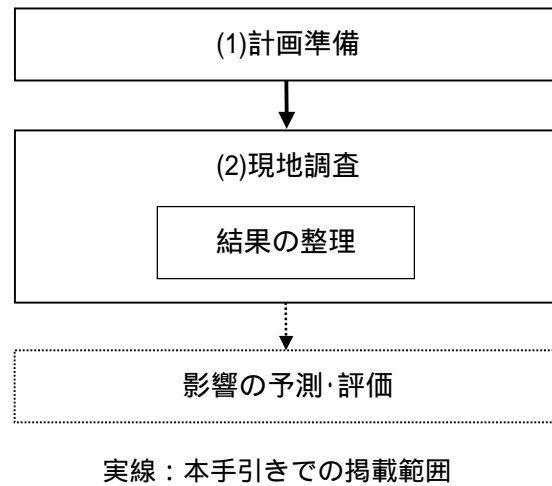


図 1-1 アセスメント調査（現地調査）のフロー

## (1) 計画準備

必要に応じて有識者へのヒアリングや現地踏査を行い、具体的な作業計画書を作成する。また、本編の「3-1. 基本的事項」で示した必要書類の作成、提出等の所定の準備を行う。

## (2) 現地調査

### 調査方法

#### 標準項目に対する標準手法

ここでは、海域調査に関係する項目についての標準手法を抜粋し、表 1-5 に示す（その他標準項目毎の標準手法や、調査・予測手法の重点化・簡略化の考え方の例等についてはガイドブックを参照）。

計画・指針（第 6 条）および事業・指針（第 8 条）によると、特定港湾管理者（港湾計画、改訂）事業者（事業実施）は、それぞれ対象港湾計画に定められる港湾開発、対象埋立てまたは干拓事業に係る港湾環境影響評価の調査および予測の手法（標準項目に係るものに限る）を選定するにあたって、標準項目毎に別表第二に掲げる標準的な調査および予測の手法（標準手法）を基準として選定しなければならないとされている。この場合において、特定港湾管理者、事業者は必要に応じ標準手法より簡略化された調査もしくは予測の手法（簡略化手法）を選定し、または第三項に定めるところにより、必要に応じ標準手法より詳細な調査もしくは予測の手法（重点化手法）を選定するものとされている。

表 1-5 海域調査に直接関係する項目についての標準手法

（（財）港湾空間高度化センター、1999）<sup>6)</sup>をもとに作成

調査項目		調査すべき情報	調査の基本的な手法	調査地域	調査地点、期間等
水質	水の汚れ	イ 化学的酸素要求量の状況 ロ 流れの状況		海域の特性及び水の汚れの変化の特性を踏まえて水の汚れに係る港湾環境影響を受けるおそれがあると認められる地域	
動物	重要な種及び注目すべき生息地	イ 鳥類及び主な海生動物に係る動物相の状況 ロ 動物の重要な種の分布、生息の状況及び生息環境の状況 ハ 注目すべき生息地の分布並びに当該生息地が注目される理由である動物の種の生息の状況及び生息環境の状況	文献その他の資料及び現地調査による情報(化学的酸素要求量の状況については、水質汚濁に係る環境基準に規定する測定方法を用いられたものとする)の収集(資料により十分に情報を収集できる場合にあっては現地調査による情報の収集を除く)並びに当該情報の整理及び解析	計画アセス： 港湾計画開発等区域及びその周辺の区域  事業アセス： 対象埋立て又は干拓事業実施区域及びその周辺の区域	海域の特性及び環境変化の特性を踏まえて、影響を予測評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点・経路、及び期間、時期、時間帯
植物	重要な種及び群落	イ 海藻類その他主な植物に係る植物相及び植生の状況 ロ 植物の重要な種及び群落の分布、生息の状況及び生息環境の状況			
生態系	地域を特徴づける生態系	イ 動植物その他の自然環境に係わる概況 ロ 複数の注目種等の生態、他の動植物との関係又は生息環境若しくは生息環境の状況			

## 海域調査に直接関係する項目についての個別の調査方法

アセスメント調査は、港湾計画や事業の特性を考慮し、調査計画に反映させた環境の現況把握調査と位置づけられる。表 1-6 に海生生物に係る現地調査方法の事例について、ガイドブックから抜粋して示す。

表 1-6(1) 海生生物に係る現地調査方法の事例 その 1 ( (財)港湾空間高度化センター、1999 )<sup>6)</sup>

区分	調査方法
プランクトン	<p>動物プランクトンの採取についてはネット法、植物プランクトンの採取については採水法が一般的である。</p> <p>(動物プランクトン) イ. ネット法 北原式定量ネットを用いて、海底上約1mから海面まで鉛直曳きを行い、採取した試料はホルマリンで固定し、光学顕微鏡を用いて同定・計数を行う、などの方法がある。</p> <p>(植物プランクトン) イ. 採水法 バンドーン型採水器を用いて、表層(海面下約0.5m)より5Lの採水を行い、採取した試料はホルマリンで固定し、光学顕微鏡を用いて同定・計数を行う、などの方法がある。</p>
底生生物	<p>底生生物の採取は、一定の面積を採取できる採泥器による採泥法が一般的である。</p> <p>イ. 採泥法 スミス・マッキンタイヤ型採泥器(バケット部:22cmx22cm)を用いて、1地点当たり2回(採泥面積:約0.1m<sup>2</sup>)表層泥の採泥を行う。採取した海底の表層泥は、1mm目のふるいでこし、ふるい上の生物を試料とし、ホルマリンで固定して光学顕微鏡にて同定・計数を行う、などの方法がある。</p>
付着生物	<p>付着生物に関しては、生物の分布状況を広範囲に把握する目視観察法と代表的な生息場の生物を定量的に把握する枠取り法が一般的であり、両法を併用して調査する場合が多い。</p> <p>イ. 目視観察法 潮間帯で測線を設定し、この測線の両側各1mの範囲について、水深50cmごとを1区画として、干出時に各区画内での生物の出現種類及び個体数を記録する、などの方法がある。</p> <p>ロ. 枠取り法 底質・生物相を代表する箇所を選定し、30cmx30cm(0.09m<sup>2</sup>)のコドラート枠内に出現した生物を採取する。この際、採取場所の基質が岩盤・転石・巨礫の場合は方形枠内の生物を刈り取り、また、砂・小礫の場合は表層土(約5cm厚)の採取を行って1mm目のふるいでこし、ふるい上の生物を資料として現場でホルマリンで固定し、光学顕微鏡で同定・計数を行う、などの方法がある。</p>
卵・稚仔	<p>卵・稚仔の採取は、ネット法が一般的である。</p> <p>イ. ネット法 まるちネットを用いて、調査地点を中心に表層を2ノットの船速で10分間水平円周曳きを行い、採取した試料は現場でホルマリン固定し、光学顕微鏡を用いて同定・計数を行う、などの方法がある。</p>
魚類	<p>魚類に関しては、上記の付着生物の調査と関連して潜水目視観察法により調査を行う場合が多く、そのほか漁網等による採取法を採用する場合もある。</p> <p>イ. 潜水目視観察法 ダイバー(スキューバ方式)が潜水し、30分間程度の潜水目視観察を行って魚類の出現状況を記録する、などの方法がある。</p>

表 1-6(2) 海生生物に係る現地調査方法の事例 その2 ( (財)港湾空間高度化センター、1999 )<sup>6)</sup>

区分	調査方法
干潟	<p>干潟に関しては、通常干潟の分布状況とそこに生息する生物の状況とともに、その生息・生育環境についても調査を行う。</p> <p>〔干潟分布調査〕 干潟の分布とその性状を把握するには以下のような調査方法がある。</p> <p>イ. 干潟地形(測量) 概ね高潮線から潮位基準面下までの地盤高を調査する。測線間隔40m、読み取りピッチ25m、0.1m単位(平面図で0.1mコンター)程度の深浅測量を行う、などの方法がある。</p> <p>ロ. 底質平面分布 調査地点の測量(座標)と現地踏査を合わせて実施し、目視等により底質を泥質、砂泥質、細砂質、粗砂質、礫質、岩盤等の区分し底質平面分布図を作成する、などの方法がある。また、必要に応じて泥質等の堆積物の厚さの平面分布状況を把握する場合もある。</p> <p>〔干潟生物調査〕 干潟に生息する生物を把握するには以下のような方法がある。</p> <p>イ. 主要生物分布 光波測距儀等を併用したスポット観察による現地踏査(数十地点程度)によって、全域を対象に表層性干潟動物(ハゼ類、カニ類、巻貝類等、)と海藻草類を目視観察し、主要生物分布図を作成する、などの方法がある。</p> <p>ロ. 底生生物 マクロベントス、メイオベントス及び底生性微小藻類等について調査分析を行う。</p> <p>ハ. 仔稚魚 冠水時に稚魚ネットによる採集を行い、種組成及び個体数を分析する。</p> <p>ニ. 魚介類 小型地曳網を用いて魚介類を採集し、種組成及び個体数を分析する。</p> <p>〔生息・生育環境調査〕 イ. 水質、底質</p>
藻場	<p>藻場に関しては、通常藻場の分布状況とそこに生息する生物の状況とともに、その生息・生育環境についても調査を行う。</p> <p>〔藻場分布調査〕 藻場の分布とその性状を把握するには以下のような調査方法がある。</p> <p>イ. 測線調査 予め航空写真等により調査海域における海藻草類の分布状況の概略を把握し、予め設定した複数の側線において船上目視観察及び潜水目視観察(スキューバ方式)により、各測線とも10m×10mの連続コドラート(区画)として、各区画ごとに生育している海藻草類の種類と被度について記録する、などの方法がある。</p> <p>ロ. スポット調査 海藻草類の分布する区域の中からスポット調査地点を複数選択し、各地点とも10m×10mのコドラートを設定して、区画内に生育している海藻草類の種類と被度について記録する、などの方法がある。</p> <p>〔藻場生物調査〕 藻場に生息する生物を把握するには以下のような調査方法がある。</p> <p>イ. 葉上性動物・植物 藻場を構成する海藻草類に付着する動植物について調査分析を行う。</p> <p>ロ. 底生生物 メガロベントス、マクロベントス、メイオベントスについて調査分析を行う。</p> <p>ハ. 仔稚魚 冠水時に稚魚ネットによる採集を行い、種組成及び個体数を分析する。</p> <p>ニ. 魚介類を採集し、種組成及び個体数を分析する。</p> <p>〔生息・生育環境調査〕 イ. 水質、底質</p>



