

絵画制作のための〈海の無脊椎動物〉の形態と構造の研究

——静物画と生物画を統合する絵画——

1317932 上滝玲子

令和元年度 博士論文

東京藝術大学大学院美術研究科 博士後期課程美術専攻芸術学研究領域

目次

はじめに	1
はじめに 「海の無脊椎動物」を描く	4
1. 絵画制作のための資料収集	12
2. 私の絵画作品の制作について	20
3. 自然科学と芸術	22
第一章 個体の形	24
1. 放射相称形	28
2. 左右相称形	39
第二章 群体の構造	50
1. サンゴの骨格	52
2. フラクタル構造と不定形性	56
3. 群体を作る動物たち	59
4. サンゴ群集の種多様性	62
第三章 海の中の光と色彩	63
1. 色を持つ効果	66
2. 保護色と警戒色	68
3. 水中と光	72
第四章 外骨格と内骨格	74
1. 対比	76
2. 生と死のコントラスト	78
3. 海中時間	82
結論 静物画と生物画を統合する絵画	85
1. 静物画	88
2. 個体を描く	91
3. 群体を描く	97
4. 制作の技法	106
5. 生物画と静物画としての私の絵画制作	111
終わりに	112
謝辞	113
参考文献	114
図版出典一覧	117

はじめに

本研究は、海の無脊椎動物をテーマとした自身の絵画制作とフィールドワークを通して、サンゴ礁とそこに住む様々な生物の形態について考察するものである。

筆者はこれまでスキューバダイビングやスキューバダイビングを通して海中のサンゴ礁を観察し、そこに生きる生物たちの姿やサンゴの作り出す風景を描いてきた。つまり、自然の生物をモチーフにした絵画制作に取り組んできた。

筆者が絵画の中で主なモチーフとして描いているサンゴ礁は、小さなイソギンチャク状の生物が無性生殖で群体になり骨格を形成することで作り出される。サンゴ礁を構成するイソギンチャク状のサンゴ個体はポリプと呼ばれ、一匹一匹が独立した生物でありながら群体としての超個体の性質も持つ。サンゴの作る礁が複雑な地形を生み、多くの生物の生息場所となることからサンゴ礁は海のオアシスにも例えられる。海洋生物たちの生活の場所として賑やかで美しい景色を作り出すサンゴ礁だが、サンゴ同士で夜ごと場所を奪い合う残酷一面も持っている。一見美しく見えるサンゴ礁の構造はその争いの結果ともいえるが、その構造がまた新たな生物をはぐくむ場となるのだ。熾烈な捕食競争と場所の奪い合いという死の濃厚な気配に反し、色鮮やかで美しい熱帯魚が蝶のように舞う海の風景は、絵画制作を促す魅力に満ちている。

修士論文では、サンゴ礁の作り出す造形のイメージ、とくに人の作り出す都市を連想させる骨格の建築と、密集して暮らすさまが腹部内臓の姿とも重なる点について考察した。私は普段から、広く発展する都市の光景と、顕微鏡をのぞき込むようなマイクロな構造感という、相反するイメージをサンゴ礁に重ねながら作品を描いている。本論文ではサンゴの骨格の構造や、自然物のもつ構造・模様のパターンからその造形のもつ魅力に迫るとともに、サンゴ礁を彩る様々な生物にも焦点を当て制作に資せられたらと考えている。

はじめに自作について、海の無脊椎動物をモチーフとした作品を描く上での資料集めとしてのフィールドワークと制作過程についてまとめる。人類が海洋のなかを見る事が出来るようになったのは近代になってからのことだ。海洋生物の存在が当時の人々や芸術に与えた影響にも触れたい。制作においては、実際に海に潜り体験した情報を再構成しまとめながら、観察をもとにサンゴ礁の生物の姿を絵画に再現している。海の中では、同じ瞬間、同じ景色にもう一度出会えることはない。私の絵画は、記録であると同時に実際には起こり得ない環境や瞬間をとらえた、私の中で作られた理想の水槽のような役割がある。

一連のサンゴやイソギンチャクを主題として描いた私の絵画作品は、技法としては全て樹脂の重ね塗りをを用いて制作している。初期には水ガラス(珪酸ソーダ)を用いたが、近年はエポキシ樹脂とアクリル絵の具を使い、キャンバス上に描いている。我々は水の中を見るためには空気の層を挟まなくては行けない。水族館では、水槽越しの景色は歪んで平面的に感じやすいが、海の中の景色は、水の中であることと、水中眼鏡越しであることから実際よりも物と物の距離感が詰まって見える。このような水中と空気中の差異や、絵の中に水中を表現する際に、見る側である人間と海の中とを隔てる水面を自作上では樹脂の層で表現している。また、描写を何層も重ねることで、空間に水という質量が詰まっている様子や、細かい生物同士の重なりなども描くように努めた。

サンゴ礁を主テーマに絵画作品を描いている作家は少ないものの、近年は池田学やダミアン・ハーストなどがサンゴ礁をモチーフにした作品を制作・発表している。彼らはサンゴや海の生き物をどう見て、表現しているのか、自作のテーマを振り返りながら紹介したい。

第一章はフィールドワークを通して出会ったサンゴ礁に住む生物たちについて述べる。特に生物のボディプラン（解剖学的な基本体制）について、主に [本川達雄, 『ウニはすごいバツタもすごい—デザインの生物学』, 2018]などを参考にしながらサンゴやイソギンチャクといった刺胞動物、またウニやヒトデなどの棘皮動物が持つ放射相称形の形態と、私たち人にも共通する左右相称形の生物を対比する形で解説する。放射相称形動物は陸上ではまず出会うことのない存在だ。彼らの多くは水生で、ほとんどすべての種が海中にしかいない。

生物たちの形態の特徴には必ずたどってきた進化の痕跡、今までの暮らしの歴史が刻まれているものだ。海洋生物の形態は周囲が水で満たされている点と、重力による制限から逃れている点が大きく影響している。特に刺胞動物のように、無性生殖を繰り返し増える生物と、左右相称のボディプランを持ち有性生殖する種は運動や生殖といった生物の基本行動に根本的な隔たりがあり、それが外部形態からも読み解ける。

第二章では、サンゴを中心とした群体性の生物が作り出す造形、とくに骨格や全体の構造について、第一章の個体としての構造を踏まえて論ずる。石の骨格を作るサンゴを造礁サンゴと呼ぶが、その中でも特に大きなグループが六放サンゴ目イシサンゴの仲間だ。同じイシサンゴでも場所によって塊状から樹枝状まで、幅広い形態を作ること知られる。拡大してみるとサンゴの個体同士はハニカム構造を作っており、枝分かれにもまたフラクタル構造のような法則性がある。[J・スコット・ターナー, 2007]その一方で、全体像はアメーバ状に広がりサンゴ礁同士の衝突や障害物によって予測できない形状を作り出している。サンゴ礁の魅力は、この美しい構造とそれに相反した不定形の成長の二面性によるところが大きいと考えている。太陽光に頼る生態や、その形状から植物に例えられることの多いサンゴ礁だが、その成長を支えているのは一個一個のポリプだ。サンゴ群体の不定形な成長はサンゴが動物であることももちろん理由の一つだが、陸とは違う環境であること、例えば潮の干潮周期や海流、周辺の生物たちの生態系も無関係ではないだろう。

第三章はサンゴ礁の色彩と海中に差し込む光に注目したい。サンゴ礁の海に潜ったとき、まず驚くのはその色彩の豊かさだろう。サンゴ礁の生物がカラフルなのは、端的に言えば海水が透明だからである。沼地や、アマゾンのように濁った川に住む生物は基本的に地味で、茶色や灰色をしている。そもそも視界不良の場所に住んでいる生物は視力が悪いことが多く、その上鮮やかな色では悪目立ちしてしまうため捕食者に狙われるリスクが高くなってしまいうことから、視界に頼らない生活をしているものが多い。サンゴ礁域では視界がクリアなため、生物たちは逆に視界に頼った生活をしている。貝殻の模様や魚たちの色は同種同士がお互いを見分けるためにあると考えられており、群生するサンゴやイソギンチャクがカラフルな海では、そこに住む生物たちも色彩豊かな方が馴染めるのだ。この章では生物の色や模様について、保護色や警戒色、そして擬態を取り上げる。

第四章では全体を通して考察したサンゴ礁の生物たちの魅力をまとめるとともに、内骨格・外骨格という生物を二分する特徴から海洋生物の生と死について触れる。イシサンゴや貝、ヒトデやウニなど外骨格生物も特徴を持つ生物は、死んだ後もその体が姿をさほど変えずに残るという特徴がある。それに対し、内骨格生物の死は明確な変化とともにある。私たちの身体は、死ぬと間もなく肉が腐り落ち、元の顔

