

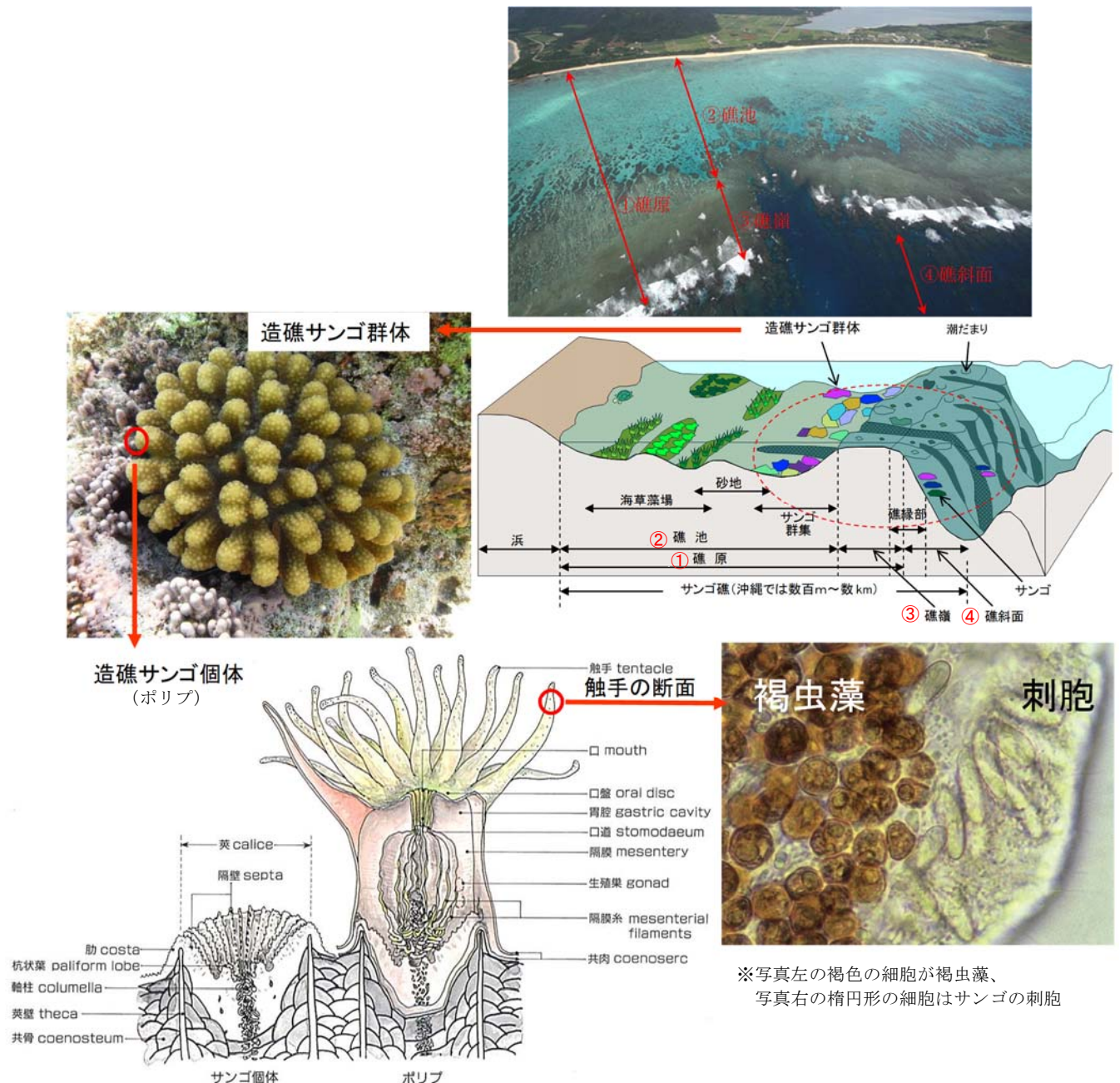
第 I 編 総論

1. サンゴの特性と機能と現状

1. 1 造礁サンゴとサンゴ礁

造礁サンゴとサンゴ礁の関係を図 I. 1-1 に示す。

サンゴのなかで体内に褐虫藻を共生させて成長が速く、サンゴ礁の形成に役立つものを造礁サンゴという。サンゴ礁とは、主に造礁サンゴや有孔虫や石灰藻などの石灰質の遺骸が、長い年月をかけて積み重なり作られた「地形」を示す。サンゴ礁生態系を意味する場合も多い。日本の場合、ほとんどのサンゴ礁は陸地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。



サンゴ礁のタイプは、裾礁、環礁、堡礁、卓礁の4つに大別される（図 I.1-2）。

- ①裾礁：島の周りを縁取るようにして発達するサンゴ礁。日本では多くのサンゴ礁がこの形状である。
- ②環礁：中央に深い礁湖をもった環状に配列したサンゴ礁。日本周辺海域には見られない。
- ③堡礁：陸地から遠く離れ、一定の距離をおいて発達するサンゴ礁で、島との間に深い水域がある。日本ではほとんど見られない。
- ④卓礁：陸地から離れた場所にあり、礁湖を持たず礁原だけからなる平坦なサンゴ礁。沖ノ鳥島は卓礁に分類される。

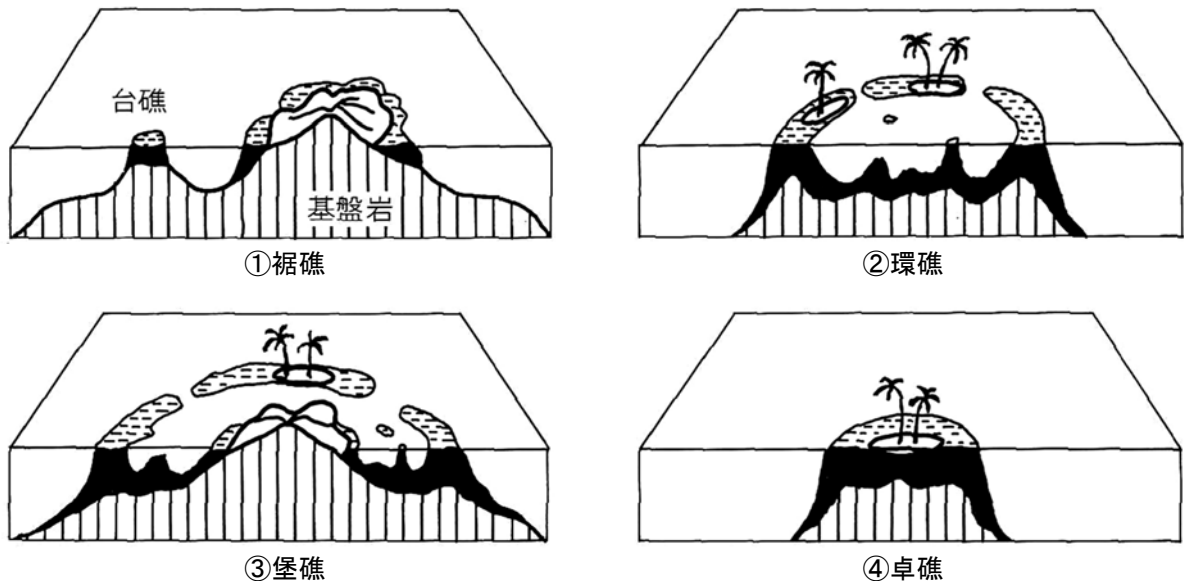
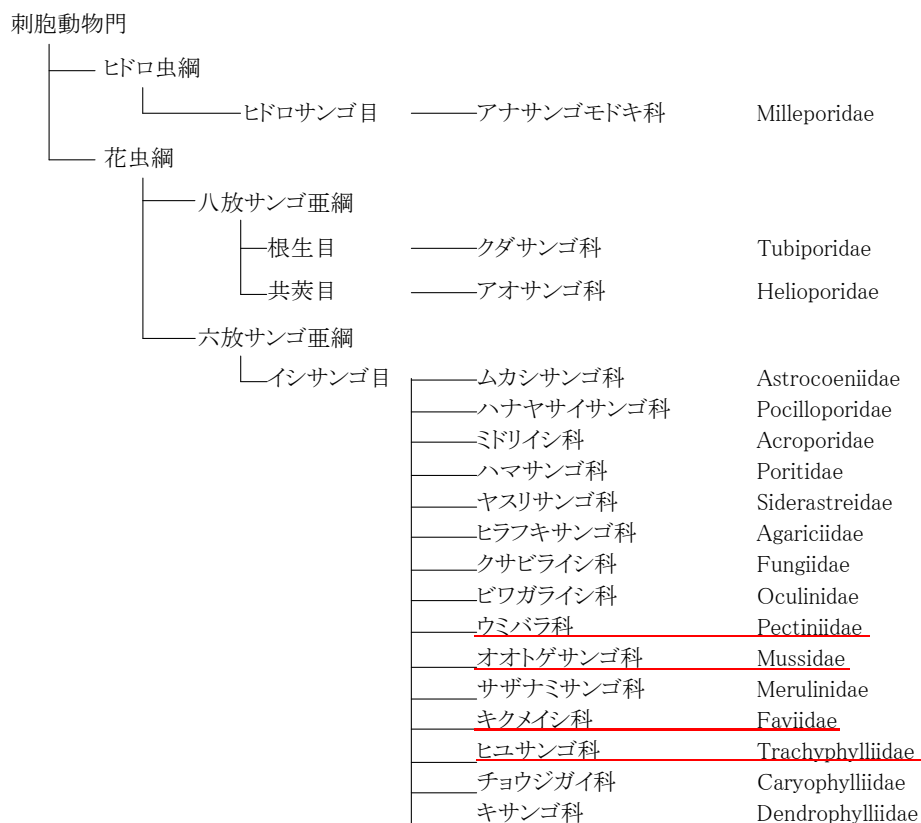