表 1-6(3) 海生生物に係る現地調査方法の事例 その3 ((財)港湾空間高度化センター、1999) 6)

区分	調査方法
サンゴ群集	<p>サンゴ群集に関しては、通常サンゴ礁の分布状況とそこに生息する生物の状況とともに、その生息・生育環境についても調査を行う。</p> <p>〔サンゴ分布調査〕</p> <p>イ. 測線調査          予め航空写真等により調査海域におけるサンゴ類の分布状況の概略を把握し、予め設定した複数の測線において船上目視観察及び潜水目視観察(スキューバ方式)により、各測線とも10m×10mの連続コドラート(区画)として、各区画ごとに生息しているサンゴ類の種類と被度について記録する、などの方法がある。</p> <p>ロ. スポット調査          サンゴ類の分布する区域の中からスポット調査地点を複数選定し、各地点とも10m×10mのコドラートを設定して区画内に生息しているサンゴ類の種類と被度について記録する、などの方法がある。</p> <p>〔サンゴ生物調査〕</p> <p>生息生物の状況を把握するには以下のような方法がある。</p> <p>イ. 底生生物          メガロベントスについて調査を行う。</p> <p>ロ. 魚類          潜水目視観察(スキューバ方式)等により出現する魚類を調査する。</p> <p>〔生息・生育環境調査〕</p> <p>イ. 水質、底質</p>

(注)同表は過去の環境影響評価の調査手法の事例を示したものであり、対象事業に係る調査に当たっては、事業特性や地域特性さらには調査手法に関する知見の動向などに応じて、個別に調査手法を選定する必要がある。

以下にアセスメント調査における主な留意点(配慮事項)として、調査範囲および調査地点の考え方を示す。

アセスメント調査の調査範囲は、評価の対象となる行為によって考え方が異なる。

港湾計画の策定に関わる計画アセスメント調査の場合は、具体的な施設や施工計画に対してではなく計画施設等の存在および供用に伴う影響を予測、評価するものであるため、計画対象海域周辺をマクロな観点で捉え、周辺海域を幅広く調査する必要がある。公有水面の埋立て等の事業に関わる事業アセスメント調査の場合は、その区域や工事計画の内容を踏まえた影響を予測するものであるため、事業実施の影響を十分に予測評価できるよう、影響が予想される範囲とその周辺に焦点を当てる。周辺で同時期に別の開発計画が存在する場合には、それらを考慮したうえで調査範囲を設定する。

調査地点は、地形条件や流況、生物相等の既往の知見に基づいて決定する。調査地点の考え方は、表 1-7 に示すとおりである。

表 1-7 調査地点の考え方

事業の区分	地点の配置
港湾計画の策定	生態系の変化を網羅的に予測、評価するため、港湾計画の区域を網羅するよう海底地形や生物相等の分布特性を勘案して配置する。
公有水面の埋立等	事業の影響を予測、評価するため、事業箇所を中心に、直接的な影響を受ける場所と、間接的な影響を受ける周辺に配置する。

## 結果の整理方法

結果の整理方法については、本編の「3-2. サンゴ礁群集の健康診断調査」を参照。

## 結果の活用方法

主な結果の活用方法を以下に示す。

- ・ 環境の現況の基礎資料
- ・ 将来の環境予測、評価

### 1-3. 調査時期および頻度

調査時期・頻度については、季節変化を把握するため、四季の調査を行うことが望ましい。ただし、海藻草類の繁茂時期（冬季から春季など）の分布状況や、一般的に海域環境が悪化する時期の水底質の状況（夏季など）等、調査項目の特性に焦点を絞って予測する必要がある場合については、適宜必要な回数調査を行う。

## 2. 事後調査の基本的事項

事業者は、当該事業で何らかの環境保全措置を講じるに際して、その影響や効果に関する知見が不十分で予測の不確実性が大きい場合には、工事の実施中および工事後（竣工後）のモニタリング調査を行うことが義務づけられている。

### 【解説】

環境影響評価法では、事業者が当該事業で何らかの環境保全措置を講じる際、以下の事項に該当し環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、対象事業に係る工事過程および工事後（竣工後）のモニタリング調査が義務づけられている。

予測の不確実性の程度が大きい選定（予測）項目について環境保全措置を講ずる場合  
効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合

すなわち、事後調査は工事過程に行う「工事監視調査」、工事後に行う「工事後影響調査」に分類される。

表 2-1 に、海域環境に関する環境保全措置の例を示す。

工事の実施に関するものとしては、海水の濁りおよび拡散に関する環境保全措置として、最大工事量の分散化や汚濁防止膜の設置によって対策が講じられている。この対策については工事中の監視が重要であることから、工事監視調査を行う。

土地または工作物の存在に関わるものとしては、海水の有機物汚濁や生物生息場の消滅等があげられ、ミチゲーションにあたる措置として工作物の構造の工夫、生物種の避難、生物生息場の造成等による対策が講じられている。これについては、効果に係る知見が不十分な場合に工事後影響（効果）調査を行う。

工事後影響調査が必要と考えられる環境保全措置の手法については、技術の開発段階であるものが多く、本手引きでは本編の「3-3. サンゴ群集の保全・再生技術開発調査」に代表的な調査について示している。

表 2-1 環境保全措置の適用ケースおよび対策（例）（（財）港湾空間高度化センター、1999）<sup>6)</sup>を参考に作成

適用ケース	対象項目および対策		対象調査
	水質（・底質）	生態系（動植物）	
工事の実施に関するもの	「海水の濁りおよび拡散」 最大工事量の分散化 汚濁防止膜の設置 等		工事監視調査
土地または工作物の存在に関わるもの	「海水の汚濁（有機物）」 水質浄化に寄与する構造 （の付加） 海浜、干潟等の造成による 水質浄化機能の付加 等	「生息場の消滅」 付着動物の生息しやすい 構造（の付加） 海浜、干潟、藻場の造成、 サンゴ群集の移植、移築 等	工事後影響調査

## 2-1. 調査内容（工事監視調査）

工事監視調査では、海水の濁りおよび拡散による周辺環境への影響とそれに対する環境保全措置の効果を確認することを目的に、天然礁を対象として一般に表 2-2 に示すような調査が行われている。

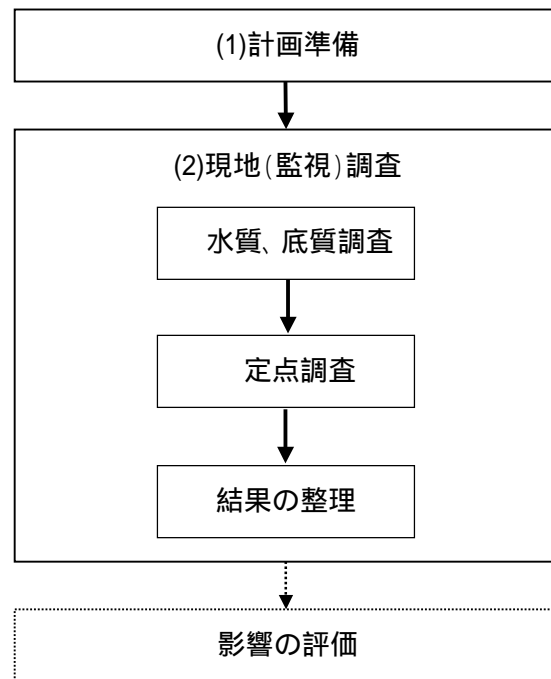
表 2-2 工事監視調査の内容（例）

区分	主な調査内容	調査方法	規模(範囲)	数量
水質調査	濁度、SS、その他	採水(採泥) および分析、 現地観測	工事区域周辺	工事区域の範囲 に準ずる(工事の 影響および環境 保全措置の効果 が的確に把握で きるように地点を 配置する)
底質調査	粒度組成、 その他			
定点調査	サンゴ、海藻草類 の被度、その他	コドラート法		

## 2-2. 調査方法および結果の整理、活用方法（工事監視調査）

工事監視調査のフローを図 2-1 に示す。

工事監視調査では、地域特性等を踏まえ既往の調査、実験値等を考慮し、環境部局等の関係者との合意に基づいてあらかじめ監視項目に対する基準を定めておく必要がある。



実線：本手引きでの掲載範囲

図 2-1 工事監視調査（現地調査）のフロー（例）

## (1) 計画準備

必要に応じて有識者へのヒアリングや現地踏査を行い、具体的な作業計画書を作成する。また、「3-1. 基本的事項」で示した必要書類の作成、提出等の所定の準備を行う。

## (2) 現地（監視）調査

### 水質、底質調査

表 2-3 に水質、底質調査の内容（例）を示す。一般項目については、本編の表 3-31 参照。

表 2-3 水質、底質調査の内容（例）

項目		調査方法			備考
区分	調査(記録)項目	方法	観測頻度	観測水深	
水質	濁度	濁度計 (現地 観測)	満潮時お よび干潮 時に観測 することを 基本とする	上層:海面下0.5m 中層:1/2水深 下層:海底面+1.0m	-
	SS	採水、分析			-
	その他(生活環境 項目、 健康項目)	採水、分析 または 現地観測		上層:海面下0.5m 下層:海底面+1.0m	濁度、SS以外に工事の 影響が考えられる項目 を追加する
底質	粒度組成、 強熱減量	採泥、分析	-	-	-
	その他 (重金属等)				粒度組成、強熱減量以 外に工事の影響が考え られる項目を追加する
沈 降 物	沈降物量 等	セディメント トラップ	-	海底面+0.5m以内	-

## 調査方法

### 調査位置の設定

調査位置は、表 2-4 に示す考え方に基づき、工事内容を把握するとともに地形条件や流況、生物相等の既往の知見を参考にして決定する。

表 2-4 調査位置設定の考え方（例）

地点の区分	目的	地点の配置	地点の設定数
基本監視 地点	工事の直接的な影響の 監視	工事区域周辺	工事区域の規模に準 じ、効率的に影響(効 果)が把握できるような 数量とする
バックグラ ウンド地点	基本監視地点における 値との相対比較	工事区域の近くで工事の影響が無 いと考えられる場所	
	自然現象など、工事以 外のインパクトの把握	工事区域から離れており、工事の影 響が無いと考えられる場所	
補助監視 地点	基本監視地点の補助 データの取得	基本監視地点のデータを補完する 場所	