を失った姿になる。だからこそ死体を変わり果てた姿と形容する。死と腐敗は人の死生観や宗教観に間違いなく多大な影響を与えた自然現象であり、仮に人間が死んでも姿を留める外骨格生物だったら今ある葬儀や死のイメージも全く違ったものになったのではないだろうか。

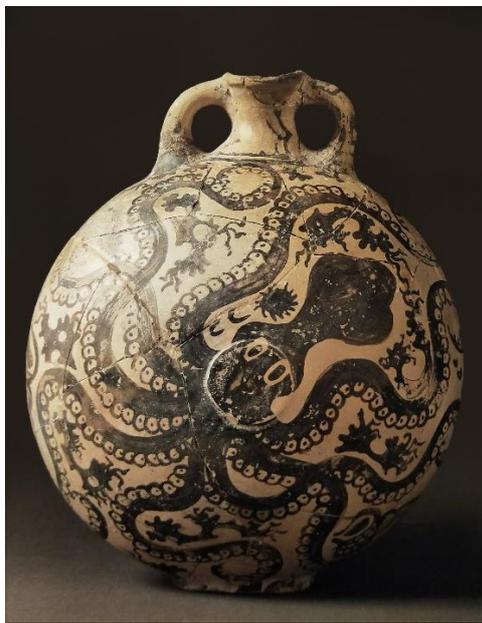
結論では、ここまでで述べた海洋生物の解剖学的特徴や、色模様の成り立ち、そしてサンゴ礁の持つ魅力と共に自作と今後の制作について述べる。サンゴ礁は生物でありながらそうは見えない、モノに近い存在であるように感じられる。彼らの姿は日々変わっているがその動きは緩慢すぎて大木の成長のように掴みづらい。死んだ後もその場に残る彼らを描く私の絵は、動物や風景を描いた絵よりも静物画に近いのではないかと考えている。静物画は死への諦観を促す宗教的なモチーフを描く絵画が根底にあり、時には美しく咲く花などの自然物を描くことでそのはかなさを得の中に示す。生きているときから死体と同じ姿をしているサンゴや貝を描く絵画には生と死の両面を同時に語るものになる。

はじめに

「海の無脊椎動物」を描く

海は人にとって災害を運ぶ畏怖の対象でもあり、豊穡の実りをもたらす恵みの象徴でもある。科学研究の進んだ現代にも、海に対する信仰心のようなものは人々の意識に根付いているように感じられる。人類は約5万年もの間、地中海沿岸に住み続けておりそこで文化が生まれた。海は人類の歴史の中でごく身近にある存在だった。それに伴い、海洋研究自体はギリシア時代から行われてきたが、長い間科学分野として成立するには至らずにいた。地中海の遺構からはタコなどの海洋生物が描かれた壺(図1)などが出土しているが、生物の姿を正確にとらえて描くというよりも、形状の面白さが装飾的に利用しやすいため用いられていたように見える。特に前1700~1100年頃、クレタ宮殿全盛時代といわれる頃の工芸作品は、陶器の文様に自然のモチーフ、植物や動物を組み合わせ描くものが多くみられる。

タコ、オウムガイ、ヒトデなどの海洋生物もモチーフとして非常に好まれたようで、軟体動物の大胆な動きが装飾モチーフになっているものは秀逸だ。これらの陶器は主にクレタ島東部で出土し、「マリンスマイル」の名称で独特の作品群を形成している。[友部直・中村るい, 1997]

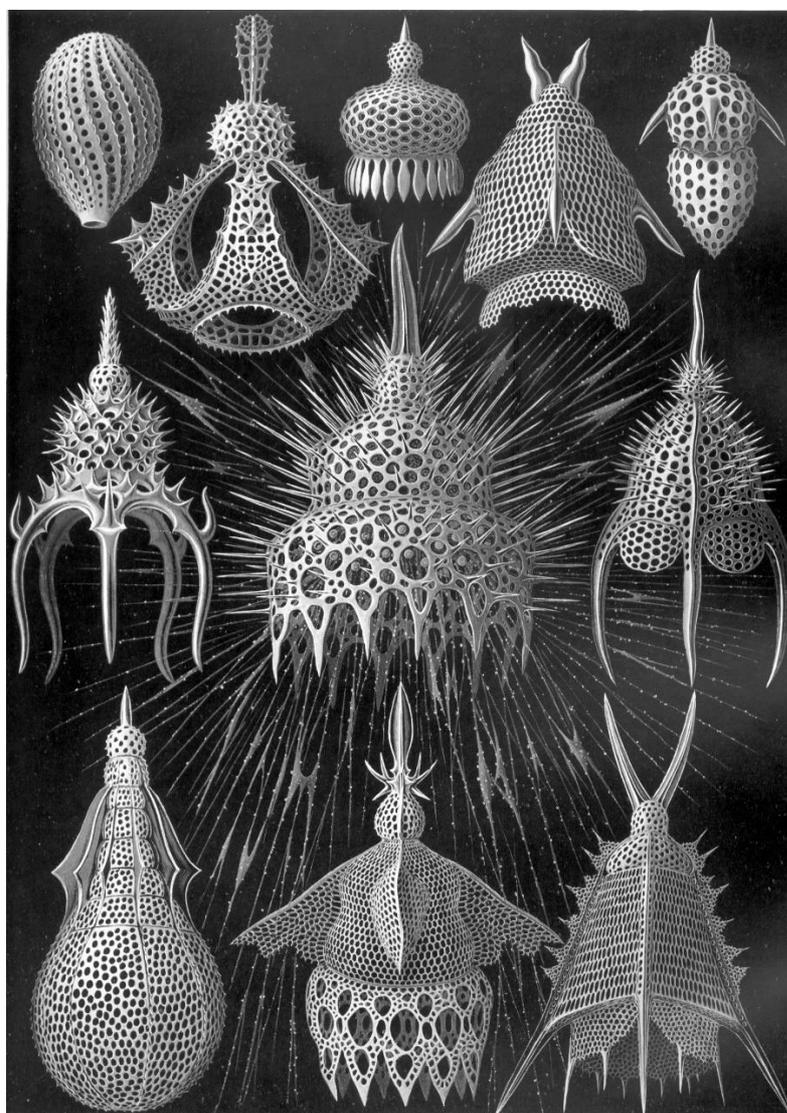


〈図1〉 蛸文双耳壺 前1500~1450年頃、クレタ島出土 ギリシア・イラクリオン考古学博物館

技術の発達に伴い、海洋生物はその姿を知られるようになり、今では写真や動画で簡単に見ることができる。

地球科学の一分野として海洋学が始まったのは19世紀になってからのことだ。当初は波の流れや気象観測など、航海の安全を図ることが主な目的だった。チャールズ・ダーウィンが測量船ビーグル号で南米の生物に出会ったのは1831年から1836年にかけて、その後1851年に『種の起源』を発表する。自然選択説の提唱で知られる彼だが、フジツボの分類や、後述するビーグル号航海中に見たサンゴ礁の構造とその形成過程の研究も行っている。1872年から1876年にチャレンジャー号による海洋観測が行われ、この時、気象や海流、海水温の記録を取り、航海の安全を追求すること目的とした海洋学が初めて学問の形を持った。海洋性生物、特に熱帯地域の生態系の研究が始まったのも近代になってからのことで、学問として熱帯の自然に注目が集まったのは19世紀後半のことだ。大航海時代の幕開けによって、16世紀から17世紀のヨーロッパには様々な生物標本、鉱物などが集まった。「紙の標本」である博物画もこのころから重視されるようになり、17世紀にはイソギンチャクや枝状のサンゴが描かれたものが現れるようになる。

エルンスト・ヘッケル (1834-1919) は、ダーウィンの自然選択説を支持し、海洋生物の仔細な観察を行い図版に残したことで知られる。彼は、出版した『自然の芸術的形態』(翻訳は『生物の驚異的な形態』)で鳥類、カメや地衣類などと共にあらゆる種類のクラゲやサンゴ、貝や幾何学的な殻で包まれた微生物などをおびただしい量の図版と共に紹介している。(図2)中でも執着的とも感じられる描写と図の量を残したのが、珪質の殻を持つ海のプランクトン、放散虫だ。ヘッケルは自然界の創造力・組織力を放散虫の規則的な網目模様の中に見出し、生物の形態や対称性、そして美しさについてこの本の中で説いている。一見すると図鑑のように生物の形態を俯瞰した、客観的な記述と描写の本に思えるが、[フィリップ・ポール, 2016]によると、実際には『自然の芸術的形態』はヘッケルの神秘主義的な世界観と意図を持って編纂されたものだ。単に自然の美しさを賛美するものではなく、生物の形態に秩序があるという主張を裏付けるデータとしての図版であるため、ヘッケル自身の恣意的な解釈を疑う必要がある。ただ一方で、彼が描き紹介した未知の生物たちの姿は、どんなに小さく下等とされる生き物にも、奇妙でありながら壮麗な姿形を持っている。ヘッケルが、「芸術的な魂」が生物にあるという結論に至ったのも想像にたやすい。