図 I.1-2 サンゴ礁のタイプ

目崎 (1988)

サンゴ礁を形成する造礁サンゴは、クラゲやイソギンチャクと同じ刺胞動物の仲間である。刺胞動物の仲間（刺胞動物門）は、餌料生物を捕食するための「刺胞」を有していることが特徴で、ヒドロ虫綱、鉢虫綱、花虫綱の三綱に分けられる。硬い石灰質の骨格をもつ硬質サンゴのうち、褐虫藻という渦鞭毛藻の一種を体内に共生させ、成長が速いものを一般的には造礁サンゴと呼んでいる。造礁サンゴはヒドロ虫綱や花虫綱に属し（図 I.1-3）、大部分は、花虫綱六放サンゴ亜綱イシサンゴ目に含まれる。褐虫藻の光合成産物（有機物）の90%以上が造礁サンゴの栄養源として利用されているとの見積りがある。造礁サンゴの多くの種は成長が速く、大量の石灰質の硬組織を生産し、サンゴ礁の基盤となる素材を作る役割が大きい。

造礁サンゴの仲間のなかで、ミドリイシ類は最も成長が速く、群体形が後述する樹枝状や散房花状やテーブル状で、それらが形成する複雑な空間が水産生物の産卵場や生息場、餌場を提供するとともに、共生する褐虫藻の光合成産物（有機物）が海水中の栄養が少なく透明度の高いサンゴ礁海域の水産基盤を支えている。



注：イシサンゴ目の分類体系は、分子系統解析の結果を受けて 2012 年に改変が行われた。科レベルでの変更点を以下に示す。（深見 2013, 2016）赤線は改変箇所を示す。

- ・キクメイシ科とヒュサンゴ科はサザナミサンゴ科に吸収
- ・オオトゲサンゴ科の学名が *Mussidae* から *Lobophyllidae* に変更
- ・ウミバラ科はオオトゲサンゴ科とサザナミサンゴ科に吸収

図 I. 1-3 主な造礁サンゴの分類上の位置
西平・Veron (1995) より作成

造礁サンゴの形態を見ると、ポリプはサンゴを構成する基本的単位で、すべてのサンゴの体はポリプで構成されている。ポリプは、図 I. 1-1 に示すように円筒形の体と上面の口とそれを取り巻く多数の触手から構成される。サンゴには複数のポリプからなる群体サンゴと一個のポリプからできている単体サンゴとがある。造礁サンゴ全体としては、岩や基盤に固着して生活する群体サンゴが多く、これらの種はポリプが出芽・分裂、即ち無性生殖によって群体が大きくなる。

造礁サンゴの群体形は様々であるが、表 I. 1-1 に示す 5 つの基本形に分類される。このような群体形は種と対応しているわけではなく、基本的な群体形は上記の 5 タイプであるが、環境条件に対応して群体形を変える可塑性をもっている種が極めて多い。これら基本的な形の合成されたものが、サンゴの生息場所におけるさまざまな群体形を作り出す。

また、群体は部分的に死亡しても群体全体が死ぬとは限らない。むしろ、群体の部分的死亡は自然界では頻繁に起こり、群体の一部が破壊されて欠損しても、構成単位のポリプが含まれている限り、残されたそれぞれの部分は成長を続けることができる。この性質を応用したものがサンゴ片（断片）を用いた移植によるサンゴ増殖である。

表 I.1-1 サンゴの群体形

被覆状群体	
岩盤から立ち上がることなく岩盤を被覆して成長し、群体表面にのみポリプが見られる。この形状の群体は、水平な岩面上では堆積物に埋められる危険性の高い群体形であるものの、波浪によって剥離される危険性は小さい。	
塊状群体	
群体の周縁部でポリプを出芽しながら基盤から上方向に長く伸びつつ出芽し、共骨も成長することによって群体が形成される。群体表面にのみポリプが見られ、穿孔性の動物が住み込み易い群体内部は骨格が詰まって丈夫である。	
葉状群体	
被覆状の群体が基盤から立ち上がり、薄い骨格のまま基盤上方に伸びた形状である。骨格が薄く、基盤から立ち上がる形状のため、波浪等による物理的破壊の危険性が高いものの、被覆状群体と同程度の骨格量で群体を支えているため比較的強度は保持され、堆積物による成長への影響も少ない。また、基部が死亡しても、上部（先端部付近）は生きることが多い。	
樹枝状群体	
成長初期の被覆状群体から一部分が突出し、基盤から立ち上がった箇所が複数に枝分かれして群体が形成される。分枝した箇所が繊細になるほど群体表面積は増加するものの、強度は弱くなり、枝が折れやすくなる。枝間には多様な動物が住み込む。テーブル状サンゴは、この群体の変形型の一つに区分される。	
散房花状群体（コリンボース状群体）	
基部から放射状に横に張り出した枝から、上向きにほぼ同じ長さの枝がほぼ等間隔で多数伸びてできる群体形。樹枝状群体の変形型の一つ。	

西平・Veron（1995）より作成、写真は沖ノ鳥島のサンゴ

1. 2 サンゴの生活史

造礁サンゴの生活史の概要を図 I. 1-4 に示す。

造礁サンゴの増殖過程には、成熟した親サンゴが産卵し、卵と精子が受精した後にプラヌラ幼生を経て基盤に着生して一つのポリプとなる有性生殖と、ポリプが次々とクローンを作って群体を形成していく無性生殖がある。