## 各調査項目の記録方法

### ・水質

工事の周辺環境への直接的な影響としては、浚渫、埋立等に関するいずれの工種についても水質の濁りに関わる濁度、SS に及ぼす影響が大きいと考えられることから、原則としてこの2項目を監視する。SS は室内分析を伴い時間を要することから、監視基準を超えた際の対応が遅れ、監視目的を達成できない可能性がある。したがって、一般には現場観測が可能な濁度を常時監視するとともにSSを定期的に監視し、濁度との関係式からSSを求めている。

また、その他の水質項目で少なくとも環境基本法で定められている生活環境項目および健康項目について工事の影響が考えられる場合は、項目を追加して監視を行う。

測定頻度については、潮汐を考慮し満潮時、干潮時に観測することを基本とする。観測水深は、上層：海面下0.5m、 中層：1/2水深、 下層：海底面+1.0mを基本とする。

### ・底質

底質については、SS が堆積した場合の影響を把握する目的で、粒度組成、強熱減量の監視を原則とする。その他の底質項目で重金属をはじめ工事の影響が考えられる場合は、項目を追加して監視を行う。

### ・沈降物

SS の海底への堆積速度を定量化するために、セディメントトラップを用いて沈降物量を把握することが望ましい。

一般項目については、pp.56-57 参照。

## 結果の整理方法

濁度、SSをはじめ、周辺環境への影響が直接的かつ大きいと考えられる項目については、可能な限り迅速に対応する必要があるため、基準値との照合ができるよう一覧表に取りまとめる。その他、週、月の期間等、比較的長期に渡って影響を監視するものについては、工事の影響を解析するためのデータセットや分布図を作成する。

## 結果の活用方法

主な結果の活用方法を以下に示す。

- ・基準値との照合による工事監視
- ・経年変化の検討
- ・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

## 定点調査

工事監視調査では、工事等のサンゴ礁群集への影響（効果）を効率的に把握することを目的とし、2段階に分けて調査を行う。まず、工事の影響等を広範に把握するため、10m×10m（100m<sup>2</sup>）の範囲を調査する。さらに、10m×10mの範囲でサンゴの被度が高いなど特徴的な場所については、2m×2m（4m<sup>2</sup>）内のサンゴ礁群集の分布状況を詳細に観察することが望ましい。

### 調査方法

#### 調査定点位置の設定

水質調査地点に準ずることを基本とする。設定した定点は工事期間内での変化を追跡するために、鉄筋棒などで目印を付け永久コドラートとして活用できるようにする。

なお、定点を再設定する場合の考え方については p.36 参照。

#### 調査方法の選択

定点調査では、コドラート法により詳細な調査を行うことが目的であるため、基本的にスクーバで調査することを基本とする。

本編の表 2-5 にコドラート法（p.130 参照）による定点調査内容を示す。

表 2-5 定点調査の内容（沖縄総合事務局、2004）<sup>12)</sup>を参考に作成

調査方法				記録項目
方法	段階	観察範囲	定点の設定数	
コドラート法	1: 広範なサンゴ礁群集の分布	10m×10mを原則とする	水質調査地点に準ずることを基本とする	「共通項目」 調査年月日・天候 調査責任者名および所属 緯度、経度 水深・時刻 水中写真 底質の概観 浮泥の堆積状況 サンゴの群体形 白化の段階 サンゴ加入度 オニヒトデの個体数 シロレイシガイダマシ類の分布状況 特記事項  「10m×10m」 サンゴ(生・死 サンゴの優占種別被度)、ソフトコーラル(優占種別被度)、海藻草類(優占種別被度)、大型底生動物(優占種別個体数)  「2m×2m」 サンゴ(生・死 サンゴの種類別被度、群体数、最大径)、ソフトコーラル(総被度、種類別被度)、海藻草類(総被度、種類別被度)、大型底生動物(種類別個体数)
	2: 特徴的なサンゴ礁群集の分布	2m×2mを原則とする	10m×10mの観察区に1地点以上設定することを基本とする	

## 各調査項目の記録方法

### ・調査年月日・天候

調査年月日と天候を記録する。

### ・調査責任者名および所属

調査責任者の氏名および所属を記録する。

### ・緯度、経度

測線の基点、終点の緯度、経度を GPS で秒単位（小数点第二位）まで記録する。

### ・水深・時刻

各定点での水深とその時の時刻を記録する。水深は後に潮位および工事用基準面の関係から D.L. 水深に換算する。

### ・水中写真

各定点とも、定点の名称を示したプレートとともに観察範囲（1m×1m）が写真1枚に収まるよう基盤に対して垂直方向から可能な限り大きく撮影する。懸濁物等の影響で写真が不明瞭となる場合や後に写真から被度を求めようとする場合などには1m×1mの範囲を0.5m×0.5mに4分割して撮影する。

現場で詳しい同定が困難な場合には接写撮影し、後に種類を確認することが考えられる。

### ・底質の概観

底質の概観は本編の表 3-6 に示す区分で記録する。

### ・浮泥の堆積状況

浮泥の堆積状況は本編の表 3-21 に示す堆積区分で記録する。

### ・サンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物

定点調査では、本編の表 3-22 に示す内容でサンゴ、ソフトコーラル、海藻草類、大型底生動物の被度等を記録する。ただし、10m×10mの範囲では各生物とも優占種もしくは注目すべき種に着目して記録する。

定点調査では、ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、ハマサンゴ科以外の種類についても、可能な限り属または種レベルまで同定する。

また、工事等の影響を的確に把握するためにマッピングをすることが望ましい。

### ・サンゴの群体形

サンゴの群体形については、特に多様な群体形となるミドリイシ科、ハマサンゴ科について本編の表 3-8 に示す区分で可能な限り記録する。



- ・白化の段階

白化したサンゴの分布状況について本編の表 3-9 に示す白化の段階を記録する。

- ・サンゴ加入度

長径 5cm 以下のミドリイシ群体の 1m<sup>2</sup> 当たりの群体数について本編の表 3-12 に示す加入度階級を記録する。

- ・オニヒトデの個体数

オニヒトデが確認された場合は可能な限り個体数を記録する。計測が困難な場合は、大量発生、散見される等の状況を記録する。必要に応じ、オニヒトデ簡易調査マニュアル<sup>30)</sup>を活用した調査を行う。

- ・シロレイシガイダマシ類の分布状況

確認されたシロレイシガイダマシ類の発生状況を本編の表 3-19 に示す個体数階級で記録する。

- ・特記事項

アンカーなどによるサンゴへの人的被害、台風被害・赤土流入等の特筆すべき事項について記録する。

### 結果の整理方法

調査結果は本編の表 3-24 を参考にして整理する。マッピングを行った場所については、本編の図 3-14 のように分布図を作成する。

### 結果の活用方法

主な結果の活用方法を以下に示す。

- ・基準値との照合による工事監視
- ・経年変化の検討
- ・港湾計画の改訂、個別事業の計画時等に必要な環境の現況（詳細）の基礎資料
- ・サンゴの成育への影響を予測するモデル構築等のための基礎資料

## 2-3 . 調査時期および頻度

本調査の調査頻度の目安を表 2-6 に示す。

表 2-6 調査頻度の目安

区分	項目	調査頻度	備考
水質	濁度	1日1回から月1回程度	工事の規模、影響の範囲等を考慮して決める
	SS	1日1回から月1回程度	濁度調査に準ずる
	その他(生活環境項目、健康項目等)	月1回程度あるいは四季調査とする	工事が周年を通じて行われる場合は、工事の規模、影響の範囲等を考慮して決める  工事期間が短い場合には、水質調査に準じ、さらに頻度を高める
底質	粒度組成、強熱減量		
	その他(重金属等)		
沈降物	沈降物量		

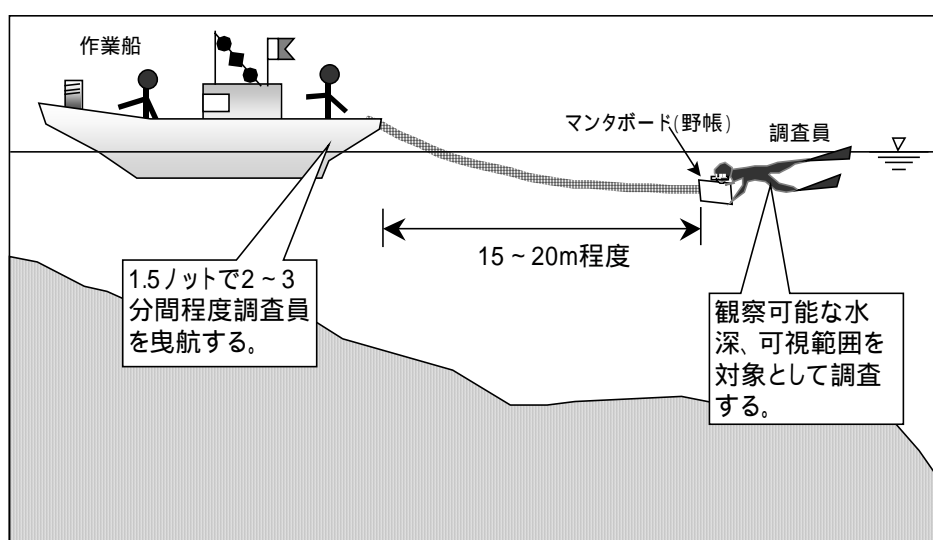
### 3. 調査手法の解説

#### (1) マンタ法

「マンタ法」とは、作業船の後方にマンタボードと呼ばれる板を曳航し、観察者がこの板につかまって海中を目視観察する調査方法である（図 3-1 参照）。観察者は調査船の動力で移動するため、遊泳による調査に比べて広い範囲を調査できることから広域調査に適している。一方、船が曳航できない浅所の観察ができないことやおもに海面付近からの観察となり細かい観察には不向きであるなどの欠点もあるため、概略調査に用いるのが一般的である。

図 3-2 に例として礁嶺から礁斜面を対象とした場合の曳航位置と観察範囲を示す。

透明度が高い場合はグラスボートを用いて観察することも可能である。ただし、グラスボートは可視範囲が狭いため、セグメント間を複数回観察するなどしてデータの精度確保に努める必要がある。



注 1) 監視船、サメ監視船を配備する。

2) 電気式サメ忌避装置を用いることが望ましい。

図 3-1 マンタ法による調査のイメージ

#### [ 観察水深 ]

観察水深は現場での透明度に応じ、観察の精度が確保できる水深までを対象とする。一般に水深 2m 以上確保できればマンタ調査が可能であるが、使用船舶の吃水や調査時の潮位に注意する。マンタ調査が困難な水深帯（場所）においては、マンタ法に準拠して徒歩、スノーケル、スクーバで調査する。