〈図 2〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 31 〈放散虫類—キルトイデア

芸術において、自然は尽きることないイメージの源泉であり、生物の持つ奇妙な、あるいは美しい形態、人間には作り出せない雄大な景色は度々物語や芸術作品のモチーフになってきた。人間のイマジネーションを超える奇妙な生態・形態の生物や風景も少なくない。特に海洋生物は、重力の制約を受けないという点で陸上よりも自由な形態を許されているように見える。人をはじめ陸上生物は基本的に陸という面の上、二次元で生活するという原則がある。我々陸上生物の形態は、豊富なようであるが基本的に前後左右に適応するという原則に沿っており、水平移動に対応したものだ。ヘッケルの憑りつかれた放散虫や、後の章で取り上げる様々な海洋生物が生きる世界は海水に満たされた3次元であり、重力の制限が極端に低い。この空間こそが放散虫の美しい骨格や花のような放射状の形態を持つ生物たちを育てている。海中を漂う生物たちにとって陸上のような上下左右は存在せず、運動方向を支持するものは何もない。微小な彼らの存在を発見し、その形態を観察する事が出来たのも19世紀の自然科学の発達によるところが大きい。

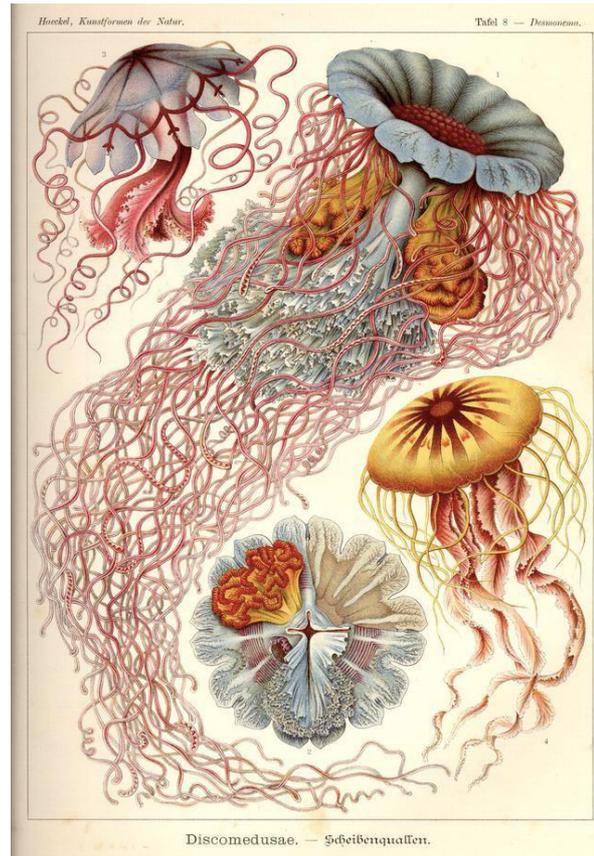
フランスの建築家・デザイナーのルネ・ビネはパリ万国博覧会の入り口の門を制作する際ヘッケルの描いた放散虫の図版からデザインを起こしている。(図3)また、家具のアルヌーヴォー調のデザインにもヘッケルの描いた刺胞動物の図に影響を受けたことを認めている。[イレネウス・アイブルーアイベスフェルト, 2009]



〈図 3〉 ルネ・ビネの設計した 1900 年パリ万国博覧会の入場門



〈図 4〉 エミール・ガレ《クラゲ文花瓶》、1900～04年、北澤美術館



〈図 5〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 8 〈鉢クラゲ類〉

ガラス工芸家として著名なエミール・ガレは哲学や植物学、鉱物学など多岐分野に関心を持っていたことで知られる。彼の作品は植物や昆虫など生物を主題にしたものが多く、中でも海の生物をモチーフにした作品には『自然の芸術的形態』からの影響が明らかだ。(図4)彼自身、「海洋学は千夜一夜物語の魔人のように、地上の人々を腕に抱え込んで、青い宮殿へと誘ってくれるのです。……深海に潜る海洋学者は、海の七宝螺細ともいえるめずらしいものたちを写生して、芸術家に見せてくれます。」と語っている。[鈴木潔, 2005]

アールヌーヴォーは元々、産業革命による工業化・機械化と、それに伴う粗悪な製品の大量生産から装飾芸術、伝統的な手工芸の復活を目指すアーツアンドクラフツ運動に端を発し、美術作品における模倣からの脱却を目指す芸術家たちによる営みである。新たな表現、モチーフを自然のなかに探し求める芸術家たちが海洋生物の独特の形態にモチーフとしての魅力を見出したことは何ら不思議ではない。自然科学、博物学の進歩がガレの芸術に寄与したところも決して小さなものではなかった。[鈴木潔, 2005]

とりわけ層を重ねて深みを出した色味や、ガラスに彫刻を施すグラヴェール技法など新しい技法を日々模索するガレの姿は当時の海洋研究の発展とも重なる。ヘッケルの図版の多くはリトグラフによる多色刷りを用いており、色ごとに版を重ねて形を描き出す工程は、用いる技法や材料は違えどガラスに着彩する工程に近いものがあつたのではないだろうか。

透明ガラスの素地に失透現象を起こすような化合物を入れることで、ガラスを錆色に曇らせたり濁らせる効果を出す“パティネ”や、あらかじめモチーフの形に切った薄ガラスを本体に接着し冷却後にグラ

ヴェール技法で細部を整える“マルケトリー”(ガラス象嵌)はガレが特許を取得している。[鈴木潔, 2005] グラインダーでガラス表面を研削して文字や文様の彫刻を施すグラヴェール技法は草木や動物の姿を立体的に掘り出すほか、まだ熱いガラスの塊を部分的に溶着し成型する“アプリケーション”などと合わせて用いられることも多かった。

ガラスというと透明なものというイメージがあるが、ガレの作品はその繊細な色彩への追求から色ガラスや金属を重ねる工程を重ねるものが多くなる。ガレの探求の結果ガラスは不透明になっていき、とくにマルケトリーの登場によってその地位を確固たるものにしたと言える。[フィリップ・ディエポー、鈴木潔(監修), 2004]マルケトリーは重ねられた素地とグラヴェール技法による文様とが独特の効果をもたらすが、技術的に難しく制作途中の破損も多かったという。この技法によってガレの見た、あるいはイメージした自然の姿、色彩豊かな光景をガラスで再現することが可能になった。ガレは当時の近代的な道具を用い、新しい技術、新たな技法を使いながら陶器・ガラス・木工と三つの分野で自らの芸術を作り上げている。アールヌーヴォーの時代にあって、伝統的なスタイルの模倣や折衷と合わせて古典に根差しつつ、常に変化する新しい作品を作り続けたのは彼自身の探求心と科学技術の進化・自然科学の発見によるところが大きい。

海洋性無脊椎動物の色や形態、芸術的なモチーフ足り得る魅力はこの時に発見されたと言っていいだろう。しかし現代では、当時に比べてはるかに容易く海の生物を観察・記録できるにもかかわらず美術モチーフとしての扱いは少ない。

近年発表された、サンゴ礁自体が主題ではないもののモチーフとして登場する有名作品として、ダミアン・ハースト(図6)と池田学(図7・8)の作品を取り上げたい。両者に共通するのは、サンゴ礁というモチーフが過ぎ去った時間の経過を表している点である。

ハーストが2017年自身の個展で発表した作品群は多くがサンゴや貝などの海洋性無性対動物に覆われた状態を模している。[Treasures from the Wreck of the Unbelievable]と題された展示は、その名の通り難破船から引き揚げられた財宝の数々を展示している、という虚構の展示だ。長い間難破船に眠っていた財宝の数々である展示物と、さらにその引き上げ作業を撮影した映像記録で構成された展示は、一見いかにも過去の遺物が発見されたかのように見える。海の底に沈んでいたであろう彫刻や装飾品はいかにも古代ローマの作品群だが、その中に、ミッキーマウスやトランスフォーマーのおもちゃといった「ありえない」異物が現れることで、観客は難破船の財宝というのが巧妙に作り込まれた嘘だと気づく。

さらに、この展示の会場は水の都として知られるベネチアである。海中に沈んだ過去の人類史を掘り起こす研究分野として水中考古学があるが、海に囲まれたイタリアでは実際に海中から古代の遺物が見つかる環境であることも、ハーストの大掛かりなウソをよりリアルに魅力的に見せているように感じられる。