サンゴは群体から折れた破片が海底に再固着・成長して新しい群体を形成することで、無性生殖によっても群体数を増やしたり分布域を拡大したりすることがある。

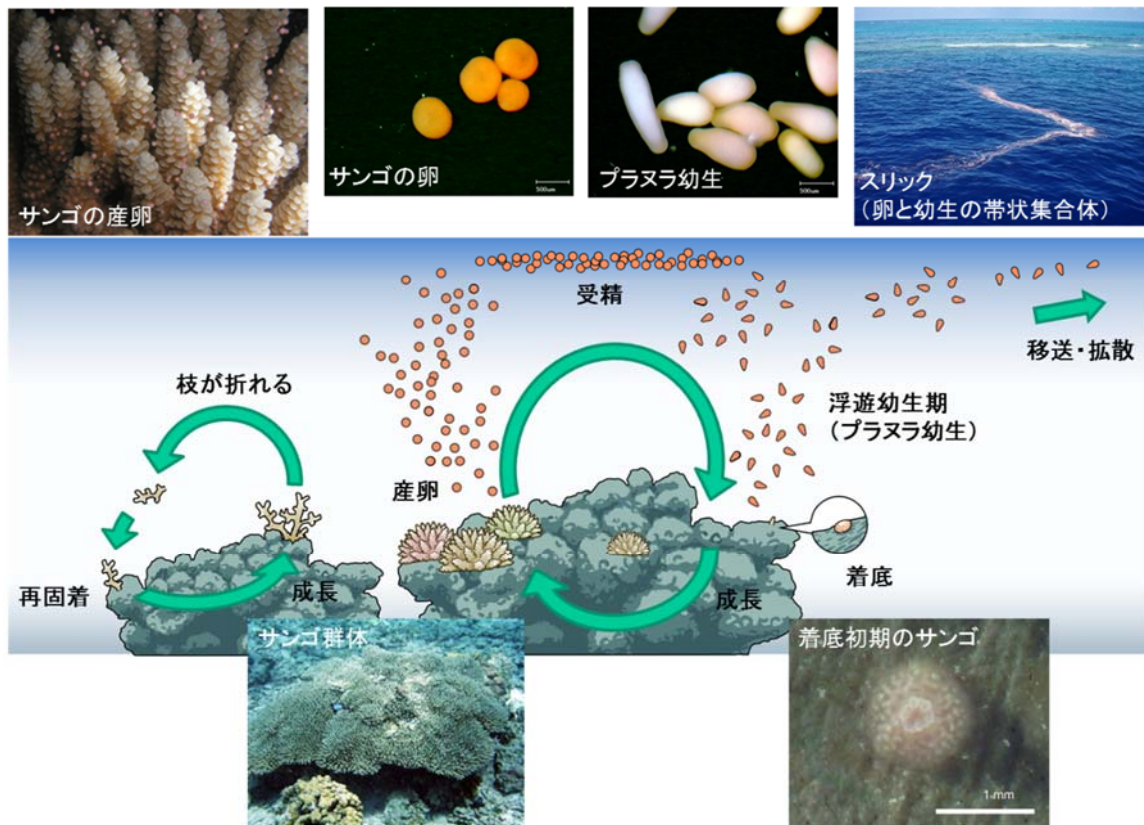


図 I. 1-4 造礁サンゴの生活史
海の自然再生ワーキンググループ (2003) 等をもとに作成

1) 産卵

サンゴには成熟期に卵と精子を一斉に放出して海面で受精し、プラヌラ幼生をつくる「放卵放精型」と、体内で受精し成熟したプラヌラを放出する「幼生保育型」の2タイプがある。またそれぞれ、「雌雄同体」及び「雌雄異体」の2型がある。

2) 産卵期、成熟期

琉球列島における主な「放卵放精型」のサンゴの産卵時期を表 I. 1-2 に示す。サンゴの産卵時期は種類や地域によって異なるが、多くのサンゴは年1回の成熟期を持ち、沖縄の場合、ミドリイシ類は5～8月、キクメイシ類などは7～8月に多く産卵する。ミドリイシ類の多くは産卵期の満月の大潮の前後数日の夜に一斉産卵する。一斉産卵は広範囲で発生する場合や海岸によって1～2日ずれることもある。同じ海域でも産卵時期は毎年同じではなく、海水温や海況などにより若干の違いが生じる。

表 I. 1-2 主なサンゴの産卵時期

林原 (1995) を改変：沖縄県座間味村阿嘉島周辺及び水槽飼育で観察期間(1989 年 5-7 月、1990 年 5-8 月、1991-1993 年 5-9 月)中に、産卵を直接観察したり、定期観察から産卵を推定したり生殖腺の成熟が観察されたりした月を ■ で示す。

(分類体系・学名は西平・Veron 1995 による)

種 名	5月	6月	7月	8月	9月	種 名	5月	6月	7月	8月	9月
ACROPORIDDAE						AGARICIIDAE					
<i>Acoropora aculeus</i>						<i>Pachyseris speciosa</i>					
<i>A. anthocercis</i>						FUNGIIDAE					
<i>A. aspera</i>						<i>Fungia repanda</i>					
<i>A. austera</i>						<i>Sandalolitha robusta</i>					
<i>A. clathrata</i>						OCULINIDAE					
<i>A. cytherea</i>						<i>Galaxea fascicularis</i>					
<i>A. danai</i>						PECTINIIDAE					
<i>A. digitifera</i>						<i>Echinophyllia aspera</i>					
<i>A. divaricata</i>						<i>E. nishihirai</i>					
<i>A. donei</i>						<i>Oxypor lacera</i>					
<i>A. elseyi</i>						<i>Pectinia lactuca</i>					
<i>A. exquisita</i> ?						MUSSIDAE					
<i>A. florida</i>						<i>Lobophyllia corymbosa</i>					
<i>A. formosa</i>						MERULINIDAE					
<i>A. gemmifera</i>						<i>Hydnophora rigida</i>					
<i>A. grandis</i>						<i>H. exesa</i>					
<i>A. horrida</i>						<i>Merulina ampliata</i>					
<i>A. humilis</i>						<i>M. scabricula</i>					
<i>A. hyacinthus</i>						FAVIIDAE					
<i>A. latistella</i>						<i>Caulastrea furcata</i>					
<i>A. longicyathus</i>						<i>Favia stelligera</i>					
<i>A. loripes</i>						<i>F. pallida</i>					
<i>A. lutkeni</i>						<i>F. speciosa</i>					
<i>A. microclados</i> ?						<i>F. lizardensis</i> ?					
<i>A. microphthalma</i>						<i>F. matthaii</i>					
<i>A. millepora</i>						<i>F. favus</i>					
<i>A. nasuta</i>						<i>F. veroni</i>					
<i>A. nobilis</i>						<i>Barabattoia amicornum</i>					
<i>A. pulchra</i>						<i>Favites halicora</i>					
<i>A. robusta</i>						<i>F. abdita</i>					
<i>A. samoensis</i>						<i>F. flexuosa</i>					
<i>A. secale</i>						<i>F. chinensis</i>					
<i>A. selago</i>						<i>Goniastrea retiformis</i>					
<i>A. tenuis</i>						<i>G. pectinata</i>					
<i>A. valenciennesi</i>						<i>G. aspera</i>					
<i>A. valida</i>						<i>Platygyra contorta</i>					
<i>A. verweyi</i> ?						<i>P. daedalea</i>					
<i>Astreopora myriophthalma</i>						<i>P. lamellina</i>					
<i>Montipora digitata</i>						<i>P. sinensis</i>					
<i>M. hispida</i>						<i>P. ryukyuensis</i>					
<i>M. aequituberculata</i>						<i>P. pini</i>					
<i>M. informis</i>						<i>Montastrea curta</i>					
<i>M. turgescens</i>						<i>M. magnistellata</i>					
<i>M. mollis</i> ?						<i>M. valenciennesi</i>					
<i>M. venosa</i>						<i>Diplostrea heliopora</i>					
<i>M. efflorescens</i>						<i>Leptastrea purpurea</i>					
PORITIDAE						<i>Cyphastrea chalicidicum</i>					
<i>Porites lutea</i>						<i>C. serailia</i>					
						<i>Echinopora gemmacea</i>					
						<i>E. pacificus</i>					
						CARYOPHYLLIIDAE					
						<i>Euphyllia divisa</i>					
						DENDROPHILLIIDAE					
						<i>Turbinaria stellulata</i>					