#### [ セグメント ]

マンタ調査では、基本的にセグメントの距離を 100m 程度（1.5 ノットで 2~3 分間程度）とする。数 10m でサンゴの分布状況が著しく変化する場合、あるいは数 100m の区間その分布状況に変化がみられない場合には適宜セグメントの距離を短縮または延長することで、サンゴ礁群集の分布状況を可能な限り詳しく、また効率よく調査を行うことが重要である。

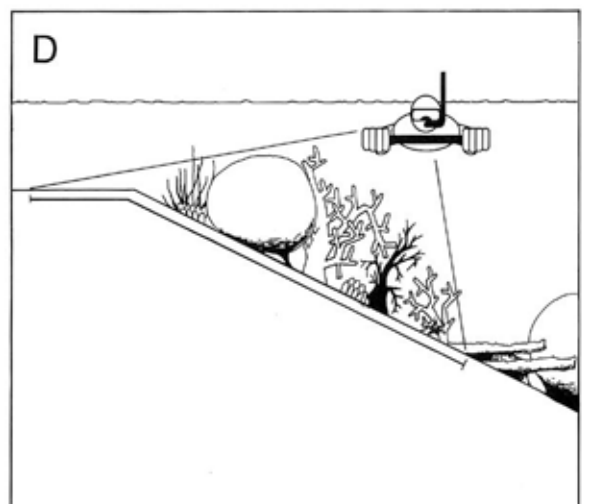
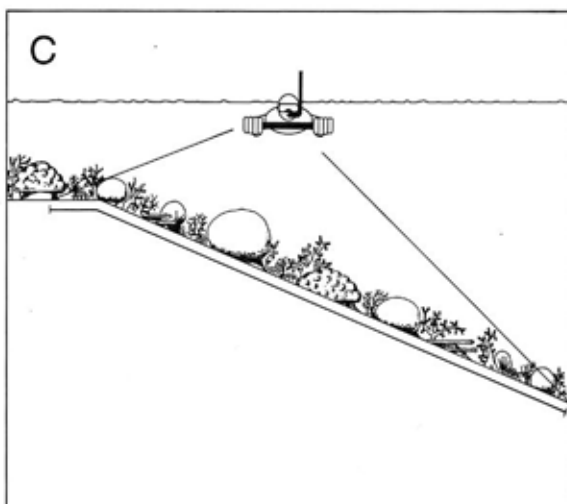
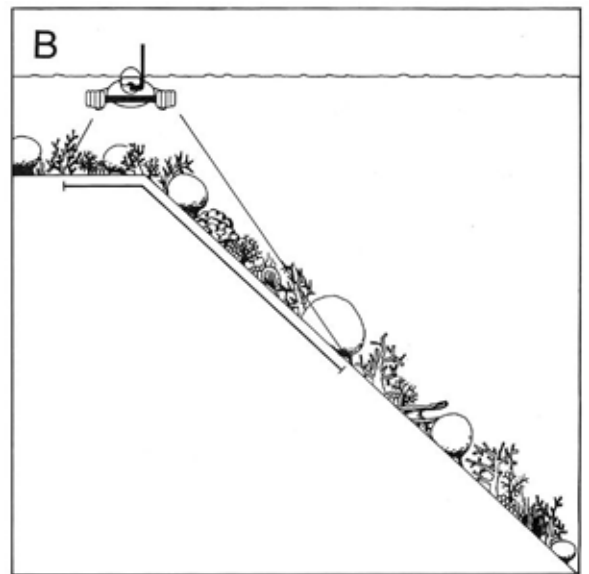
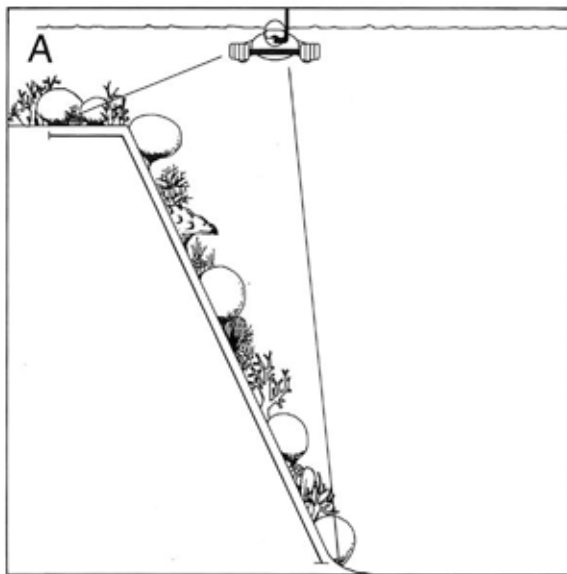
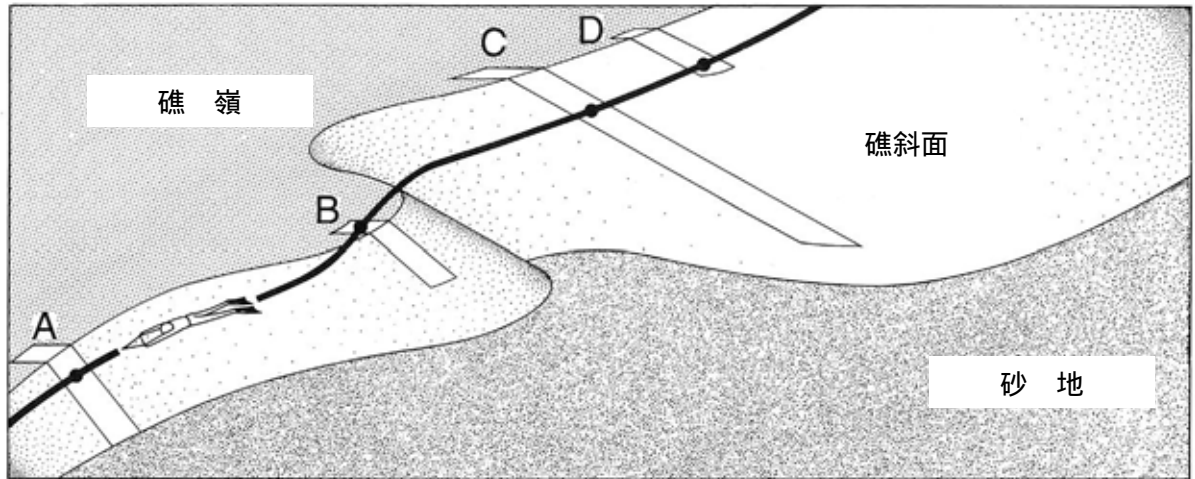


図 3-2 (例) 礁斜面を対象とした場合の曳航位置と観察範囲 (English 他、1997)<sup>24)</sup> をもとに作成

## (2) スポットチェック法

「スポットチェック法」とは、調査地点で複数の調査員がそれぞれおよそ 50m 四方の範囲を任意に 15 分間遊泳し生物の生息状況や地形状況等について記録する調査方法であり、八重山海中公園研究所が石西礁湖のサンゴ類をモニタリングするために考案したものである（図 3-3 参照）（野村他、2001；環境省・日本サンゴ礁学会、2004）<sup>25）,26）</sup>。調査データの客観性を高めるため調査員は観察終了後直ちにデータを照合し、観察結果が異なるときは討議もしくは平均化を行う。本手引きではマンタ調査を行った結果、データが不足する海域および対象海域の生物相を代表する地点を対象としてスポットチェック調査でデータ補完し、ハビタットマップ作成の精度を向上させることをおもな目的とする。

なおマンタ調査によって得られる被度のデータは、調査範囲の底質全体に対する生物の占める割合である。これに対して、スポットチェック調査で得られるサンゴの被度はサンゴの着床基質となりうる面積（おもに岩盤）に対して生きたサンゴが覆う割合であり、砂や泥などサンゴが着床しない底質部分は対象としない。したがって、マンタ調査とスポットチェック調査の被度の評価方法は異なるため双方の被度の値を単純に比較することはできない。

本手引きではソフトコーラルおよび海藻草類についても調査対象とし、ソフトコーラル、海藻類についてはおもに岩盤、海草類についてはおもに砂質域を対象とする。

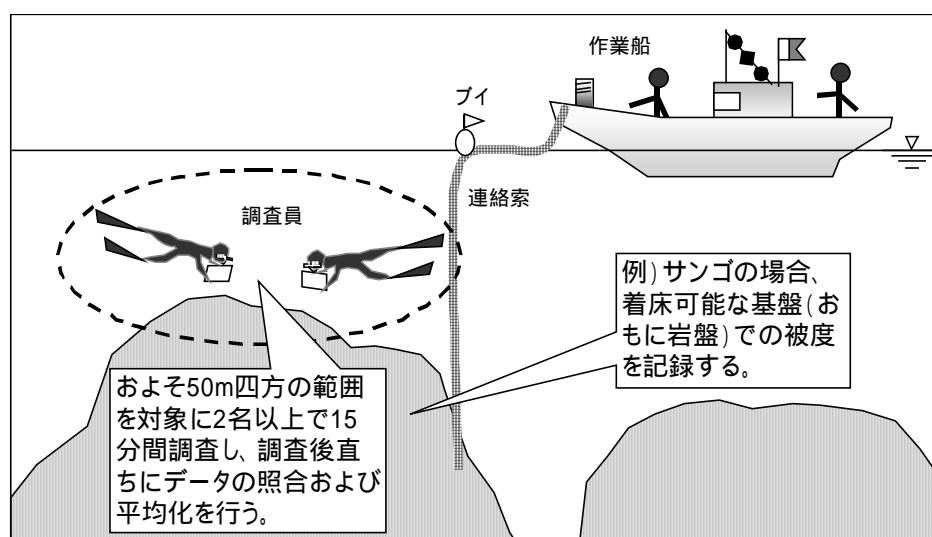


図 3-3 スポットチェック調査のイメージ

### (3)ベルトトランセクト法

「ベルトトランセクト法」(国土交通省港湾局監修、2003)<sup>2)</sup>とは、設定した測線に沿って潜水移動しながら基質上の生物の被度や底質状況を連続的に観察する調査方法である(図3-4参照)。観察は一定の幅をもって行い、セグメント毎の生物相の状況について記録する。

なお、近年水中ビデオカメラで撮影した映像からデータを読み取る「ビデオトランセクト法」が提案されている(Hill・Wilkinson、2004)<sup>27)</sup>。ビデオトランセクト法は、水中作業時間を短縮できる反面、映像の視野が狭い等の課題もある。