池田学の作品は、大きなキャンバスに沈没船をサンゴ礁や生き物が取り巻く様子を描いている。162 cm×162 cmはこの絵が発表された公募展の規格である100号サイズに収まる最大のものを用いており、その大きな画面を最大限に使う形で描かれた戦艦は真正面の構図も手伝って顔のようにも見える。緻密に描かれた絵は、遠目には大きな戦艦だが、近づくとその表面をサンゴ礁や海藻が覆う生物の楽園だ。

戦艦という武骨な人工物が近づいて見ることでその印象をガラリと変える。巨大な一枚の絵画だが、その中に場面ごとのストーリー性があり、遊び心を感じさせるキャラクター達をつい追ってしまう。

彼らの作品に通じるのは、モノが死んでいることを表すためにサンゴ礁がある点だ。船は女性名詞で語られ、真正面から見た姿には顔に通じるものがある。巨大な船は人々の生活の場・一種の街でもあり人工的な島に近いが、同時に大きな鯨にも似た生き物じみた存在感がある。またハーストの作品に登場する銅像の様に、人をかたどったものは生き物のように感じやすい。ミッキーマウスやトランスフォーマーといったおもちゃやシンボルもまた、生命のないものと分かっているながら生き物ののように扱われている存在だ。ここに登場するものは皆、生き物ではないが役割のために人格を与えられており、そしてその役割を終えた姿が展示されている。モノの死を強調するために、生物であるサンゴ礁は時間経過を訴える役割をしており、サンゴや貝の存在が死体に沸くウジのように死を証明している。

しかしサンゴ礁の生物多様性を知っている者には、海底に沈んだ彼らの周りには大量の生物が暮らす豊かな環境があったことが想像される。逆に、モノであった財宝たちが、生命を持ったようにも見えるのだ。池田学の作品はまさしく〈再生〉がタイトルになっている。立派な戦艦は役割を終えて久しく、漁礁として生まれ変わった姿である。モノの死を描いた作品だが、同時にモノが生命を得た姿でもあるのだ。

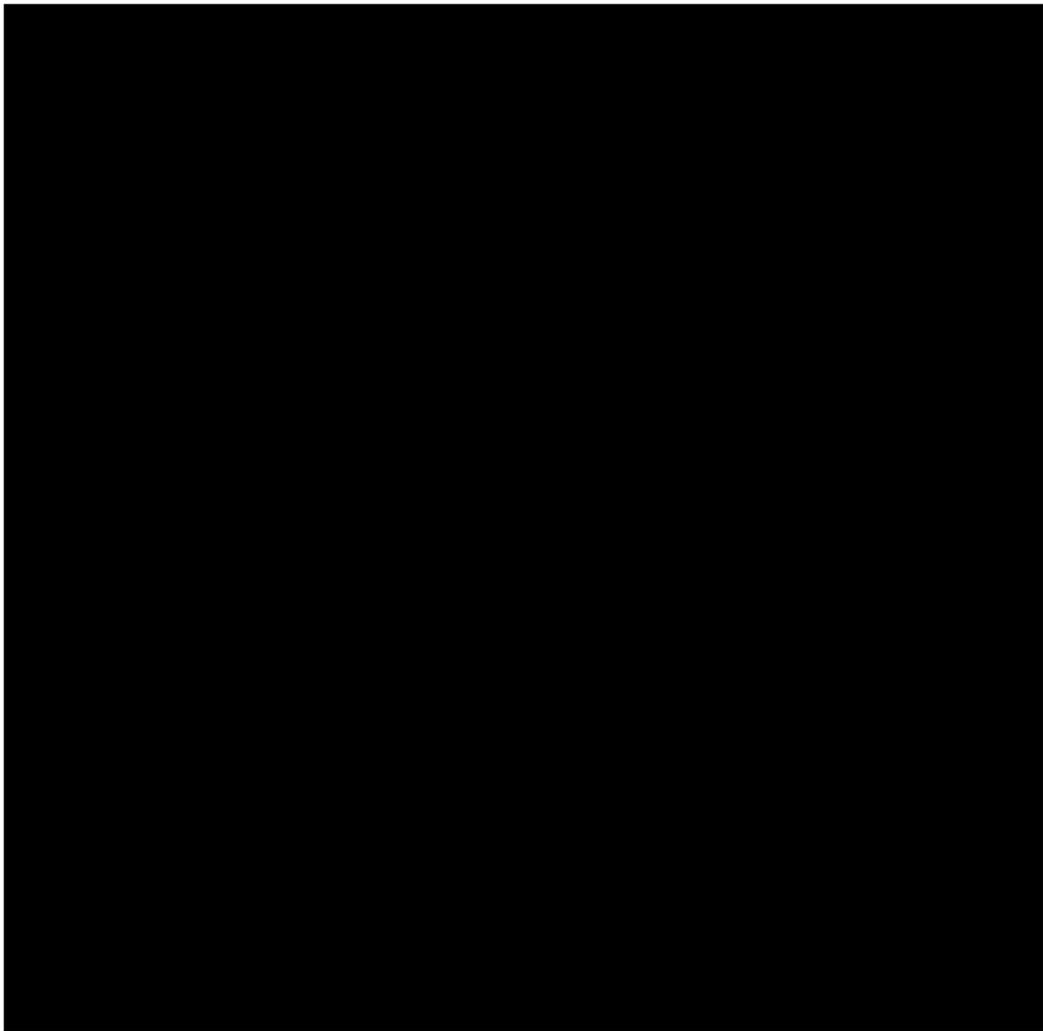
小笠原諸島でダイビングした際、第二次世界大戦で沈められた貨物船や軍需輸送船が多く沈んでいた。父島は防衛要塞として司令部がおかれたことから戦跡がおおく、小笠原諸島周辺には100席以上の沈没船があるという。海に沈んだ船は今ではすっかり生物に覆われている。サンゴや海綿、ホヤなどが表面を覆い、人工物の面影を残しつつ自然の一部に取り込まれていく。

動かない動物であるサンゴや海綿類に覆われて時を過ごす人工物の姿は、森の中に打ち捨てられた廃墟や朽ちていく廃車に近いものがあるが、海と陸で違うのは海洋生物にとってこのような人工物はむしろありがたいものになるという点だ。小笠原諸島の廃船やサイパンに残された戦争遺構は、今となってはその構造のおかげで漁礁として賑わっている。サンゴ礁の複雑な地形が生態系を育むように、海中に沈んだ人工物の構造は生物の隠れ家や新たなサンゴ礁を育む足場として重要な土台の役目を持つのだ。ここでも見えてくるのはモノとしての死と、美しい生物多様性という対比構造である。



〈図 6〉 ダミアン・ハースト 〈Bust of the collector [Treasures from the Wreck of the Unbelievable]〉 2018
撮影・布施英利

ハーストの作品もまた、銅像に人の姿を重ねてみる人にとっては死体の図であり銅像をただの物として見る人にとっては生命が宿った姿だ。もとの用途や鑑賞の規則から外れている、彼らは銅像としては死んで、岩礁として生き物に囲まれて暮らし、引き上げられた今の姿はどちらにも属していない。