3) 受精、浮遊幼生

放卵放精型はサンゴのポリプから複数の卵と精子を一塊にしたバンドルを放出する。バンドルは水面まで浮上したのち卵と精子にかい離して、他の群体から放出された精子や卵（配偶子）と受精する。受精卵は1～3日でプラヌラ幼生になる。幼生保育型では卵はサンゴ体内に保持され、受精したのちにプラヌラ幼生として放出される。

海域での一斉産卵の翌日には、海況が穏やかであれば、卵や幼生の集合体が潮目に沿って海面を漂う「スリック」と呼ばれる長い帯が観察されることがある。

4) 着生以降の生活ステージ

プラヌラ幼生は数日～数週間（種によっては100日以上）の浮遊生活ののち、沈降して適当な基盤に着生する。産卵から着生までの生殖を有性生殖と呼ぶ。着生後にはポリプと呼ばれるイソギンチャク状の形になり、骨格をつくりながら、分裂・出芽を繰り返して無性的に自分のクローンである新しいポリプを作る。これを無性生殖と呼ぶ。サンゴは無性生殖を繰り返して、多数のポリプが結合しあい集合体となるサンゴ群体を形成するものが多い。

5) 成長、成熟

ミドリイシなどの枝状サンゴは、数ヶ月で群体の直径が1～2cm程度まで成長し、3～5年程度で直径数10cmに成長する。Harrison and Wallace (1990)によると、クシハダミドリイシ (*Acropora hyacinthus*) の成熟最小サイズは直径7cm、推定年齢では生後4～5年で産卵が可能となる。また、ハナヤサイサンゴ (*Pocillopora damicornis*) では直径4～7cm、ヒメウネカメノコキクメイシは直径3～4cmで成熟サイズとなるとしている。

6) 栄養の摂取（餌料、褐虫藻との共生）

造礁サンゴは、褐虫藻からの光合成産物と自らの触手で捉えた動物プランクトンなどによって栄養を獲得している。なお、浮遊期間中は卵黄栄養に依存し、基本的に餌をとらない。

7) サンゴの再固着

台風などで発生した大きな波浪により、サンゴの枝が折れて断片化し、周辺の海底に散らばったり、波浪などにより離れた場所に運ばれたりする。断片化したサンゴ片が生き残る率は低いとされているが、条件が良ければ、サンゴ片は長期間生存でき、安定した基盤上に長時間接触すると、基盤上に再固着し始め、成長していく。

サンゴの無性生殖による移植はこの特性を利用している。

1. 4 サンゴの地理的分布

世界の造礁サンゴの地理的分布を図 I.1-6 に示す。

サンゴは、赤道を挟んで北緯 30 度と南緯 30 度の間の大陸や島の周辺の浅海域に主に分布している。造礁サンゴの分布には、海流が強く影響しており、緯度が高くなるほど種類が減少し、三大洋では暖流が発達し島嶼が多い西側ほどサンゴ礁が発達するという特徴がある（本川 2008）。

世界のサンゴ礁の総面積は 284,300km² で、海洋面積のわずか 0.2% に満たないが、そこで確認されている生物種は全海洋生物の 25% にもなると評価されている（Spalding et al. 2001）。

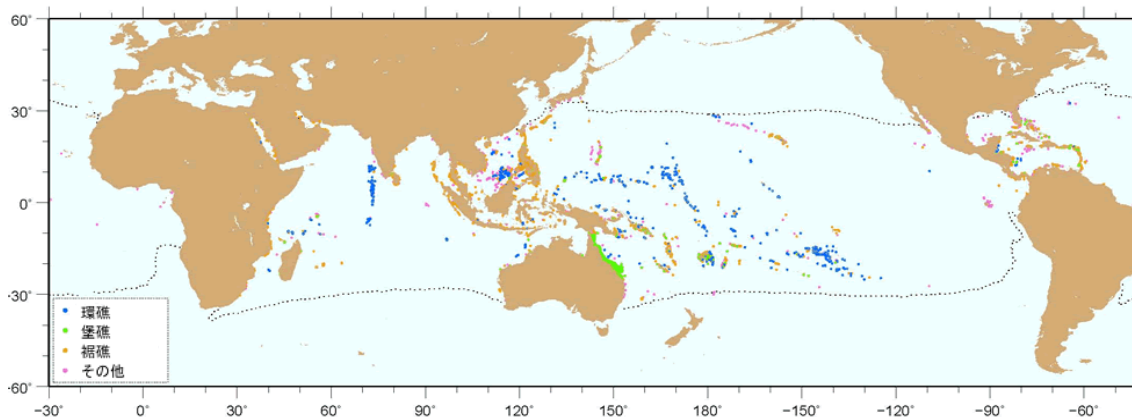


図 I.1-6 世界の造礁サンゴ分布図

茅根ほか(2004)をもとに作成

日本のサンゴ礁とサンゴ群集の地理的分布を図 I.1-7 に示す。

日本のサンゴ礁は、主として、北緯 24 度から 29 度の琉球列島（沖縄県と鹿児島県の奄美諸島）と小笠原諸島（東京都）に多く分布しており、世界のサンゴ礁分布域の北限とされている。その他に、尖閣諸島、大東諸島、硫黄列島、伊豆諸島、南鳥島、沖ノ鳥島などにサンゴ礁がある。北緯 20 度の沖ノ鳥島が日本のサンゴ礁の分布の南限である。サンゴ群集は、太平洋側では千葉県館山湾、日本海側では佐渡ヶ島周辺海域まで分布が確認されている。

日本において、緯度が高い割には造礁サンゴの種の多様性が高い要因としては、黒潮の影響によるところが大きい。つまり、琉球列島に沿って世界最大の暖流である黒潮が北へ流れるので同じ緯度の海域より水温が高く、南からサンゴが供給されるので、琉球列島のサンゴ礁は世界のサンゴ礁の分布域の北限にあたるが、種の多様性が高く、サンゴ礁地形の連続性が高く、規模も大きい（茅根ほか 2004）。