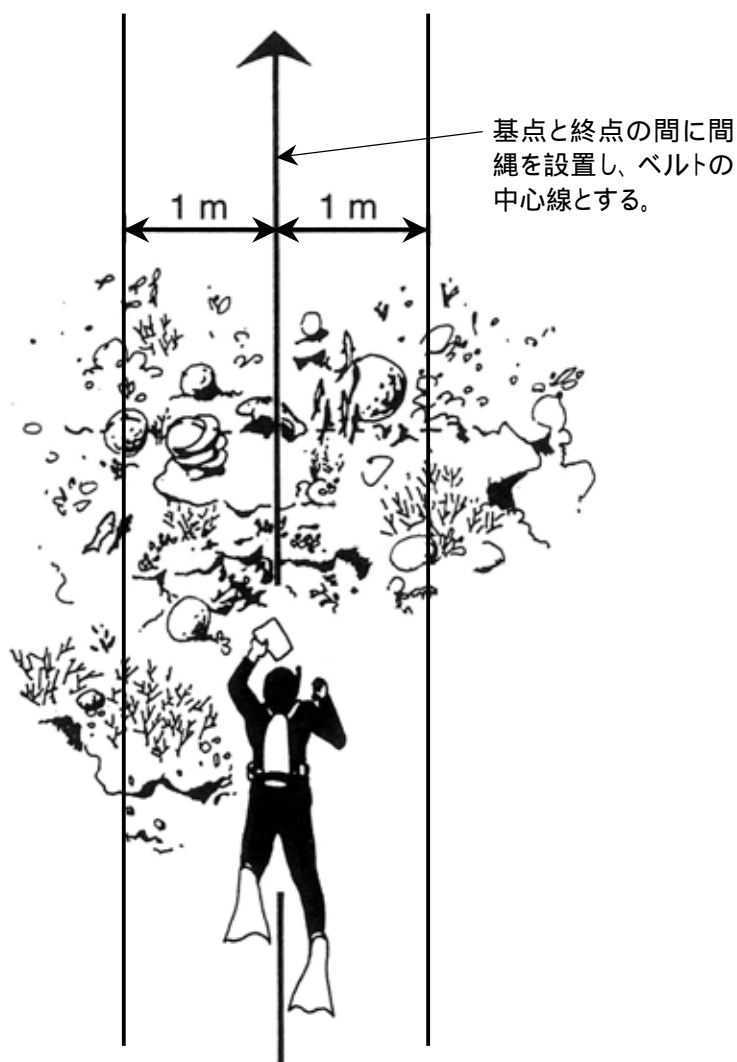


図3-4 ベルトトランセクト調査のイメージ(English他、1997)<sup>24)</sup>をもとに作成

以下に、本手引きにおける目的別の基本事項を示す。

### 天然礁の場合

#### [ 調査測線の観察幅 ]

測線の延長、測線の設定数、観察水深については対象となるサンゴ礁の地形に応じて決める。  
観察幅については、設定された測線を中心として左右 1m ずつの 2m を原則とする。

#### [ セグメント ]

測線上のセグメントの距離は 10m を原則とする。しかしながら、生物が少なく観察データに差違がみられないことがある。このような場合にはセグメントの距離を数 10m ~ 100m 程度とし、調査を簡略化することが考えられる。なお、コドラート枠を用いて測線上の生物を連続的に観察する場合もある。

### 人工構造物（広域調査）の場合

#### [ 観察水深帯 ]

観察水深幅帯は、サンゴの被度が高い水深帯を対象とし D.L.  $\pm 0 \sim -3\text{m}$  程度を基本とする（図 3-5 参照）。

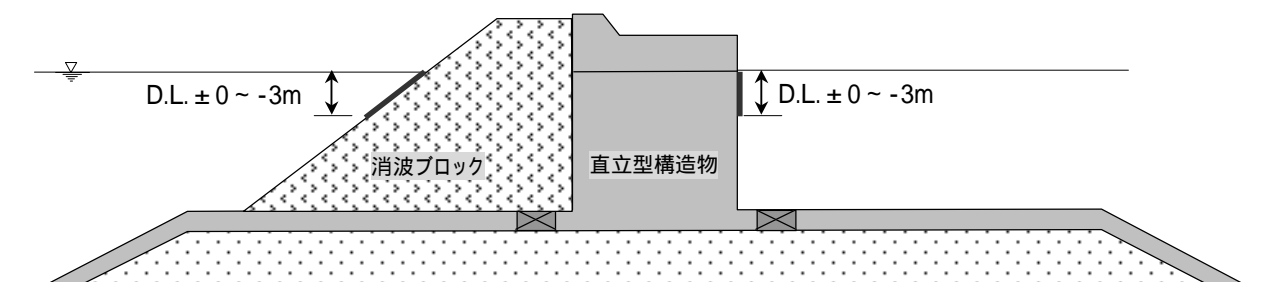


図 3-5 人工構造物広域調査の観察水深幅（例：防波堤）

#### [ セグメント ]

セグメントの距離は、同一年に施工された区間を一つのセグメントとして取り扱うことを基本とする（図 3-4 参照）。つまり、構造形態（幅）や年度毎の伸長距離の違いによってセグメントの距離が異なる。セグメントの距離が 100m を超える場合や同一のセグメントであってもサンゴの成育状況に明らかな変化がみられるような場合には、適宜分割する。

### 人工構造物（断面調査）の場合

#### [ 調査測線の観察幅 ]

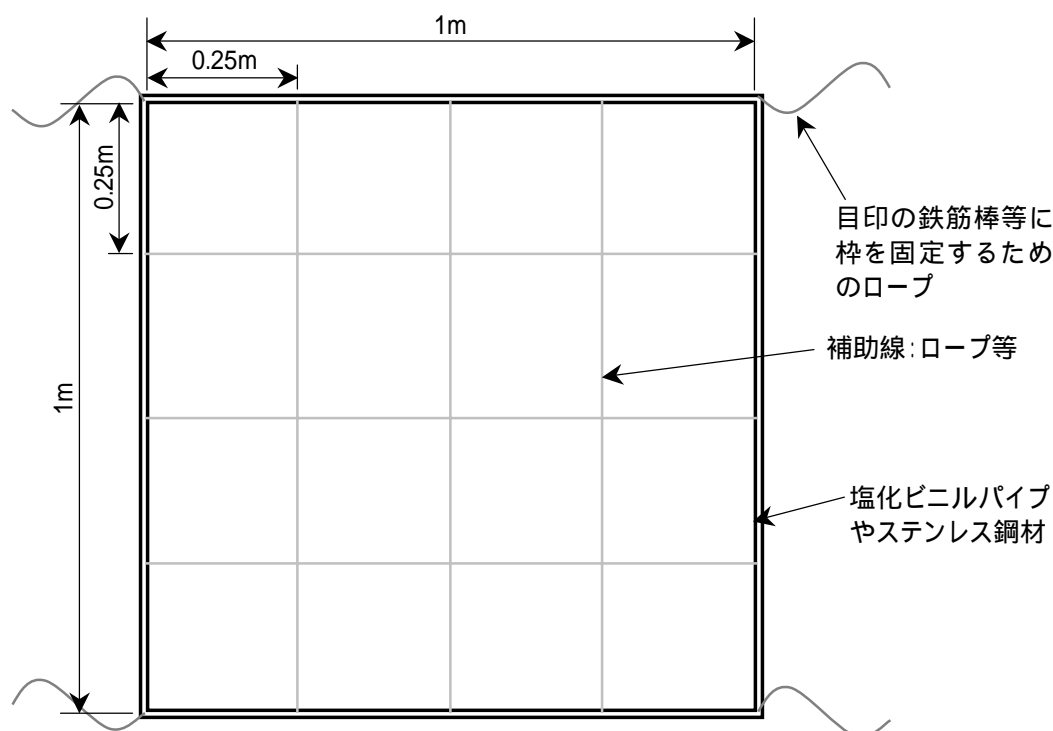
観察幅については、設定された測線を中心として左右 1m ずつの 2m を原則とする。

#### [ セグメント ]

測線上のセグメントの距離は 1m を原則とする。

#### (4) コドラート法

「コドラート法」とは、一定面積内における基質上の生物の被度や底質状況を観察する調査方法である。データの客観性、調査精度が高く、定量的にサンゴ群集構造の詳細な経時変化等を把握するための調査方法である（野村他、2001）<sup>25)</sup>。生物の分布状況のばらつきを考慮して1地点につき3箇所調査することが望ましい。



注) 適宜補助線を入れることで被度が求めやすくなる

図 3-6 コドラート枠の例（(社)海洋調査協会、2006）<sup>19)</sup>を参考に作成

以下に、本手引きにおける目的別の基本事項を示す。

#### 天然礁の場合

##### [ 観察範囲 ]

天然礁での定点調査については、1m x 1m (1m<sup>2</sup>) の観察範囲を原則とする。さらに、広範囲に調べたい場合は2m x 2m (4m<sup>2</sup>) などとするが、面積の増加に伴って所要時間が増加するため全体の調査地点数とのバランスを考慮して範囲を設定する。

なお、工事の監視調査では工事の影響等を広範囲に調べるため、10m x 10m (100m<sup>2</sup>) の観察範囲を原則とする。さらに、10m x 10mの範囲内で、サンゴや海草類の被度が高いなど特徴的なサンゴ礁群集が分布している箇所に2m x 2m (4m<sup>2</sup>) の観察区を1地点以上設定し、詳細に観察することが望ましい。

#### 人工構造物の場合

##### [ 観察範囲 ]

消波ブロックでは、0.5m x 0.5m (0.25m<sup>2</sup>) の観察範囲を原則とする。直立型構造物、その他（被覆石・ブロック）では1m x 1m (1m<sup>2</sup>) を原則とする。



参考

「電気式サメ忌避装置」

- ・マンタ法による調査の場合、調査潜水士は電気式サメ避け装置（（例）商品名：Shark Shield）を装着して調査を行うことが望ましい。



仕様	
項目	内容
最大動作深度	100m
動作温度	10 ~ 35（温度が低いと動作時間が短くなる）
水中重量	400g
本体重量	1,500g
本体寸法	210mm × 70mm × 30mm
装置動作時間	4時間（水温、塩分条件によって異なる）
バッテリーパック寿命	約300回の充電、放電サイクル
有効電場	平均半径4 ~ 5m
標準構成	本体、ポンペ用電極、足首用電極、ニッケル水素バッテリーパック、充電器、太もも用ストラップ 他