〈図 7〉 池田学 〈再生〉 2001,浜松市美術館蔵



〈図 8〉 部分

1. 絵画制作のための資料収集

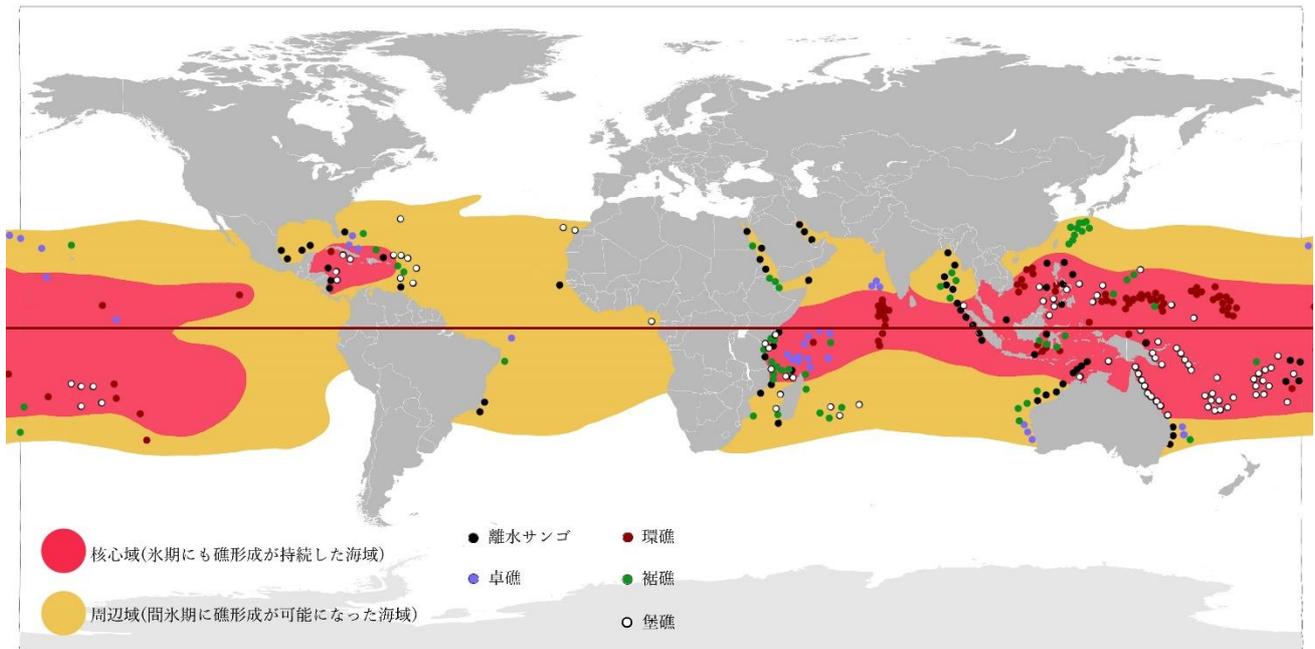
海中は魅力に満ちたフィールドであると同時に、本来人間の立ち入ることのできない危険な領域でもある。私自身は資料収集が主な目的であるものの、ダイビングそのものも楽しんでいる。それでも、特に水深40メートル近い深場や、光の入らない洞窟などに入る時は、恐怖と興奮に心臓を締め付けられるような感覚を覚える。普段当たり前に行っている呼吸や空気の軽さ、そして水から上がった瞬間の自分の身体の重さは、ダイビングをしなかったら生涯意識しなかったかもしれない。

ダイビングの際には資料集めのために水中カメラを利用している。この章で紹介する写真はだまかに風景とポートレートに分けられる。絵画を制作する際、構図を組むときの参考にしている地形や風景の写真と、生物の形態や色を記録するものとして撮影したものがある。制作する絵画は基本的に写真に撮った風景を描き移すのではなく、要素を抜き取り画面上に構成して描いている。資料として撮影するのは主に様々な形態を持つサンゴで、枝状に植物のように広がるものもあれば腹部内臓を思わせる塊状のもの、細長い紐状に伸びたものなど、興味は尽きない。そのサンゴ礁と共に暮らす生物たちもまた、独自の模様や形態を持っている。サンゴ礁が地球上の海域に占める面積は僅か0.1%~0.2%ほどだが、全海洋生物の25%がサンゴ礁と関わりながら生活しているという。[本川達雄, 1992]陸上では熱帯雨林が多く種の集まる生物多様性の高い場所として知られるが、海の場合はサンゴ礁がそこに当てはまる。

水中では光が吸収され、澄んだ海水でも水深10mまで潜るとそこに届く太陽光量は地表の16%まで落ちる。潜っているダイバー本人は目が慣れてそれほど暗さを感じないが、カメラは暗いとピントを合わせる事が出来ない。そこで写真を撮る際にはライトやストロボを使うことも多いので、写真によっては色味などが全く違って見える。また、水中で光が拡散・吸収されることによって影が出来にくいという特徴もある。海中では赤い色味は減退するため、生物の色味は写真に撮っても正確とは言えない。水中の青みがかかった色味が海中風景としては正確な色であるものの、生物の身体の色としては空気中で見る時とは明らかに違うことが少なくない。図鑑に描かれる生物は大抵空気中に置かれた姿だが、本来海中にいる生物を大気中に引っ張り出して見た色は正確ではあっても自然ではないと私は考えている。生物単体を写真に撮るときは、ライトなどを当てて色が分かるようにとることが多いが、絵画の中に描くときは水深と色の減退を意識して描いている。

私が絵画の主なモチーフとして描いているサンゴ礁とは、熱帯・亜熱帯域に生息するサンゴが創り出す骨格が積み重なった岩礁を指す。(図1)サンゴは刺胞動物に属しイソギンチャクやクラゲに近縁の動物で、その中でも群体を作り海底に生活するものをサンゴに分類している。その中で、石灰質の骨格を持つサンゴを造礁サンゴといい、骨格を持たない非造礁サンゴ、ソフトコーラルと呼ばれる種も存在する。

造礁サンゴは分類学上の名前ではなく、刺胞動物の内では海底に定着し礁を形成するものを指している。その中でも大部分を占めるのはイシサンゴ目に属するもので約100属、800種類が確認されている。このうち日本に生息するのは約200種類程度で沖縄県から九州南部の島々に広く分布している。本州では千葉県館山沖に生息するものが北限と確認されており、礁を形成しないソフトコーラルも多く生息する。日本は地理的にサンゴとサンゴ礁の分布の北限に当たるが、黒潮の流れによって同じ緯度の他地域に比べ多くのサンゴが分布している。また、日本国内でも小笠原諸島は唯一オセアニア気候に分類される特殊な環境で、固有種の多さでも知られる。ここでは資料として撮影した風景や生き物たちを紹介したい。



〈図 9〉 サンゴ礁の分布 [日本大百科全書, 2001] [V.Mladenov, 2015]を参考に作図

サンゴ礁の生態系が形成される場所は限られており、カリブ海、インドネシアの島々、紅海、オーストラリアの北東と北西の沿岸部がサンゴ礁の主な生息場所として知られている。 [V.Mladenov, 2015]

サンゴ礁は大まかに裾礁、堡礁、環礁の三種類に分けられる。海岸部に接するサンゴ礁を裾礁といい、日本のサンゴ礁のほとんどはこれにあたる。礁が島を囲み、防波堤のようにになっているものを堡礁、中央に島が無く礁のみがある場合を環礁と呼ぶ。

前述したダーウィンのサンゴ礁と地形の研究はこの三種の礁がどのように形成されるかを予想したものだった。サンゴは浅い海に形成されるため、初期には島の裾野に根付き発達する。サンゴ礁の上にさらにサンゴ礁が形成されることが繰り返されるにつれて、裾野は広がりサンゴ礁は浅い海域を広げていくが、それとは反対に地盤沈下や海面の上昇で島自体が沈んでゆく現象が起こる。サンゴは上に成長できるので沈まずに残るが、島とサンゴ礁の間には礁湖と呼ばれる海域ができ、サンゴ礁が島をぐるりと取り囲むようになる。これが堡礁と呼ばれる状態で、とくに有名なのはオーストラリアのグレートバリアリーフだろう。漢字表記で大堡礁と書くサンゴ礁地帯で、2300 kmに及ぶ長さに 600 種を超えるサンゴが生息している。島が完全に沈んでしまうこともある。火山島の沈降はプレート運動によって起こり、熱帯の火山島の周りにサンゴ礁が形成された場合、礁と礁湖のみを残して島が沈んでしまうことがある。 [中村庸夫, 2012]海洋プレートの運動が知られていなかった時代、この環礁は島が存在しない中どのように形成されるのか謎に包まれていた。環礁はまわりが深度 5000mに達するような深い海の上に形成されることも珍しくない。本来島の周りなど浅い海域にできるはずのサンゴ礁が突然海洋に登場したように見えるのだ。この環礁を含めサンゴ礁の発達段階を統一的に説明したのがダーウィンの沈降説である。この説が正しいと分かったのは 1952 年のことだ。ビキニ島とエニウェトク島で行われたボーリング調査は 1400mもの深さに及び、この調査によってサンゴ礁の堆積とかつてここに火山島があったことが証明された。 [本川達雄, 2008]海面は上下するため、環礁が隆起して島になることもある。地盤沈下で島が沈むこともあれば、逆に上昇することもあるのだ。日本では南大東島や北大東島が隆起環礁の島として知ら

れている。もともと環礁だった面影は、今も島の中央が低く外周が小高い地形となって残っている。

海洋は地球上の七割と多くを占めるが、生物が多く生息する地域は限られている。大洋の大半は陸地という砂漠に等しく、生物が生活していくには難しい環境だ。その中でサンゴ礁はオアシスのように生物たちが集まる環境を作っている。