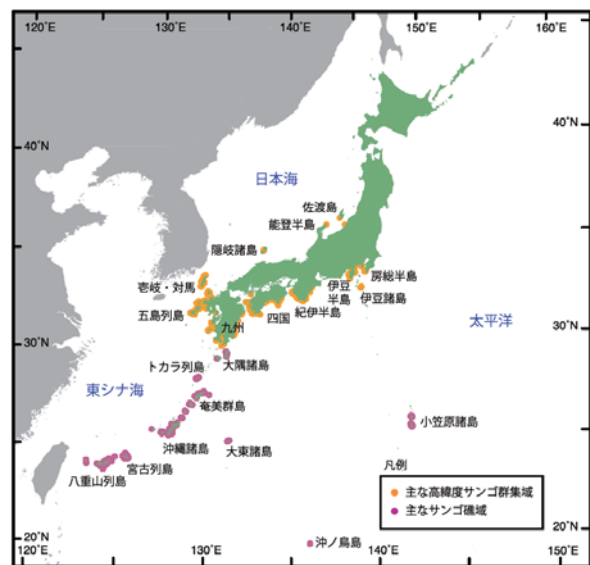


図 I.1-7 日本のさんご礁とサンゴ群集の分布
（環境省 2016）

サンゴ群集の分布域は近年の地球温暖化がもたらす水温上昇によって北上しつつある。造礁サンゴの分布限界を決める冬期の水温は日本近海で造礁サンゴが分布している海域では 100 年間に 1.1～1.6℃上昇しており、サンゴ分布域は過去 80 年間の記録を解析した結果、最大 14km/年の速度で北上していると報告されている (Yamano et al. 2011)。

1. 5 サンゴ礁の多様な機能

サンゴ礁の主な機能を図 I.1-8 に示す。

サンゴ礁は海洋面積の 0.2%にも満たないが、93,000 種以上の動植物の棲息場所となり、浅海の生物の 35%以上の種を保持し、世界人口の実に 2 割、80 以上の国の数え切れない地域社会が収入と食料をサンゴ礁に依存し、1km²のサンゴ礁が、年間 15 トンの食料を生産し、それは、1,000 人以上を養うに十分である (Kimble 2002)。サンゴ礁の種の多様性については 830,000 種以上が見られるという報告もある (Fisher et al. 2015)。

サンゴの体内に共生している褐虫藻は、光合成によって海水中の窒素やリンなどの無機栄養塩から有機物を生産する。石灰化によって、サンゴの作り出す複雑な空間地形には多種多様な生物が共存し、サンゴ礁は水産生物の生産の場や水質浄化としての重要な機能を持つ。また、サンゴ礁には、美しい景観がもたらす観光機能、天然の防波堤としての防災機能、海の文化人類学の研究や生態系のしくみを知る環境教育の場としての機能があり、地形学・地質学・古生物学による過去の地球環境変動を把握する場としても重要である。さらに、古いサンゴの岩石化した琉球石灰岩は石垣や漆喰の材料として利用されている。最近では、サンゴやイソギンチャク、カイメンなどのサンゴ礁域の有用生物が医薬品などとしても注目されており、他の産業にも利用可能な物質が得られる可能性がある。

こうしたことから、サンゴ礁が大きな環境攪乱を被ると、これらの機能が減少あるいは消滅し、水産資源の減少や観光資源の質の低下など大きな社会問題を招く恐れがある。

以下に、漁場としての機能以外の機能について記す。

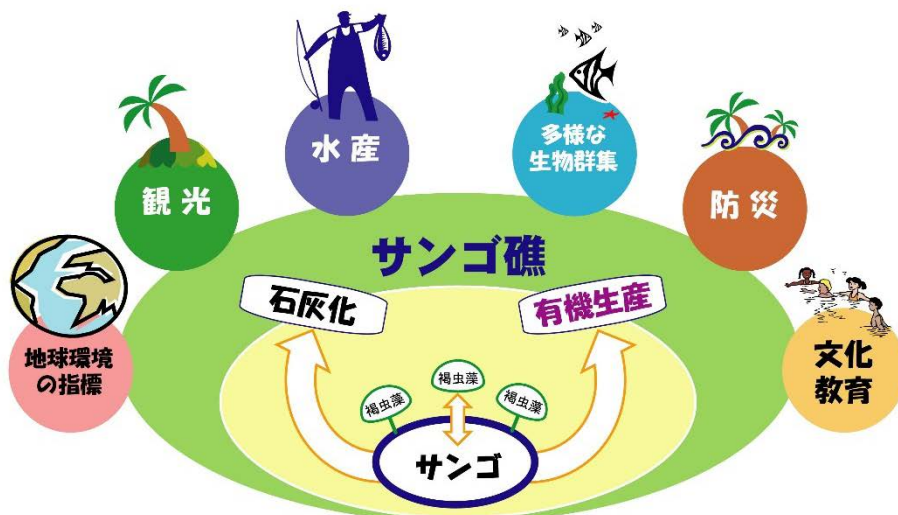


図 I.1-8 サンゴと褐虫藻の共生関係によって形成されるサンゴ礁の主な機能

1) 多種多様な生物を共存・生産する機能

全海水魚類の約4分の1の4,000種がサンゴ礁魚類であり (Spalding et al. 2001)、サンゴ礁は、生物種の最も豊富な生態系の一つである。サンゴ礁域は貧栄養塩濃度の海域であるが、サンゴの体内に共生する褐虫藻によって基礎生産が行われ、サンゴから放出される粘液が多くの魚類や底生動物の餌になり、複雑な食物連鎖が形成される。

熱帯・亜熱帯の海洋では透明度が高く栄養塩濃度が低いことから、生産性が低いように誤解を受けるが、寒冷な海洋とは異なり、溶存有機物質は食物網を通じてすみやかに可視的サイズの生物に捕食されるので清澄なのであり、生産性が低いわけではない。

また、海中のカルシウム分を蓄積した骨格による立体構造は、多種多様な生物の生活場を提供する (図 I.1-9)。さらには、サンゴ礁の海底に堆積した砂質地盤には海草藻場が形成され、サンゴと同様、一次生産等の役割を担う。サンゴ礁の生物多様性が高いことも、十分な生産性があるからこそ成り立っている。

地球上の生物相は、基本的には太陽光を同化することができる植物を一次生産者として形成されており、一次生産量の高い地域ではそれらを利用する動物の環境収容力が高くなる。海域では、一次生産量の高い地域が水産資源量の高い海域であると言い換えることができる。表 I.1-3 に地球上の主な純一次生産量の一覧表を示す。海域は、外洋、湧昇流海域、大陸棚、藻場とサンゴ礁、入江に区分されており、藻場とサンゴ礁では単位面積当たりの純一次生産量の平均値が $2,500\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$ で最も高く、陸域の熱帯多雨林の値 ($2,200\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$) 以上であり、地球上で最も純一次生産量の高い地域であることを示している。藻場とサンゴ礁が併記されているのは、サンゴは体内に共生する褐虫藻の光合成量が藻場と同程度であることを示している。



図 I.1-9 サンゴに群がる魚たち

表 I.1-3 主な生態系の純一次生産量

生態系のタイプ	面積 10^6km^2	単位面積あたりの純一次生産 $\text{g}/\text{m}^2/\text{年}$		世界の純一次生産 $10^9\text{t}/\text{年}$	単位面積あたりの生物量 kg/m^2		世界の生物量 10^3t
		範囲	平均		範囲	平均	
熱帯多雨林	17.0	1000~3500	2200	37.4	6~80	45	765
熱帯季節林	7.5	1000~2500	1600	12.0	6~60	35	260
外洋	332.0	2~400	125	41.5	0~0.005	0.003	1.0
湧昇流海域	0.4	400~1000	500	0.2	0.005~0.1	0.02	0.008
大陸棚	26.6	200~600	360	9.6	0.001~0.04	0.01	0.27
藻場とサンゴ礁	0.6	500~4000	2500	1.6	0.040~4	2	1.2
入江	1.4	200~3500	1500	2.1	0.010~6	1	1.4
海洋合計	361.0		152	55.0		0.01	3.9