図 電気式サメ忌避装置（例）（Shark Shield DIVE01-0002 型、SEACHANGE 社製）

## 【用語集】

用語集は、おもに「日本の造礁サンゴ類」(西平・Veron、1995)<sup>1)</sup>、「海の自然再生ハンドブック、第4巻、サンゴ礁編」(国土交通省港湾局監修、2003)<sup>2)</sup>、「地球環境調査計測辞典 第3巻 沿岸域編」(竹内均他、2003)<sup>40)</sup>、「土木用語大辞典」((社)土木学会 編、1999)<sup>41)</sup>、より引用あるいは参考にして作成した。

異形ブロック (いけいぶろっく): deformed concrete block

用途によって変形させた外部形状の異なるコンクリート製ブロックの総称。

移植 (いしょく): transplantation

海域の埋立て、防波堤建設、浚渫等の計画地にサンゴ礁が存在し、これらが消滅または大きなダメージを受ける恐れがある場合に、可能な限りサンゴを回避させるための技術。サンゴは断片であっても無性生殖で増殖することができる。

移築 (いちく): transfer of coral community

サンゴ群集の移築技術はサンゴ片の移植を応用したもので、サンゴ群体あるいは群集を岩盤ごと採取・輸送・設置して生かす技術。

永久コドラート (えいきゅうこどらーと): permanent quadrat

海底や構造物に目印をつけ、永続的、継続的に生物相を調査できるようにした定点のこと。

栄養塩類 (えいようえんるい): nutrients

栄養塩類は海洋における植物プランクトンや海藻草類、サンゴ群集による一次生産で消費され、逆に植物プランクトン起源有機物等の分解や陸域からの流入等により供給される物質である。元素でいえば炭素、窒素、リン、ケイ素であり、海水中でこれらの元素は懸濁態および溶存態として存在する。栄養塩濃度が高い場合、基質表面に藻類が繁茂してサンゴの着生や成長、あるいは成熟に悪影響を与えることがある (Loya・Kramarsky、2003)<sup>42)</sup>。

塩分 (えんぶん): salinity

水温とともに海水の状態を表す最も基本的な特性量に塩分がある。海水中の溶存塩類の全量を直接測定することは困難なため、「海水中に溶けている主要成分イオンの存在比は一定である」という仮定のもとに、海水の電気伝導度を測定して決定された無次元の塩分 (実用塩分) である。以前は塩分の単位として‰を使用していたが、現在は無次元で扱う。実用塩分であることを明確に示すために、「psu: practical salinity unit」という単位を付けることもある。塩分を構成しているおもな物質としては、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫酸ナトリウムなどがあげられる。サンゴは一般に低塩分に弱く、集中的な降雨等の影響で白化することがある。

凹凸加工ブロック (おうとつかこうぶろっく): unevenly-surfaced block

サンゴの着生を促すことを目的として、ブロックの基質表面に凹凸の加工を施したもの。

オニヒトデ (おにひとで): crown-of-thorns starfish

サンゴを捕食する生物としてはオニヒトデやブダイ類、シロレイシガイダマシ類など数種が知られているが、その中でも特にサンゴの天敵といわれるのがオニヒトデであり、インド洋から太平洋にかけて広く分布する。10本から20本の腕をもち、毒をもったトゲで覆われている。ヒトデ類の中では大型の種類で、腕を含めた直径が60~80cm程度になる場合もある。ミドリイシ類やコモンサンゴ類を好んで捕食し、サンゴに密着し胃袋を反転させて対外吸収する(環境省・日本サンゴ礁学会、2004; 沖縄県文化環境部、2002)<sup>26),30)</sup>。

塊状サンゴ (かいじょうさんご): massive coral

塊状のサンゴ群体の形状。典型的には半球形になる。

海藻草類 (かいそうそうらい): seaweed and seaglass

一般的に「海藻」は海藻類一般を指し、「海草」はアマモ、コアマモ、リュウキュウアマモなどの顕花植物を指す。海藻草類はこれらの総称である。

化学的酸素要求量 (かがくてきさんそようきゅうりょう): COD (chemical oxygen demand)

水中の有機物や還元性無機物を酸化剤である過マンガン酸カリウムで化学的に酸化するのに要する酸素量を化学的酸素要求量またはCODという。CODは有機物質濃度を間接的に表すのに用いられ、海域や湖沼における有機汚濁の指標のひとつとなっている。

褐虫藻 (かっちゅうそう): zooxanthella

造礁サンゴに共生する直径10ミクロンほどの単細胞の渦鞭毛藻で、シャコガイなど他の動物にも共生する。サンゴの組織内では鞭毛を失い運動性を欠く。分裂によって増える。

環境アセスメント (かんきょうあせすめんと): environmental impact assessment

海岸を埋め立てて大規模工業地帯の開発や都市計画などの開発行為を行う場合、自然環境にどのような影響を与えるかなどを調査し、評価を行うこと。

環境基準 (かんきょうきじゅん): environmental quality standard

環境質を良好に保つために環境基本法により国が定めた基準。水質の汚濁に係る環境基準は海域、河川、湖沼について定められており、「生活環境の保全に係る項目」と「人の健康の保護に係る項目」とがある。

基本水準面 (きほんすいじゅんめん): C.D.L. (chart datum level)

潮位の基準面の一つで、その地点の平均水面から主要四分潮の半潮差の和だけ差引いた高さの仮定の面。略最低低潮面に対応し、これ以下の潮位になることはまれである。水深を表す基準面として港湾毎に定められている。海図、潮汐表、港湾工事用等の基準面(D.L.)として用いられる。

裾礁 (きょしょう): fringing reef

島の周りを縁どるようにして発達するサンゴ礁で、礁原には干潮時に水深数m程度までの浅い礁池が

発達することがある。

共生（きょうせい）: symbiosis

複数種の生物が緊密な関係を成立させて共に生きることで、互いに利益を得ることが多い。内部共生と外部共生があり、褐虫藻は造礁サンゴの組織内部に共生する共生藻である。

強熱減量（きょうねつげんりょう）: IL (Ignition Lose)

底泥を  $600 \pm 25$  で約 1 時間強熱し、ガス化する成分の重量と強熱前の底泥重量との比を百分率で表したものの。強熱減量は試料中の有機汚濁の指標となり、化学的酸素要求用（COD）との間に関係があることが知られている。

漁業協同組合（ぎょぎょうきょうどうくみあい）: fisheries co-operative organization

日本の水産業協同組合法によって定められており、漁民の協同組織の発達を促進し、もってその経済的社会的地位の向上と水産業の生産力の増進とを図るための協同組織とされている。調査海域地先周辺の漁業協同組合の組合員は、一般に調査海域の漁業操業の実態および海域のさまざまな事項に詳しい。現地調査の際には、あらかじめ調査内容等を周知することが原則である。

群体（ぐんたい）: colony

共通の親個体から出芽によって形成されたポリプの集まりで、出芽後も離れることなく複数のポリプが共肉部で連絡してできている状態。

ケーソン（ケーそん）: caisson

水中構造物、地下構造物あるいはその他一般構造物の基礎等を構築するために用いる函型または筒状の躯体。港湾では、防波堤や護岸、岸壁等に使用される。

港則法（こうそくほう）: harbor regulation law

港則法は、港内における船舶交通の安全及び港内の整頓を図るため、船舶の運航や係留に関する小規則を定め、廃棄物の投棄や工事作業など船舶交通の障害となる恐れがある行為その他を規制するための法律である。

公有水面埋立法（こうゆうすいめんうめたてほう）: reclamation of public surface area

公有水面の埋立てとは、河川、海、湖、沼その他の公共の用に供する水流または水面であって国の所有に属するものを埋立てる行為。公有水面埋立法においては、土砂等を投入し陸地を造成する行為のほか、堤防等により水面を締切り水を排除する干拓についても埋立とみなされている。

コドラート法（こどらーとほう）: quadrat method

一定面積の枠などで区画を設定し、その中の生物の個対数、種類、生物体量などを調査する方法をいう。動物・植物の個体群密度や分布様式あるいは種構成などを調査するために広く用いられる。

鯨檻 (さめおり): shark cage

鯨からの緊急避用の鋼鉄製檻。

鯨監視ダイバー (さめかんしだいばー): shark watch diver

専従で鯨の出現の有無を確認し、調査ダイバーに伝達する役割のダイバー。

サンゴ群集 (さんごぐんしゅう): coral assemblage

サンゴ類が一つの場所に多数生息して形成する集まりで、サンゴ礁のさまざまな環境によって、群集を形成する主要な種の群体形が異なることが多く、異なる景観が作り出される。

サンゴ礁 (さんごしょう): coral reef

サンゴ礁とは、サンゴ群集を主体とする貝類、有孔虫類、石灰藻類等の造礁生物によって形成される「地形」を指す。日本でみられるほとんどのサンゴ礁は島を取り囲むように海岸に接して発達し、しばしば礁原に浅い礁池を持つ裾礁と呼ばれる地形となっている。サンゴ礁は、「サンゴ礁生態系」の意味を指すことも多く、サンゴ群集が成育する場所、礁池内の海藻草類が生育する場所、さらにはサンゴ群集があまり成育できないような砂地や泥地も含まれる。

サンゴ礁群集 (さんごしょうぐんしゅう): coral reef community

サンゴ類にかぎらず、サンゴ礁生物がある場所を占めて生息し、さまざまな関係を成立させている生物の集合。

サンゴの群体形 (さんごのぐんたいけい): coral colony shape

被覆状、葉状、樹枝状、塊状の4つの形状を基本としたサンゴ群体の形状。群体形は同じ種類であっても同じとは限らず、光や波当たり等の影響で変化する。

サンゴの白化現象 (さんごのはっかげんしょう): coral bleaching

空梅雨の年などの夏季に、異常に高い海水温が続くと、潮だまりや礁池などの浅瀬のサンゴが長期間高温度にさらされて、サンゴは白化することがある。これは褐虫藻が抜け出したために、サンゴが色を失うからである。これを白化現象と呼ぶ。褐虫藻の抜け出しは高水温によるばかりでなく、塩分が低下しても起こる。大雨の後に浅瀬の塩分が低下し、干潮時に大雨が降ってサンゴが真水で洗われるような場合にも、サンゴの白化が起こる。場合によっては、白化後に褐虫藻が戻り復活することもある。1998年の夏季には、長期にわたる高水温の影響で、世界規模で白化現象が起こり、国内でも南西諸島を中心に九州、四国辺りまで大規模な白化現象が起こった。