〈図 10〉 国内ダイビングポイントマップ 筆者作図

沖縄本島と離島

沖縄のダイビングポイントは本島だけでも数えきれないが、ここでは特にサンゴ礁が美しい水納島や瀬底島の風景を紹介したい。隆起したサンゴ礁が島になっており、一面サンゴに覆われた『お花畑』や『ラビリンス』と呼ばれる海中洞窟が有名なポイントとして挙げられる。後の章で詳しく述べるが、サンゴ礁の成長には日光が大きな要素となっている。基本的には水深 30m 程度までの浅い海に多く生息しており、植物と同じく日光を効率よく浴びつつ、波や潮流に耐えられる形に成長する。水納島・瀬底島周りのサンゴ礁は水深 3m から 5m 程度の浅瀬に広がっており、水納島周りは地形に立体感があり起伏に富んだ礁を形成している一方、瀬底島周りは面を塗りつぶすように礁が広がっている。粟国島では 5 月半ばから 6 月の半ばにかけてギンガメアジが群れを作ることで知られている。まわりの離島から離れた個所にあることもあり、海流の関係から流れが急で深度もある。慶良間諸島は大小合わせて 36 の島々からなり、うち有人の島は 5 島のみである。沖縄本島から西に約 40 km の沖合に位置し、日帰りで行ける離島ダイビングスポットとして知られる。2005 年にはラムサール条約の登録地となっており、2014 年に諸島及び周辺海域が国立公園に指定された。その海の美しさから世界屈指のダイビングスポットとして知られる。

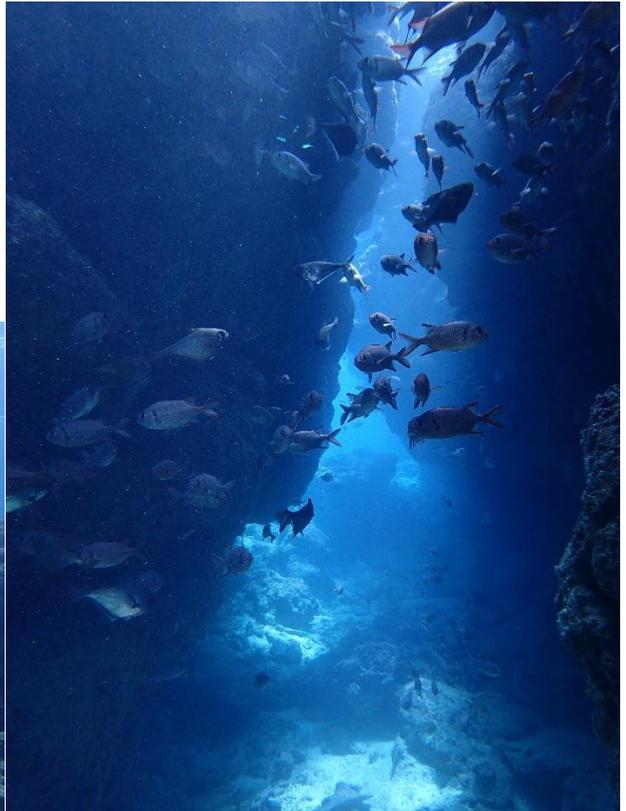


〈図 11〉 瀬底島 筆者撮影

瀬底島の浅瀬に広がるサンゴ礁。潮の満ち干きなどで露出しない程度の水深に多くのサンゴが群生するため重なり合って成長している。成長の負けてしまったサンゴは日陰になった部分が死んでしまう。



〈図 12〉水納島 筆者撮影



〈図 13〉瀬底島 筆者撮影

サンゴ礁は石灰質で隙間が多く、サンゴ礁が隆起した島では洞窟が形成されやすいため、沖縄をはじめサンゴ礁地域には鍾乳洞のような洞窟が多い。先述したように海水面の上下によって島はサンゴ礁の部分が島として陸地になることも珍しくない。瀬底島のような海底洞窟は海水面が低かった時代に陸上に露出し、雨水などの浸食によって出来たものが、その後の海面上昇によって沈み海底洞窟となったと考えられている。



〈図 14〉栗国島・ナポレオンフィッシュ 筆者撮影



〈図 15〉栗国島・アジの群れ 筆者撮影

ギンガメアジがここに集まるのは産卵のためのペアを見つけるためで、大量に集まったアジが渦を巻くように泳ぐ。ギンガメアジは体長1m近くに成長する大型魚で、このポイントではさらに大きいロウニンアジやイソマグロの群れ、カンモンハタなどの姿も見られる。



〈図 16〉 慶良間諸島・タイマイ 筆者撮影

ケラマ諸島周辺はサンゴ礁にやってくるウミガメとの遭遇率が高く、今回はサンゴ礁の上に乗って休む姿を間近に見ることができた。タイマイは主にカイメン類やサンゴ、サンゴ礁の隙間に住んでいる甲殻類を捕食するため、慶良間諸島の様にサンゴ礁の豊かな海でよく見る事が出来る。



〈図 17〉 慶良間諸島・ウツボ 筆者撮影



〈図 18〉 慶良間諸島・ウミシダ 筆者撮影

今回訪れた渡嘉敷島周辺は水深 50～60 メートルまでも見渡せる透明度を誇り、「ケラマブルー」と称されている。この地域では日本で確認されているサンゴの内約 6 割、約 250 種ものサンゴが棲息することから、様々な生物との出会いを求めて世界中からダイバーたちが集まる。隙間の多いサンゴ礁の構造は生物の隠れ家として機能する他、タイマイの様にその生物を目当てに集まるものもいるため、結果的に豊かな生物多様性を育んでいる。

東京都 小笠原諸島

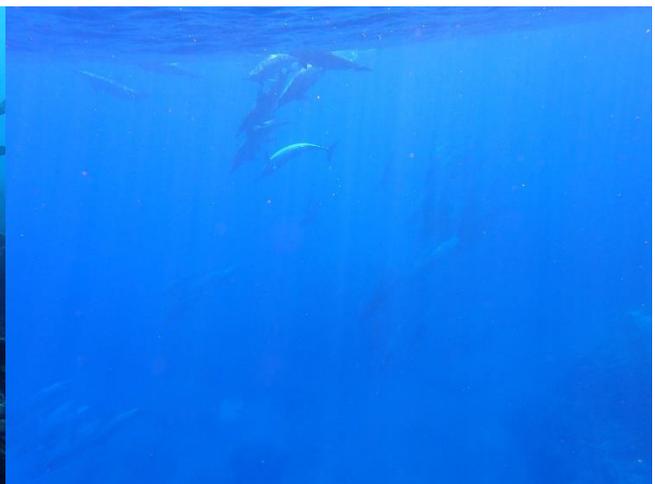
小笠原諸島は東京の南南東約 1000 kmの海上に 30 余りの島々から構成される。島の形成以来陸地と隔絶していたため独自の生物が多く生息しており「東洋のガラパゴス」に例えられる。島々の各地で第二次世界大戦の名残を見て取れる。沈められた貨物船などがそのままの姿で海底に残り、ダイビングポイントになっている個所も多い。特に『雲海丸（バラ沈）』や『利根川丸』は水深の浅い場所に沈んでいるため、船の上からでも水底の廃船が確認できる。沈没船は魚たちにとってはいい漁礁に、サンゴやイソギンチャクにとっては付着するのにいい足場となるため、今では豊かな生物相の土台になっている。



〈図 19〉雲海丸 筆者撮影



〈図 20〉兄島近く 筆者撮影



〈図 21〉イルカの群れ 筆者撮影

島々の周りではイルカやクジラの回遊が見られる。島全体が漁礁となっているためか、魚を追って泳ぐイルカに遭遇することも多い。

静岡県 南伊豆

黒潮に乗って熱帯地方から関東近郊まで流れてくる熱帯魚は、寒い本州の海では冬を越せないため死滅回遊魚と呼ばれる。よく観察されるのは伊豆半島、神奈川の家や千葉の館山などで、温かい時期にだけ南国の魚たちの姿が見られる。この仲木でも、まるで熱帯地方のような魚群が見られる。



〈図 22〉 海綿や海藻に覆われた岩肌 筆者撮影



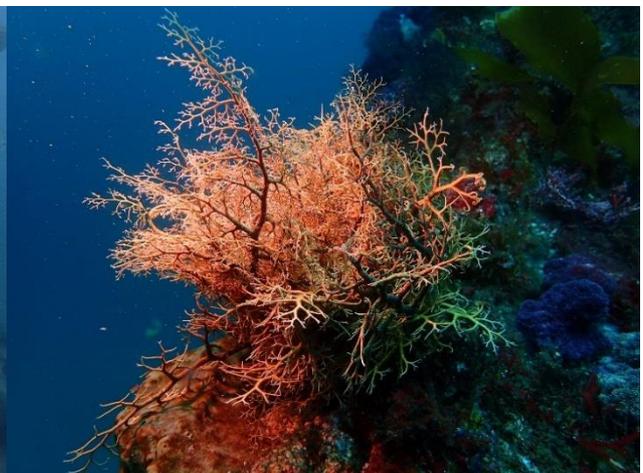
〈図 23〉 ウミヤギ 筆者撮影

千葉県 館山

厄介者扱いされているサメだが、ダイバーたちの間では人気者で、この館山・伊戸はそこに目をつけてダイビングポイントとして整備された。定置網にいたサメがこちらに誘導してうつされており、常時100匹以上のサメが水深20m程度の海底に群れを成している。