ホイタッカー (1979) をもとに作成

サンゴ礁に流入してくる有機態の浮遊物や海底に堆積した有機物はサンゴや他のベントスによって摂食され、その量が減少する。海水中の懸濁態粒子は、サンゴや有孔虫由来の砂により濾過され、海底上のベントスの糞は底質中のバクテリアによって分解されて無機化される。このようにサンゴ礁はサンゴを中心とした物質循環を通して、海水を浄化する機能を有している（図 I.1-10）。



図 I.1-10 触手を伸ばして海中の有機物を摂餌

2) 観光・景観機能

図 I.1-11 に沖縄県の観光収入の推移を示す。沖縄県の観光客数や観光収入は増加傾向にある。観光客数は昭和 47 年（1972 年）の 56 万人と比較して、44 年後の平成 28 年（2016 年）では 877 万人と 15 倍以上、観光収入は 20 倍以上に増加している。観光客の約 36.2% が海水浴・マリンレジャー・ダイビングを目的としていることから（沖縄県 2017a）、サンゴ礁は大きな観光資源になっている（図 I.1-12）。

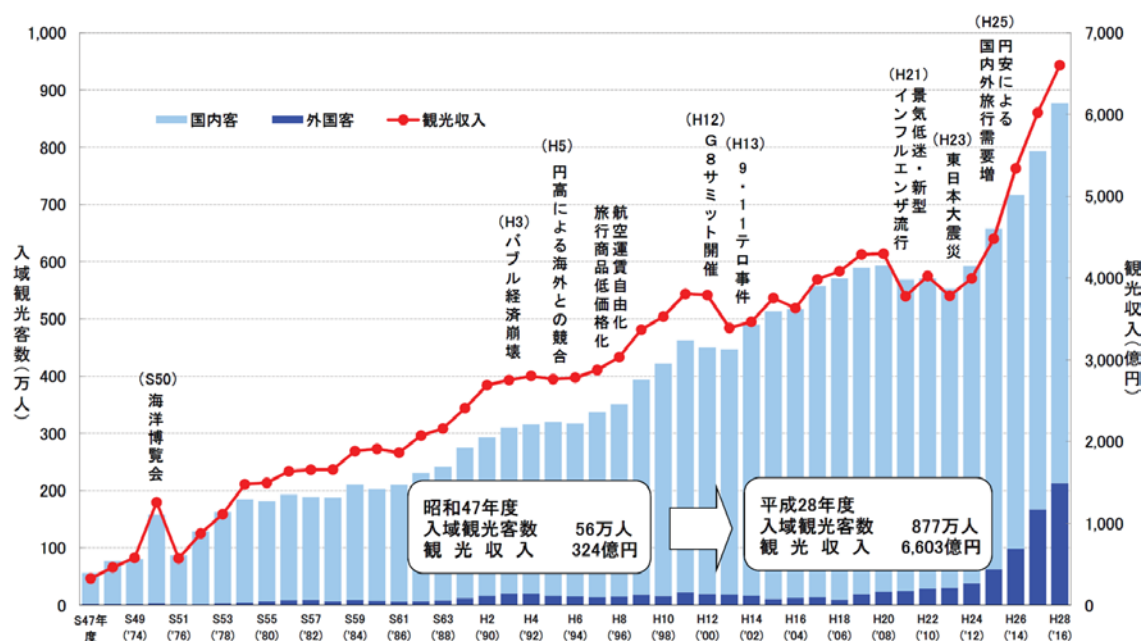


図 I.1-11 沖縄県の観光客数と観光収入の推移
(沖縄県 2017a)



図 I.1-12 美しいサンゴ礁の景観は安らぎを与え、レジャーの場となる

3) 防災機能

海岸線がサンゴ礁に取り囲まれていることで、津波や台風などの高波浪を砕波し、背後集落の人命・財産を海岸災害から保護している。この場合のサンゴ礁は自然の防波堤と言える。また、サンゴの骨格や有孔虫の殻はサンゴ礁内の砂となり、砂浜の形成に大きく貢献するとともに、海岸保全の重要な役割を果たしている（図 I.1-13）。



サンゴ礁は大波浪から島を護る

サンゴの骨格や有孔虫の殻で砂浜が造られる

図 I.1-13 サンゴ礁は防波堤の機能を持ち、サンゴは海浜を造る

4) 文化・教育研究の場としての機能

サンゴ礁域の住民は生活・文化・経済等においてサンゴ礁に大きく依存しており、サンゴ礁との関わりの中から神事や行事などの独自の文化が発達している。海の幸や航海の安全を祈願した海神祭やハーリーなどの神事のように、サンゴ礁がもたらす豊富な漁獲物なくして、これらの伝統的な文化の継承も難しい。健全なサンゴ礁生態系の存在は、これらの地域の持続・発展にとって重要である。

人間活動と環境との関わり方の理解と認識を養う環境教育の場や、学問研究の場としてもサンゴ礁は利用されている。水産庁では「水産多面的機能発揮対策事業」の中で、漁業者が中心となってサンゴ礁の保全活動に取り組むための、教育・学習の場として活用されている（図 I.1-14）。



図 I.1-14 水産多面的機能発揮対策事業（水産庁）

5) 地球環境変動の指標としての機能

サンゴの発育は地球の環境変動の影響を受け、残された骨格を調査することで過去の環境条件が推察できる。例えば、大型のハマサンゴからコアを採取してその年輪を用いて過

去数百年にわたる水温や降水量の復元を試みることができる。また、骨格の中から 酸素同位体比やマグネシウム／カルシウム比など古気候のよい指標となる化学成分の探索が可能である。サンゴ礁の分析から、エルニーニョと沖縄の気候の関係などが明らかにされるなど、サンゴ礁は地球環境変動の指標になっている。

1. 6 サンゴ礁の漁場としての機能

1) サンゴ礁の漁場としての機能

サンゴ礁はさまざまな生物の繁殖・成育・索餌場であり、水産生物の資源涵養の場である。サンゴ礁に囲まれている沖縄県では、伝統的に一本釣、延縄、小型定置網、潜水漁業、追い込み網漁、刺し網、採貝などの漁業やモズク、ヒトエグサ、タカセガイやシャコガイなどの養殖業が行われている。独特な漁法である追い込み網や電灯潜り漁では、タカサゴ類、ブダイ類、ハタ類、タコ、イカ、シャコガイなどの貝類などが漁獲されている。典型的なサンゴ礁漁業では、魚類だけでも 200～300 種が漁獲され、温帯域に比べて魚種が多いことが特徴である（図 I.1-15、図 I.1-16）。



図 I.1-15 サンゴ礁で漁獲される色彩豊かな魚介類



イノの魚垣（ナガキイ）



追い込み網



電灯を用いた素潜り漁

図 I.1-16 サンゴ礁域での伝統的漁法

(1) サンゴ礁海域の魚類相

サンゴ礁海域では、サンゴが生息しない砂地などに比べ、多様な魚類群集が形成されていることが一般的に知られている。その魚類群集の主要構成種は、スズメダイ類、ベラ類、チョウチョウウオ類、ニザダイ類、ブダイ類、イソギンポ類、ハタ類などである。サンゴは極めて多様な魚種を育てており、その一部が漁業を通じて利用されている。

サンゴ礁に生息する魚介類はサンゴ食性、プランクトン食性、藻食（植食）性、肉食性などが複雑な食物連鎖を形成しているが、このうち水産上の主な有用魚介類についての食物連鎖を図 I. 1-17 に示す。動物プランクトンを食べる魚種は、タカサゴ類、アイゴの稚魚、キビナゴ類などである。また、食物連鎖の上位に位置する魚介類はアオリイカやスジアラ、ハマフエフキなどであり、小魚やサンゴに依存して生息するエビ・カニ類などの小動物を餌として利用する。つまり、食物連鎖のピラミッドの底辺を構成するサンゴ依存の小動物の存在が肉食性魚介類の生産を支えている。また、アイゴ類、イスズミ類、ブダイ類の多くはサンゴ礁に生育する藻類を食べ、ブダイ類のなかにはサンゴを直接餌として利用しているものもいる。