散房花状サンゴ (さんぼうかじょうさんご): coral colony shape

ミドリイシ類の群体形の一つで、基部から放射状に横に張り出した枝から、上向きにほぼ同長の枝がほぼ等間隔で多数伸びてできる群体の形状。コリンボース状とも言う。

CR法 (シーアーほう): CR method

Common と Rare の頭文字をとって CR 法と呼ばれている。定性的な調査に多少定量的な色彩を加味した

方法で（半定量的方法）各種の生物の出現頻度に応じて、CC（非常に多い）、C（多い）、R（少ない）、RR（非常に少ない）の記号を用いて表示する。

CTDメーター（シーディーイーディーイーメーター）: conductivity temperature depth meter

C（電気伝導度：conductivity）、T（水温：temperature）の値をその測定深度D（depth）と共に連続的に測定する機器で、C、T、Dの値から塩分を算出できることから、水面から海底に向けて沈下させることで鉛直方向の深度別に塩分、水温の連続測定ができる機器。

GPS（ジーピーएस）: global positioning system

汎地球測位システムのことである。電波が衛星から出た時刻とそれが到着した時刻の差、すなわち伝搬時間を測り、衛星から受信機までの距離を求め位置を決定する方法あるいは機器を指す。

樹枝状サンゴ（じゅしじょうさんご）: dendritic coral

比較的細かく枝分かれしたサンゴ群体の形状。

礁縁（しょうえん）: reef edge

礁の外側礁原でサンゴ礁の外側縁辺部。

礁原（しょうげん）: reef flat

サンゴ礁の上面の平坦な部分で、小潮にも干上がるサンゴがほとんど生育しない内側礁原と、外側礁原からなる。

礁斜面（しょうしゃめん）: reef slope

サンゴ礁の礁縁部から急傾斜で落ち込んだ部分。

礁池（しょうち）: moat

裾礁の礁原に発達する水域で、水深は浅く、干潮時には外洋から離れることが多い。静穏で繊細な群体形のサンゴが生育し、海草帯などが発達する。

消波ブロック（しょうはぶろっく）: wave dissipating concrete block

防波堤、海岸や河川などの護岸や海浜に与える波のエネルギーを減殺し、波高を低減させることを目的に設置する構造物。

礁嶺（しょうれい）: reef crest

礁の内側礁原の高く盛り上がった場所で、長時間干上がるために生物があまり豊富でない場合が多い。

人工構造物（じんこうこうぞうぶつ）: artificial structure

本手引きでは、港湾構造物である防波堤、護岸、岸壁やそれに用いる異形ブロックの総称を表す。

シロレイシガイダマシ類(しろれいしがいだましるい): *Drupellas*

シロレイシガイダマシ類は肉食性巻貝の一種でサンゴの捕食動物として知られる。ミドリイシ類とコモンサンゴ類を好んで捕食し、嗜好性はオニヒトデよりも明瞭である。ヒメシロレイシガイダマシ、シロレイシガイダマシ、クチベニレイシガイダマシ、ニセシロレイシガイダマシ、コシロレイシガイダマシの計5種が知られており、ともにレイシガイ科、シロレイシガイダマシ属 *Drupella* に属する巻貝で、最大でも殻高 40mm を越えない小型の貝類である。摂餌は吻から消化液をサンゴに吐きかけた後、サンゴの捕食に適應するために形が特殊化した歯舌によって、半消化の肉質部を掻きとるようにして食べる(土屋、1992)<sup>31)</sup>。

水素イオン濃度(すいそいおんのうど): pH (potential of Hydrogen)

水素イオン濃度は植物プランクトンの消長、河川水や工場排水の流入によって変化し、水塊の指標として重要である。海水は炭酸系物質を多く含んでいるため緩衝性があり、陸水に比較して変化しにくく、通常は 8.2~8.3 程度のアルカリ性である。富栄養化した海域では昼間、表層付近では植物プランクトンの光合成活動により二酸化炭素(炭酸物質)が消費されて高めとなり、底層付近では有機物の分解や生物の呼吸によって二酸化炭素(炭酸物質)が供給されて低めとなっている場合がある。

水中光量(すいちゅうこうりょう): underwater light quantity

単位面積、単位時間当たりのエネルギー量を示す光の量( $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{秒}$ )。光の量あるいは強さの表現にはいろいろあり、我が国では明るさを表すものとしてルクス(lx)を用いてきたが、最近では世界的傾向としてエネルギー単位で表すようになった。時間次元のないラングラー(ly)等が用いられることもある。照度単位とエネルギー単位とは原理上換算することはできないが、光源が一定していればごく大まかな換算が可能である。光源が太陽光の場合、次のように換算できる。

$$1\text{lx} \quad 6 \times 10^{-6}\text{ly}/\text{分} \quad 1\text{ly} \quad 0.20\text{E}/\text{m}^2 \quad 1\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{秒} \quad 50\text{lx} \quad 1\text{MJ}/\text{m}^2 = 1/0.0428\text{cal}/\text{cm}^2 \\ 1\text{E}/\text{m}^2 = 1/0.0428\text{cal}/\text{cm}^2 \quad (\text{国土交通省港湾局監修、2003})^{43)}$$

スポットチェック法(すぽっとちえっくほう): spot check method

スポットチェック法とは、調査地点で複数の調査員がそれぞれおよそ 50m 四方の範囲を任意に 15 分間遊泳し生物の生息状況や地形状況等について記録する調査方法であり、八重山海中公園研究所が石西礁湖のサンゴ類をモニタリングするために考案したものである<sup>25), 26)</sup>。調査データの客観性を高めるため調査員は観察終了後直ちにデータを照合し、観察結果が異なるときは討議もしくは平均化を行う。

生活環境項目(せいかつかんきょうこうもく): living environment items

水質汚濁防止法で生活環境に影響を及ぼす恐れのあるものとして定められた項目であり、現在、pH、BOD、COD、DO、SS、大腸菌群数、全窒素、全リン、n-ヘキサン抽出物質含有量の9項目が定められている。

セグメント(せぐめんと): segment

本手引きでは、全調査区間に対して部分的な調査区間の単位を示す。

石膏球(せっこうきゅう): plaster ball

海中への設置前と一定時間設置した後の湿重量の変化、つまり溶解量から設置場所の期間平均流速を



推定するもの。

セディメントトラップ (せでいめんととらっぱ): sediment trap

海底もしくは一定水深に沈降、堆積する粒子を捕集する容器。一般に、口径と深さの比は 1 : 2 以上とされる。

全窒素 (ぜんちっそ): T-N (total nitrogen)

無機態窒素と有機態窒素の合計をいう。有機態窒素は生物体の構成要素であるタンパク質に主として含まれるものであり、生物体自身または排泄物中に含まれる。また、生物体自身がアンモニアとして窒素を放出したり、生物の遺骸や排泄物の分解により、再び無機化する。総窒素ともいう。

全リン (ぜんりん): T-P (total phosphate)

有機態リンと無機態リンの合計をいう。総リンともいう。水中での形態は、微生物活動や化学的作用を受けて変化しやすい。リンは自然水中にも存在するが、生活排水、工場排水、農業廃水およびこれらの汚水を処理した廃水に含まれており、これらの排水の混入により増加する。

造礁サンゴ (ぞうしょうさんご): hermatypic coral

ハードコーラルのうち、体内に褐虫藻を共生させ成長が早く、サンゴ礁の形成に大きな役割を果たすもの。

測線 (そくせん): belt transect

ベルトトランセクト法において一定の調査帯として設定されたライン。

ソフトコーラル (そふとこーらる): soft coral

軟体サンゴのことをいう。

卓状サンゴ・テーブル状サンゴ (たくじょうさんご・てーぶるじょうさんご): tabular coral

ミドリイシ類の群体形の一つで、横に広がるほぼ円形の板状部が中央付近で支えられており、1 本足のテーブルを思わせる群体の形状。

濁度 (だくど): turbidity

懸濁物質による光の散乱をカオリン標準液の光の散乱に換算して表す濁りの指標である。浮遊物質に比べて定量的意義は劣るが、測定が迅速で多くの情報を得やすい利点がある。特に水中投入型の計器を用いれば水中の濁りの詳細な分布を把握できる点で優れている。

通水型防波堤 (つうすいがたぼうはてい): caisson of the water passage type

港内外の海水交換量を促進し、水質、生物環境の保全に寄与することが期待されるように形状や配置を工夫した防波堤のこと。

定点・測点(ていてん・そくてん): spot, station

継続的に調査、観察を行う調査地点のことをいう。同一地点あるいはその付近を継続的に調査することによって、経時的な環境の変化を調べることができる。

天然礁(てんねんしょう): natural reefs

人工構造物以外の天然の地形。

透明度(とうめいど): transparency

透明度とは、海水の清濁の程度を示す一つの指標である。通常、透明度板と呼ぶ直径 30cm の白色の平らな円盤を海水中に下ろし、上から見てこれがちょうど見えなくなる限界の深さを透明度とし、m を単位とする深さで示す。

日本サンゴ礁学会(にほんさんごしょうがっかい): Japanese Coral Reef Society

サンゴ礁研究の発展に寄与するとともに、学際的知識の進歩およびその普及を図ることを目的として 1997 年に設立された学会。

根固ブロック・方塊(ねがためぶろっく・ほうかい): foot protection concrete block

堤体下部の捨石を洗掘等から守るために設置するコンクリートブロック。

ハードコーラル(はーどこーらる): hard coral

サンゴのうち石灰質の骨格、すなわちサンゴ体を作るもの。

ハビタットマップ(はびたっとまっぷ): habitat map

サンゴ類や海藻草類の分布状況(被度)を空中写真や地形図と重ね合わせて面的に表現した分布図のこと。

非造礁サンゴ(ひぞうしょうさんご): ahermatypic coral

ハードコーラルのうち、サンゴ礁の形成にあまり関与しないもの。

ビデオトランセクト法(びでおとらんせくとほう): video transect method

調査測線上を一定速度で撮影し、後に映像からサンゴの被度や種類を観察する方法。海中での作業時間を短縮することができ、近年注目されつつある手法である。

被度(ひど): coverage

個々の群落を測定するための定量的測度のひとつ。被度とは、ある植物の地上(海底面上)における広がりや投影面積をいう。海底面に対するサンゴ、海藻、海草の広がりを百分率で表したものの。