〈図 24〉 ドチザメとマダラエイ 筆者撮影



〈図 25〉 テヅルモヅル 筆者撮影

2. 私の絵画作品の制作について

自然の中で見つけた生き物を即座に同定することは難しい。図鑑を持ち歩けるならまだしも海の中ではそれも出来ない。写真を撮って後で調べようにも、膨大な数いる生き物から何をヒントに調べればいいのかわからない。このような経験のある人は少ないだろう。私自身、最近によく見る馴染の生物は大体名前が分かるようになったが、海に潜り始めたころは大量に群れを成している魚が何という名前なのか、何の仲間なのかも分からなかった。ところが一度名前を覚えると、今度はその姿を意識して探すようになる。道端の雑草も名前を知るとその時から雑草ではなくなる。ただ沢山いた魚やよくわからない生物も、その名前を知ると途端に存在が世界から浮き上がってくるように感じる。

風景にまぎれた昆虫や石を探すとき、最初の一匹を見つけるまでに苦労したのに反して一度見つけると二匹目三匹目が立て続けに見つかるという経験はないだろうか。

ニール・シュービンが著書『ヒトの中の魚、魚の中のヒト』の中で、著者が延々と続く砂利の中から化石を探す描写がある。ほかの研究者たちは毎日大量の化石を拾ってくるのに、著者は何も見つけられない。まわりに聞いてもただ見ろ、観察しろとしか言われず、心が折れそうになった時、すぐ足元の砂利の中に沢山の化石があることに気が付くのだ。それまでただの細かな石にしか見えなかったものが、一度化石だと“見える”ようになると今までなぜこの存在に気が付かなかったのか、不思議なほど目に入るようになるという。「まったく突然、砂漠が骨で満ちあふれて見えた。それまで岩にしか見えなかったところで、私はいまや、化石の小さな欠片や断片をいたるところで見ている。まるで、特別な新しい眼鏡をかけ、さまざまな骨のすべてにスポットライトが当たっているかのようだった。」 [ニール・シュービン, 2013]

何かを観察し、膨大な情報の中から探す作業をしたことのある人には似たような経験のある人もいるのではないだろうか。私はこのエピソードを読んだとき、子供のころに熱中した昆虫採集を思い出したが、同時に、砂利の中に化石を見つける研究者の目線はモチーフを見つめる画家の視線に近いものがあると感じた。私たちは普段、自分で思っているほどまわりのものを見ていない。絵を描くとき、モチーフを見つめる時間が長くなればなるほどそのことを実感する。もうこれ以上描く事が出来ないと思った矢先に、新たな一面に気付かされたりする。砂利の中に化石を見つけてしまうのだ。何度も見たはずの景色の中に、見落としていたものの存在が途端に浮き上がってくる瞬間が必ずある。一度気が付くともうその存在は無視できるものではなくなり、どうしても意識がそちらに向いてしまう。

私にとってのサンゴや共生する小さな生物たちも、もともとは風景の一部だったが、その存在に気が付いてしまっただけからはもう背景に戻せなくなってしまった。一塊に同じように見えていたものだったのに、今は彼らがそこに存在していることを知ってしまったのだ。何物でもない存在だったはずのもので、名前が付くともう意識せずにいられない。



〈図 26〉 作品（部分） 筆者撮影

一連のサンゴやイソギンチャクを主題として描いた作品は樹脂の重ね塗りを用いて制作しているものが多い。初期には水ガラス(珪酸ソーダ)を用いたが、去年の作品以降はエポキシ樹脂とアクリル絵の具を使い、キャンバス上に描いている。基本的には奥にあるものから順に、薄く描いては重ねるを繰り返すことで密集する生物の層と画面の表面にまで詰まった水表現するものだ。我々が水の中を見るためには空気層を挟まなくてはならない。絵の中に水中を表現する際に、見る側である人間と海の中とを隔てる水面を自作上では樹脂の層になっている。

層が重なるにつれて先に描いた部分を隠して、塗りつぶしてしまうことが珍しくない。生き物の姿が別の生き物の姿に遮られてしまったり、海流が変わってイソギンチャクが被さってきたりすることは海に潜っていても珍しいことではなく、シャッターチャンス逃してしまうこともあるが結果的に面白い構図が見つかったりもする。また、サンゴ礁というモチーフの特性として時間の重なりがその景色を作っていることがあげられる。礁は多くの生物が集まり、積み重なることで出来上がった風景であり、今見えているものの中にはかつて生きていたサンゴ礁の骨格が眠っている。サンゴ礁や貝など、外骨格が残る生物は、死んだ後もその姿が残るため次の世代に利用される。サンゴ礁の成長は決して早いとは言えないが、環礁の成長に見られるように膨大な時間をかけて1000m以上の堆積を作ることもある。加えて陸上とは違い、重力の制限が弱い海中ではサンゴの成長も3次元的になり、独特の地形を生む。水中という陸上とは違う重さの重なりと、少しずつ積み上がって構造を作る時間の重なりは海中を描く上で無視できない。

3.自然科学と芸術

先述したように自然科学が海洋生物の姿を明らかにしたのは19世紀のことだが、それ以前、16世紀から17世紀にかけて、大航海時代の起こりによってヨーロッパには外国からの珍しい植物や動物が持ち込まれた時代がある。海洋ルートの開拓と新大陸の発見によってもたらされた異国の品々や動植物は王族貴族のコレクションとなりアーティストのモチーフとなった。(図18)世界中から集められた珍品を収めたクストカンマー(驚異の部屋)は15世紀のイタリアで作られたのが始まりとされているが、16世紀にはドイツに広まると学者や文人の間でも作られるようになり、今日の博物館・美術館の土台となったことで知られる。[小宮正安, 2007]



〈図 27〉 アンドリス・ファン・ブイセン「自然の美しいものの陳列棚」

リーバイス・ヴィンセント『Her Wondertooneel der Natuure 自然のふしぎな劇場』1706年の口絵

アムステルダムに裕福なテキスタイルデザイナー兼商人だったレフィヌス・フィンセントのクストカンマーを描いたもの。テーブルや右側の壁に並べられたケースの多くには昆虫標本が入っている。

[スーザン・オーウェンズ, 2017]

私たちが現在考える科学が誕生したと云ってよいのは19世紀に入ってからのことだが、その下地はこのクストカンマーの文化の頃から育まれていた。初期のクストカンマーは王侯貴族の権威の象徴としての役割が大きく、そののちの17世紀、18世紀に様々な標本を作らせ、自然の驚異を集めさせたのは人々の自然科学への興味の高まりでありこそすれ、当時の生物学や化学は美学や哲学を含んだアプローチが主流だった。世界にあふれる自然の造形やその美から、神の創造した自然界を理解しようという試みである。驚異の部屋はそうした神話的世界観の表現を担っており、神の御業を伝える装置として

の側面が強かったものと考えられる。[ジョアンナ・エーベンスティン, 2017]その頃に台頭した芸術家の作品には自然科学への関心が伺えるものが多いが、モチーフの扱いは宗教的・象徴的な側面が強い。

19世紀は自然科学への関心が民衆に広まり、さらに鉄道の敷設により人々の移動が容易になったことから自ら海や山に赴き標本を収集する博物学が一般的な趣味としてとらえられるようになる。博物学と科学は長らく混同されており、科学、生物学、博物学といった用語の定義は流動的で区別はあいまいなことが多かったが、このころになると博物学は現代で知られる科学とは一線を画し、あらゆる自然を研究することを意味するようになった。そこからさまざまな個別的な科学、地質学、生物学、生化学、生理学などが発展したのだ。博物学において可能になった発見の数々である新しい種、新型の動植物や新しい生態については、自然が無尽蔵であるという自然観を人々に広めることになった。ひとたび人気に火が付くと、博物学は信奉者を生み出しヴィクトリア朝の姿勢や嗜好に影響を与えるに至るとともに、文章や絵画表現といった芸術とも結びつく。[リン・L・メリル, 2004]

とりわけヴィクトリア朝の博物学信奉者たちを取り分け熱狂させたのは、レンズ越しにのぞき込む顕微鏡の中の世界だった。レーウェンフック(1632-1723)が顕微鏡を用いて微生物を発見したのは1674年とされている。自然科学に沸くヨーロッパの人々は、海を渡らずとも身近に驚異が存在することに気付いたのだ。[ポール・ド・クライフ, 1980]虫眼鏡か顕微鏡さえあれば、思いもよらなかった世界を、ミニチュア風景、小さいが多次元的な世界を垣間見ることができるのである。ヘッケルの描いた放散虫も、その見事な形態を人が見ることができるのは顕微鏡のおかげだ。観察者として人々は、レンズを通した向こう側に別の世界があることを知ったのだ。