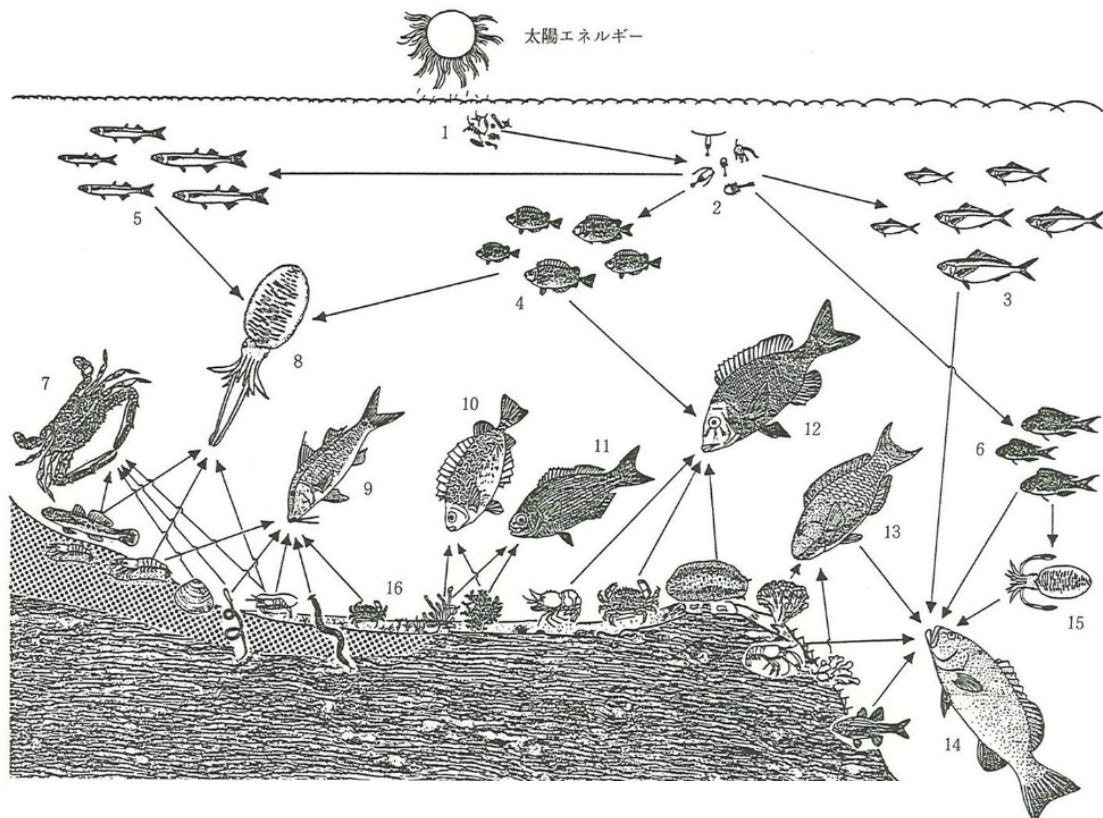


図 I. 1-17 サンゴ礁海域の有用魚介類を中心とする食物連鎖

（諸喜田 1988）

1. 植物プランクトン 2. 動物プランクトン 3. タカサゴ類（グルクン） 4. アイゴ類の稚魚（スク）
5. キビナゴ類 6. スズメダイ類 7. タイワンガサミ 8. アオリイカ 9. ヒメジ類 10. アイゴ類
11. メジナ類 12. ハマフエフキ（タマン） 13. イロブダイ 14. スジアラ（アカジン） 15. イカ類
16. その他底生生物

(2) サンゴと魚類との関係

サンゴと魚類との関わり方について、①サンゴを餌として利用する魚類、②サンゴがつくりだす立体的構造を生息場や餌場として利用する魚類という2つに大別することができる。

①サンゴを餌として利用する魚類

サンゴはそれ自身が魚類の餌となっている。佐野（1995）は、沖縄県のサンゴ礁域で採集した155種の魚類のうち、サンゴを専食していた魚（サンゴ食魚）は16種（約10%）、サンゴを餌の一部としていた魚は10種（約6%）で、全体の約16%がサンゴを餌としていたことを報告している。また、西表島の樹枝状ミドリイシ類からなるサンゴ群集域での調査でも、全確認種の21%、全確認個体の29%がサンゴを餌としていたことを報告している。チョウチョウウオの仲間などの多くのサンゴ食魚類は、サンゴ枝を突っついたり、その表面をかじったりして、サンゴの粘液やポリプのみを食べるが、コクテンフグやブダイの仲間等は、くちばし状の歯で、サンゴ枝の先端部を5mmぐらい切り取って、骨格ごと飲み込むことも知られている（図I.1-18）。



ミズバチョウチョウウオ（上）、シテンチョウチョウウオ（下）



オニハゲブダイ

図I.1-18 サンゴを餌として利用する魚類

②サンゴがつくりだす立体的構造を生息場や餌場として利用する魚類

サンゴによって形成される立体的構造が魚類の生息空間として利用されることが知られている。佐野（1995）は、西表島の樹枝状サンゴ群集域と対照区として砂地に対照域を各20 m²設けて調査し、サンゴ群集域では平均27種、155個体の魚類が生息していたのに対し、砂地では4種、6個体と圧倒的に少なかったと報告している。

また、サンゴ礁が魚類に対して果たしている役割を表I.1-4に示す5つに区分し、種類数は「採餌場・ねぐらグループ」や「採餌場・隠れ家グループ」が、個体数では「隠れ家グループ」が多くみられるとしている。これらの結果から、サンゴ骨格の複雑な構造は餌となる小動物に対する微細な住み場所や藻類に対する付着基盤を提供するため、多くの餌生物が生息可能であり、サンゴ骨格の立体構造は魚類の生息場所形成において不可欠な存在となっているとしている（図I.1-19）。

このように、サンゴ礁は多くの小動物や小型魚類に餌や隠れ場を提供し、食物連鎖の高次に位置する魚食性の大型魚類が小型魚類を求めてサンゴ礁に集まることにより、水産機能が発揮されている。

表 I.1-4 サンゴの利用タイプからみたカテゴリー分け

区 分	特 徴	魚 種
採餌場・隠れ家グループ	常にサンゴ枝の間やその近くにおいて、危険が迫るとすぐにサンゴの基部に逃げ込む。活動範囲は狭く、採餌場は隠れ家の中やその周辺にあり定住性が強い種類	スズメダイ類の多く、イギス類、ハセ類などの小型魚、中型のハセ類
採餌場・ねぐらグループ	昼間はサンゴ群集域の広い範囲を移動しながらサンゴ枝に住む魚類を含めた小動物や藻類を食べ、夜になるとサンゴ枝の間や基部等で寝る種類	ブダイ類、ニザダイ類、アイゴ類、ペー類（ニシペー属、タビペー属、モリノ属）、チョウチョウ類、ハヤガラ
採餌場グループ	サンゴ群集域の広い範囲をそこに棲む小動物を食べながら泳ぎ回り、夜はサンゴ群集域以外（砂中）で寝る種類	カニハペー属やキューセン属などの中型のペー類
隠れ家グループ	サンゴの少し上に定位し、流れてくるプランクトンなどを食べているが、危険がせまるとすぐにサンゴの間に逃げ込む種類	サンゴ枝に棲んでいない生物を主な餌とする定住性が強い魚で、ネタイスメダイやミジリョウキウスメダイなどのスズメダイ類の一部を含む
ねぐらグループ	昼間はサンゴ礁上の中層や表層を広い範囲に遊泳し、動物プランクトンを食べるが、夜になるとサンゴの間や基部で寝る種類	デバスズメダイなどのスズメダイ類の一部の成魚

