

改訂

有性生殖による サンゴ増殖の手引き

平成 31 年 3 月

水産庁漁港漁場整備部



－ 目 次 －

はじめに

まえがき

本書の構成

第 I 編 総論

1. サンゴの特性と機能と現状	I -1
1.1 造礁サンゴとサンゴ礁	I -1
1.2 サンゴの生活史	I -5
1.3 サンゴと環境条件	I -8
1.4 サンゴの地理的分布	I -9
1.5 サンゴ礁の多様な機能	I -10
1.6 サンゴ礁の漁場としての機能	I -14
1.7 サンゴ礁の価値	I -20
1.8 サンゴ礁の現状	I -21
1.9 新たな取り組み	I -32
2. サンゴの増殖計画	I -33
2.1 基本的な考え方	I -33
2.2 水産資源の増大を目的とするサンゴ礁の修復・再生の考え方	I -34
2.3 現況把握	I -35
2.4 計画の策定	I -40
2.5 修復・再生技術の検討	I -43

2.6 対策の実施	I-45
2.7 育成管理	I-45

第Ⅱ編 サンゴ面的増殖技術

1. サンゴの面的増殖技術	Ⅱ-1
1.1 基本的な考え方	Ⅱ-1
1.1.1 種苗生産	Ⅱ-4
1.1.2 中間育成	Ⅱ-5
1.1.3 移植	Ⅱ-6
2. 陸上施設での種苗生産によるサンゴ面的増殖技術	Ⅱ-11
2.1 親サンゴの採取・運搬	Ⅱ-11
2.1.1 親サンゴの採取	Ⅱ-12
2.1.2 親サンゴの運搬	Ⅱ-14
2.2 陸上施設でのミドリイシ類の種苗生産	Ⅱ-18
2.2.1 種苗生産施設	Ⅱ-21
2.2.2 親サンゴの飼育	Ⅱ-24
2.2.3 採卵・幼生飼育・着生	Ⅱ-26
2.2.4 稚サンゴ飼育	Ⅱ-31
2.2.5 疫病対策	Ⅱ-35
2.3 中間育成	Ⅱ-40
2.3.1 中間育成施設の設置	Ⅱ-40
2.3.2 サンゴの選別・運搬	Ⅱ-45
2.3.3 サンゴの植え付け	Ⅱ-49
2.3.4 育成管理	Ⅱ-51
2.4 移植	Ⅱ-56
2.4.1 移植適地の選定	Ⅱ-56
2.4.2 移植	Ⅱ-70
2.4.3 育成管理	Ⅱ-74

3 幼生収集装置を用いた種苗生産によるサンゴ面的増殖技術 . . .	II-78
3.1 幼生収集装置を用いた種苗生産	II-78
3.1.1 計画	II-85
3.1.2 事前準備	II-86
3.1.3 幼生収集装置の設置	II-88
3.1.4 幼生の収集	II-89
3.1.5 幼生の着生	II-92
3.2 中間育成	II-93
3.2.1 中間育成施設の設置	II-93
3.2.2 着床具（種苗）の設置	II-96
3.2.3 育成管理	II-97
3.3 移植	II-99
3.3.1 移植適地の選定	II-99
3.3.2 移植	II-100
3.3.3 育成管理	II-100

第Ⅲ編 参考資料

1. 技術ノート 1 中間育成中のサンゴの成長面積の簡易算定手法	Ⅲ-1
2. 技術ノート 2 衛星画像によるサンゴ被度分析解析手法 . . .	Ⅲ-4
3. 技術ノート 3 水中ビデオ画像によるサンゴ自動判読手法 . . .	Ⅲ-14
4. 幼生収集装置	Ⅲ-22
5. 現地調査に関する諸手続	Ⅲ-26

用語集	用-1
---------------	-----

－ コラム 目次 －

【コラム】 白化指標としての DHW（週積算高水温）の評価	I -23
【コラム】 サンゴ礁のリモートセンシング	I -39
【コラム】 漁業者中心で行われているサンゴ礁の保全活動	II -7
【コラム】 中間育成を伴う無性生殖を利用した種苗生産と移植のサンゴ増殖技術	II -8
【コラム】 タカセガイ 育成礁を用いた稚サンゴの中間育成	II -9
【コラム】 サンゴ面的増殖技術の将来展望	II -10
【コラム】 稚サンゴの適正飼育環境試験における水流測定	II -34
【コラム】 高温耐性共生藻のサンゴ種苗生産への活用の検討	II -38
【コラム】 長期インターバルカメラを用いた移植サンゴの解析	II -55
【コラム】 格子状サンゴ着生基盤の有効性	II -84
【コラム】 陸上水槽で種苗生産した稚サンゴのカゴ型中間育成	II -98

はじめに

一般にサンゴは2種類の方法で増殖する。卵と精子の塊（バンドル）を海中に放出させ、そこで受精が行われて増える「有性生殖」と、1つのポリプがクローンを作りながら増える「無性生殖」である。折れた枝サンゴの一部が海底に固着して増えるものも無性生殖である。

サンゴ礁の修復・再生には、この2つの増殖方法を利用した移植の研究・技術開発が行われており、日本では1990年代始めから、各地で無性生殖を利用したサンゴの直接移植が盛んに行われてきた。しかし、残念ながらそれらの移植活動によるサンゴ礁の回復は十分なものとはなっていない。この原因には、無性生殖を利用した移植（無性生殖法）では、天然のサンゴ礁から大量のサンゴ断片を採取して大規模にサンゴを移植できなかったこと、また、移植したサンゴのほとんどがクローンであり遺伝的多様性が低かったために環境への適応力も低かったことが挙げられる。