被覆石(ひふくいし): armor stone、被覆ブロック(ひふくぶろっく): armor block

マウンド上に設置された堤体の保護および、マウンドを構成する捨石の移動流出等の逸散を防止する目的で、堅硬で十分な重量で被覆した石やブロック。

被覆状サンゴ (ひふくじょうさんご): encrusting coral

基盤を覆うように成長した薄い皮革状のサンゴ群体の形状。

浮泥 (ふでい): organic detritus

底質上にある有機物などで構成された層を浮泥という。比較的密度の低いふわふわした層で、基質層の上に浮かんでいるような形で存在する。一般的な例でいうと、ヘドロとよばれているようなものがそれに当たる。

浮遊物質 (ふゆうぶつしつりょう): SS (suspended solids)

水中に懸濁している不溶解性物質のことで、JIS では懸濁物質、環境基準や排水基準では浮遊物質という。公定法では網目 2mm のふるいを通じたものを対象にしている。浮遊物質 (SS) には、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンとその遺骸、下水、工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿などが含まれる。季節によってはプランクトンとその遺骸が多くなる。浮遊物質の量は、水の濁り、透明度などの外観に大きな影響を与える。また、浮遊物質が生態系に与える影響としては、魚類の鰓をふさぎ呼吸を妨げて窒息させる危険性や、太陽光線の透過を妨げ海藻草類やサンゴ類の光合成の阻害、サンゴ幼生の着生と成育の阻害があげられる。さらに、沈降した浮遊物質はサンゴ類をはじめとする底生生物の着底と生息に影響を与えたり、堆積した沈降物は二次的汚濁を引き起こす原因となる。

ベルトトランセクト法 (べるととらんせくとほう): belt transect method

トランセクト法のうち帯状法のことをいう。潮間帯生物や海藻草類、サンゴ類の調査に用いられる一般的な手法である。例えば、海岸線に直交する測線を干潮線から潮間帯、飛沫帯に設定し、測線に沿って方形枠(観察枠)を連続的または間隔をおいて置き、枠内の生物の種構成および量を目視で記録する。

ポリプ (ぼりぷ): polyp

生きているサンゴ虫の基本単位で、個虫ともいう。イソギンチャク様の形態である。

マウンド (まうんど): mound

防波堤、離岸堤、消波堤等、海底地盤にケーソン、コンクリートブロック等を積み上げて構造体をつくる場合、これらの沈下を防ぐために海底面に捨石等で造成する基礎。

マッピング (まっぴんぐ): mapping

本手引きでは、コドラート法により目視観察する際、併せてサンゴ類や海藻草類の分布状況を図化することをいう。

マンタ法・マンタボード法 (まんたほう・まんたぼーどほう): manta tow survey

マンタ法とは、作業船の後方にマンタボードと呼ばれる板を曳航し、観察者がこの板につかまって海中を目視観察する調査方法である。観察者は調査船の動力で移動するため、遊泳による調査に比べて広い範囲を調査できることから広域調査に適している。一方、船が曳航できない浅所の観察ができないことやおもに海面付近からの観察となり細かい観察には不向きであるなどの欠点もあるため、概略調査に用いるのが一般的である。

ミチゲーション(みちげーしょん): mitigation

開発事業などに伴う自然環境への影響を低減するために回避、最小化、修復・再生、代替などの適切な措置を講じること。

モニタリング調査(もにたりんぐちょうさ): monitoring

環境の状況を継続的に監視、追跡調査することをいう。

優占種(ゆうせんしゅ): dominant species

群集や群落の性格を特徴づけ、代表する種を優占種という。優占種は一般に優占度が高い種をいうが、環境影響調査書などではおもな出現種として、例えば「個体数の上位10種類」、「組成比率5%以上の出現種」のように調査結果に基づき定義し、優占する種をまとめる。

葉状サンゴ(ようじょうさんご): foliaceous coral

基盤から遊離して伸びる薄く幅広い葉のようなサンゴ群体の形状。

粒度組成・粒度分布(りゅうどそせい・りゅうどぶんぷ): grain size distribution

土(底質)を構成する土粒子の分布状態を全質量に対する百分率で表したものをいう。粒度分布を知るための操作を、粒度分析と呼ぶ。粒度分布は水底における環境条件を判断する基礎的項目として重要である。

離礁(りしょう): patch reef

陸地から離れた内湾的環境の浅海域に発達する大小さまざまな形態の小さな斑状のサンゴ礁。

## 【引用文献】

- 1) 西平守孝・Veron J.E.N. (1995): 日本の造礁サンゴ類, 海游舎, 439p.
- 2) 国土交通省港湾局監修 (2003): 海の自然再生ハンドブック 第4巻 サンゴ礁編, ぎょうせい, 103p.
- 3) 小橋川共男・日崎茂和 (1989): 石垣島・白保 サンゴの海 - 残された奇跡のサンゴ礁 - (増補版), 高文研, 142p.
- 4) 運輸省港湾局編 (1994): 環境と共生する港湾 - エコポート -, 大蔵省印刷局, 87p.
- 5) 国土交通省港湾局編 (2005): 港湾行政のグリーン化 今後の港湾環境施策の基本的な報告 (交通施策審議会答申), (独) 国立印刷局, 125p.
- 6) (財) 港湾空間高度化センター (1999): 港湾分野の環境影響評価ガイドブック, 316p.
- 7) 国土交通省港湾局監修 (2003): 海の自然再生ハンドブック 第1巻 総論編, ぎょうせい, 107p.
- 8) 沖縄総合事務局 那覇港工事事務所 (1991): 平成2年度 海域環境調査<サンゴ移植のとりまとめ> 報告書.
- 9) 沖縄総合事務局 平良港工事事務所 (1995): 平成6年度 平良港サンゴ群落形成促進調査報告書.
- 10) 沖縄総合事務局 石垣港工事事務所 (1997): 平成8年度 石垣港サンゴ移植調査報告書.
- 11) 沖縄総合事務局 平良港湾事務所 (2005): 平成16年度 平良港周辺環境調査報告書.
- 12) 沖縄総合事務局 石垣港湾工事事務所 (2004): 平成15年度 石垣港環境調査報告書.
- 13) 沖縄総合事務局 平良港湾事務所 (2003): 平成14年度 平良港防波堤周辺環境調査報告書.
- 14) 日本サンゴ礁学会 (2004): 造礁サンゴの移植に関するガイドライン, <http://www.soc.nii.ac.jp/jcrs/>
- 15) 沖縄総合事務局 那覇港湾空港工事事務所 (1998): 平成9年度 那覇港防波堤周辺環境整備検討調査報告書.
- 16) 沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所 (2005): 平成16年度 那覇港防波堤周辺環境調査報告書.
- 17) 沖縄総合事務局 平良港湾事務所 (2006): 平成17年度 平良港周辺環境調査報告書.
- 18) 沖縄総合事務局 平良港湾工事事務所 (2000): 平成11年度 平良港防波堤周辺環境調査報告書.
- 19) (社) 海洋調査協会 (2006): 海洋調査技術マニュアル - 海洋生物編 - 第3版, 218p.
- 20) (社) 海洋調査協会 (2000): 港湾海洋調査安全管理指針, 192p.
- 21) (社) 日本潜水協会 (2001): 潜水作業安全施工指針, 321p.
- 22) 海上保安庁 (2002): 海図, W1285 (石垣港周辺).
- 23) 沖縄総合事務局 石垣港湾工事事務所 (2003): 平成14年度 石垣港水中土砂処分場環境調査報告書.
- 24) English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (1997): Survey Manual for Tropical Marine Resources, 2<sup>nd</sup> Edition, Australian Institute of Marine Science, 390p.
- 25) 野村恵一・木村 匡・川越久史 (2001): 広域サンゴ礁モニタリング手法としてのスポットチェック法の紹介と石西礁湖におけるその実践例, 海中公園情報, 第131号, pp.5-12.
- 26) 環境省・日本サンゴ礁学会 編 (2004): 日本のサンゴ礁, 375p.
- 27) 沖縄県文化環境部 (1992): サンゴのはなし - おきなわの造礁サンゴたち -, pp.28-29.

- 28) 岩尾研二・谷口基洋(1999): 阿嘉島マエノハマにおける白化した造礁サンゴの回復および死亡過程の報告, みどりいし(10), pp.23-28.
- 29) Hill Jos and Wilkinson Clive (2004): Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs, Australian Institute of Marine Science, 117p.
- 30) 沖縄県文化環境部(2002): オニヒトデ簡易調査マニュアル, 6p.
- 31) 土屋光太郎(1992): シロレイシガイダマシ類によるイシサンゴの食害, みどりいし,(3), pp.14-15.
- 32) リーフチェック(1997): リーフチェック基準調査法, <http://coral.h2o.co.jp/method.html>.
- 33) 気象庁編(1981): 海洋観測指針, 日本海洋学会, 429p.
- 34) 渡辺俊樹・安村茂樹(2005): ミドリイシの稚サンゴを用いた海洋汚染物質の影響評価, WWF ジャパン, <http://www.wwf.or.jp/news/press/2005/p05112401a.pdf>.
- 35) 沖縄県環境衛生研究所(2001): 赤土汚染の話, <http://www.eikanken-okinawa.jp/>
- 36) 大見謝辰男(2003): SPSS簡易測定法とその解説, 沖縄県衛生環境研究所報, 37号, pp.99-104.
- 37) 山本秀一・高橋由浩・住田公資・林輝幸・杉浦則夫・前川孝昭(2002): 人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析, 海岸工学論文集, Vol.49, pp.1186-1190.
- 38) 沖縄総合事務局 平良港湾事務所(2004): 平成15年度 平良港周辺環境調査報告書.
- 39) 沖縄総合事務局 那覇港湾空港工事事務所(2000): 平成11年度 那覇港エコブロック調査報告書.
- 40) 竹内 均他(2003): 地球環境調査計測辞典 第3巻 沿岸域編,(株)フジ・テクノシステム, 1297p.
- 41) (社)土木学会編(1999): 土木用語大辞典, 技報堂出版, 1656p.
- 42) Y. Loya and E. Kramarsky-Winter(2003): In situ eutrophication caused by fish farms in the northern Gulf of Eilat(Aqaba) is beneficial for its coral reefs: a critique, Marine Ecology Progress Series 261, pp.299-303.
- 43) 国土交通省港湾局監修(2003): 海の自然再生ハンドブック 第3巻 藻場編,ぎょうせい,110p.