佐野（1995）をもとに作成



サンゴ礁の隙間に隠れるアオノメハタ



サンゴ礁内を遊泳するナンヨウカイワリ

図 I.1-19 サンゴ礁を生息場や餌場として利用する魚類

2) 水産業への影響

サンゴ礁海域に生息する魚類を多く漁獲する沖縄県の漁獲量は年々減少しており、サンゴ礁の衰退との関係が指摘されているところである。図 I.1-20 に沖縄県のサンゴ礁域の主な魚介類の漁獲量の経年変化を示す。これによると、ほとんどの種で漁獲量は減少傾向にある。平成 18 年（2006 年）の漁獲量を昭和 61 年（1986 年）の漁獲量と比べると、漁獲量の多い「その他のタイ類（ハマフエフキやその他）」は約 20%に、「ブダイ類」は約 40%に落ち込んでいる。特に、タカサゴ類（地方名；グルクン）は昭和 56 年（1981 年）には 1200 トン以上あった漁獲量が、平成 17 年（2005 年）には 200 トン強に減少した。これは、最近のサンゴ礁の荒廃による影響と乱獲による水産資源の減少（例えば、鹿熊 2004）が原因とされている。

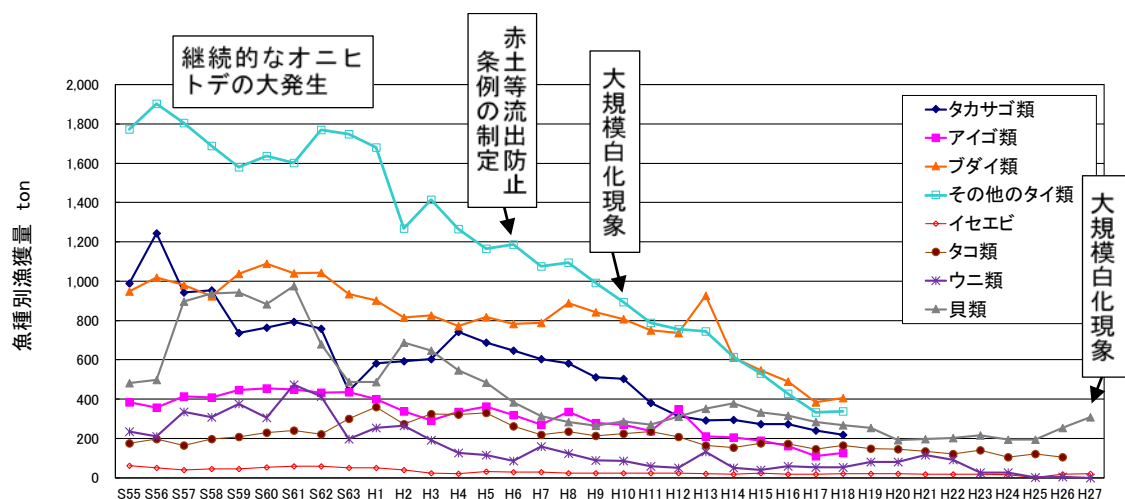


図 I.1-20 サンゴ礁域の主な魚介類の漁獲量推移
内閣府沖縄総合事務局農林水産部(2017)等 をもとに作成

(1) サンゴの減少と魚類との関わり

佐野（1995）は、西表島で樹枝状サンゴ群集域とオニヒトデの食害によりサンゴのつくりだした立体的構造が減少した場所で魚類相を比較している。これによると、立体的構造が部分的に壊れた状態では魚の種類数は65%、個体数は30%に減少し、立体的構造が完全に消滅した状態では生息する魚類の種類数はサンゴが生きていた時の28%に、個体数は8%に減少したと報告している（表 I.1-5）。このことから、サンゴの減少は生息する魚類の種数、個体数の減少をもたらし、特に多くの種類からなるサンゴ群集が作る立体的構造が崩壊した後は魚類の種数や個体数の減少が一層顕著になることを明らかにした。

つまり、サンゴの減少は漁獲対象魚種の減少につながり、漁業にも決定的な影響を与えらる。と言える。

表 I.1-5 樹枝状サンゴの生死および死亡後の崩壊の程度と魚類の種類及び個体数の関係

	サンゴが生きている状態	サンゴが死滅し部分的に立体的構造が崩壊	サンゴが死滅し完全に立体的構造が崩壊
魚の種類/20㎡	34.6 (100%)	22.6 (65%)	9.8 (28%)
魚の個体数/20㎡	218 (100%)	66.4 (30%)	18.4 (8%)

注) () 内の数値はサンゴが生きている状態での種類数、個体数に対する割合を示す。

佐野(1995)をもとに作成

(2) サンゴの減少と漁獲量の関係

沖縄県の漁業を種類別に分類すると、①遠洋・近海・沿岸を漁場とするカツオ・マグロを対象とする一本釣、延縄漁業、②サンゴ礁外の大陸棚で営まれる曳縄（カツオ・マグロ）、延縄漁業（マチ類等）とソデイカを対象とする沿岸イカ釣り漁業、③サンゴ礁の礁斜面及びサンゴ礁域で営まれる刺網、一本釣、大型定置網漁業、④主としてサンゴ礁域で営まれている敷網、小型定置網、採貝、採藻、建干網、追込み網、潜水器、その他の漁業の4つに大別できる。①、②はサンゴ礁の生態系とは独立しているのに対し、③と④の漁業はサン

ゴ礁と深くかかわる漁業である。

サンゴの大規模白化が起こった 1998 年前後 3 年間の漁場区分別の年平均生産量を表 I.1-6 に示す。沖縄県の総漁獲量は年々減少の一途を辿っているが、中でもサンゴ礁域周辺での漁業生産の減少が著しい。サンゴ礁の縁辺部やサンゴ礁内での漁業の割合は、全漁獲量の 1/4 程度を占めているが、大規模白化後の生産量は大きく落ち込み、漁業生産全体に占めるシェアも低下している。

表 I.1-6 サンゴ礁海域の主な魚介類の漁獲量推移（沖縄県）

漁場区分	3ヶ年の平均生産量(トン)			割合(%)		
	92～94	98～00	04～06	92～94	98～00	04～06
1. カツオ・マグロ漁業	14,308	9,747	9,612	52	44	52
2. リーフ外の漁業	5,552	6,249	4,737	20	28	26
3. 準サンゴ礁の漁業	3,422	2,684	1,816	12	12	10
4. サンゴ礁の漁業	4,459	3,277	2,322	16	15	13
合計	27,762	21,958	18,487	100	100	100
3～4の合計	7,881	5,960	4,138	28	27	22

内閣府沖縄総合事務局農林水産部(2010)等 をもとに作成

以上のとおり、サンゴの減少は、魚類の餌や魚類自体の減少をもたらし、さらにはサンゴ礁の立体的構造が消滅することにより、その減少がより一層顕著になることが伺える。それに伴い、サンゴ礁周辺での漁獲量も減少し、水産業に決定的な影響を与えることが指摘されており、水産振興の観点からもサンゴ礁の保全・再生が強く求められている。