こうしたことから水産庁では、有性生殖の利点を活用したサンゴの移植技術（有性生殖法）の開発を行ってきた。この方法は、サンゴの一斉産卵を利用して、バンドルを集めて受精させ、幼生を着床具に着生させることで大量の種苗を確保し、これらを中間育成して一定の大きさに成長させてから移植するものである。最近の研究によれば、相応の規模に面的にサンゴを移植すれば、移植したサンゴが成長して、やがて産卵することで周辺に幼生が供給され、サンゴ礁を回復させる幼生供給基地の働きがあることが期待されるようになっている。

本書は、「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業（水産庁、平成21年度～29年度）」において、有性生殖を活用し陸上水槽でサンゴ種苗を大量に生産し、海域で中間育成の上、移植する手法を手引きとして取りまとめたものである。

本書が、サンゴの保全・再生に係わる技術者の実務を行う際の参考書として利用され、豊かなサンゴ礁生態系の創造と海域の生産力向上に役立つとともに、今後のさらなるサンゴ増殖技術の発展に寄与することを期待する。最後に、本書の執筆、編集にあたっては、「サンゴ増殖技術検討委員会」の大森 信委員長をはじめとする各委員の方々から貴重な御指導等を頂いた。この場を借りて深く感謝申し上げる。

まえがき

平成 21 年度から 29 年度まで、9 年間の「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」が終了した。この間、沖ノ鳥島では、自然の力の大きさゆえに、礁内のサンゴ被度は、ことにミドリイシ属サンゴで低下し、サンゴ面積の約 30% を失った。しかし豊かな漁業環境の創出をめざしたサンゴの増殖技術には多くの改良が加えられ、着実に進歩したと考えている。一方、沖ノ鳥島での事業を支えるために沖縄本島周辺で行われた事業では、有性生殖を利用したサンゴの面的増殖技術が成果を上げ、今回、これらのサンゴ増殖技術の発展で得られた知見をもとに、平成 21 年に刊行された「有性生殖によるサンゴ増殖の手引き」を大幅に改訂し、完成することができた。

サンゴの移植や増殖を考えると、よく対比されるのは陸上での植林である。世界を旅して気が付くのは日本の森林の豊かさであるが、これはずっと前からそうであったものではない。日本にも他国と同じような森林伐採の危機があった。しかし、森林資源は徳川政権の上意布達（すなわちトップダウン）によって管理され、育林に関する科学的知識が体系的に発展し、他方で、農民や商人が自分の子孫に森林の利用権を継がせて長期的な経済的見返りを期待すること（すなわちボトムアップ）で増大し、維持された。

ところが、さんご礁の保全やサンゴの増殖は住民の経済活動への刺激にはなりにくい。したがってボトムアップ方式のさんご礁保全は、なかなか期待しにくい。行政には普及・指導を通じて、活動的な住民たちをもっと啓発して、彼らにサンゴとさんご礁の保全活動に参加してもらうための努力が求められる。さんご礁の保全・回復の重要性とその価値を知らせ、その増殖技術を確立し、補助事業を増やして、トップダウンとともに、ボトムアップの充実を図ることが望まれる。

これまで沖縄で移植あるいは移設されたサンゴ群体は 30 万株を越えるが、多くのサンゴの植込み 4 年後の生残率は 20% 以下である。修復した面積も一件数 ha にすぎず、さんご礁の生態系サービスの回復をもたらすまでには至っていない。本書が真に有効なサンゴ増殖を行う際の「手引き」として多くの方に活用されることを期待する。

「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」

サンゴ増殖技術検討委員会

委員長 大森 信

本書の構成

本書は、総論、サンゴ面的増殖技術、参考資料の3編で構成されている。

第Ⅰ編では、サンゴやサンゴ礁の特性や機能とサンゴ礁を取り巻く現状に加え、サンゴの増殖計画のフローとその主要項目の概論を解説する。

第Ⅱ編では、サンゴ面的増殖技術の基本的な考え方を「種苗生産」「中間育成」「移植」の流れに沿って第1章で解説した後、第2章で陸上施設での種苗生産によるサンゴ面的増殖技術について、第3章で幼生収集装置を用いた種苗生産による面的増殖技術について解説する。

第2章の陸上施設での種苗生産による面的増殖技術では、沖ノ鳥島での実証事例を基に作業フローに沿ってポイントを解説する。第2.1節で親サンゴの採取・運搬について、第2.2節で陸上施設でのミドリイシ類の種苗生産について、第2.3節で中間育成について、第2.4節で移植について解説する。

第3章の幼生収集装置を用いた種苗生産による面的増殖技術では、沖縄海域での実証事例を基に第2章と同じく作業フローに沿ってポイントを解説する。第3.1節で幼生収集装置を用いた種苗生産について、第3.2節で中間育成について、3.3節で移植について解説する。

第Ⅲ編では、水産庁が本事業で開発したモニタリング手法、技術を解説した3つの技術ノートに加え、前編までに記載された幼生収集装置の特徴・材料・費用の詳細、サンゴ礁での現地調査において必要となる関係機関への諸手続きについて紹介する。

また、理解を深めるために「コラム」を設け、サンゴやサンゴ礁、サンゴ増殖に関する調査研究や事例等をわかりやすく紹介する。なお、サンゴの移植に関する手引き書やガイドラインについては、各機関より発刊されていることから、本書ではその内容の重複を避けて類似する内容については省き、各編末の参考資料の中で入手先を紹介するに留めている。