ヴィクトリア朝の人々は顕微鏡について言及する際、魔法の世界の敷居を超えたという表現を用いている。顕微鏡さえあれば別世界を除くことができるという、新境地を切り開いたという感覚が当時の人々にはあったことが想像できる。それはまた、望遠鏡や「水中望遠鏡」を除いたときにも同じく体験することができた。フランク・バックランドは「生きた魚や他の種類の海中生物を野生状態のまま観察して海辺で時を過ごしたい」人向けに、観察の補助として水中望遠鏡を使うことを進めている。彼のいう水中望遠鏡は底がガラスになっているバケツや金属の円筒であり、今日でも海辺で遊ぶ人々が使っているようなものだ。

バックランド曰く水中望遠鏡を使えば、「海中植物からなる華麗な海底森林の美しさと、そのおびただしい成長ぶりは、多くの人たちにとってきわめて新奇で興味深いスペクタクルとなるだろう。川や湖付近にピクニックする一行にとって、水中望遠鏡は、その日の余興の大いなる付録と判明するだろう。なにしろ、水中望遠鏡のおかげで、海中光景は、おそらくはじめて視界に浮上し、多くの美しいパノラマが人間の眼に切り開かれるからである。」[Backland, 1873] ([リン・L・メリル, 2004]から引用) 水中望遠鏡という新しいレンズの獲得によって、人々の前にはじめて「海中光景」という新しい世界への窓が開いたのだ。

第一章
個体の形態

エルンスト・ヘッケルはダーウィンの進化論を一般に広めたことでよく知られるが、もともとは海洋無脊椎動物の分類学者であった。彼の描いた膨大なスケッチは、幾何学模様を思わせる構成になっており、それはヘッケル自身の信じる生物の形態の変遷や対称性を強調するためでもあった。一般読者にとって図鑑は、解説のテキストよりも図版の方が重要なことが多い。生物の形態、構造の対称性を訴える図版が有効なことをヘッケルはよく承知していたはずだ。

現代でも生物の分類や体の基本構造（ボディプラン）について考える際、一つの基準となるのがこの対称性である。対称性は物体や構造に変換を加えても見た目が変わらない性質と定義されている。数学で扱う点対称・線対称のように、生物の形態には対称性がある。完全な球体はどこを軸にとって回転させても見た目が変化しない。これを回転対称性という。また、方眼紙のマス目を一つ隣にずらしても見た目上の変化はない、これは並進対称性という。もう一つが鏡像対称性で、特定の対称面に鏡を立てると同じ見た目を作れるものをいう。〔フィリップ・ポール, 2016〕

自然界に見られる対称性の代表ともいえるのが左右対称である。人間を含む大半の生物が体の正中線上に鏡像対称性を持っている。生物学的には左右相称というが、この章でまず紹介するのは左右対称性があり、かつ点対称の特性を持つ放射相称動物たちである。生物は上下左右もない球体状から始まり、光を感知できるようになると上下の感覚を獲得した。球はもっとも少ない表面積で最大の体積を持つことのできる形であり、現に多くのウイルスや珪藻類、放散虫は多面体を球状に組み立てたような形や、球状を土台に様々な形態をしている。体を作るエネルギーが最も節約できるためだ。また、海中では重力による制約が無いため、海中を浮遊する生物は対称性を持ちながら奇妙な形態へと進化しているものも多い。放射相称動物の多くは、海底に固着するか海中を漂う生活をしている。微小なプランクトンや藻のように動かない、泳ぐ能力のないものを餌にしていることが多いため、自身も運動能力にたけているとは言えない。だがそれは能力的に劣っているということではなく、むしろ動かずに済む生活を手に入れたということだ。

それに対して、左右相称生物の運動能力は捕食と被捕食の関係性と共に発展してきた。前後軸の獲得つまり左右相称形への進化は、前を見て餌を追いかけるために、または捕食者から逃げるための運動能力として発達したと考えられている。生物の目の獲得はカンブリア紀に起こったとされているが、それ以降の生物の体制の進化や武器の発達を見ても、眼の獲得が明らかに生物間の捕食競争を激化させたことが分かる。以来、ほとんどの生物は左右相称の形態で暮らしている。（図 19）

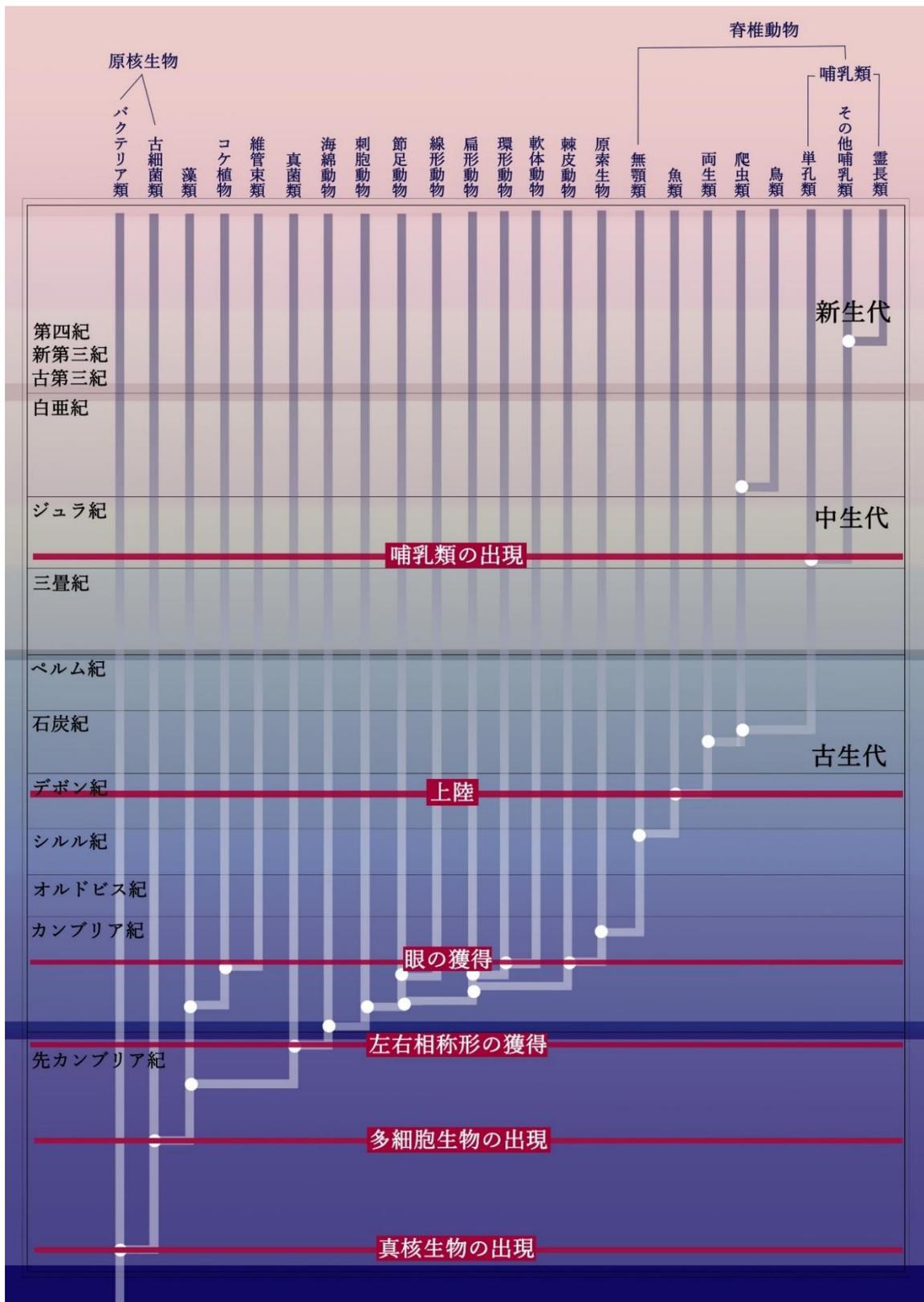
前後の無い放射相称形の動物は、刺胞動物や棘皮動物など、生物学的には系統の古い段階で分化したものが多くあてはまる。刺胞動物の多くは生まれて間もなくは遊泳形態を持ち、左右相称形で泳ぐことができることから現在の放射相称形は後発的に得たものだろう。棘皮動物は本来固着生活していたものから現在のゆっくり動く形態に進化したと考えられているため、サンゴやイソギンチャクとは逆の道をたどっている。陸上では見ることもない彼らだが、サンゴ礁の海では無視できない存在だ。

また、海洋生物の形態を語る上で無視できない貝類は螺旋構造をもつことで知られる。貝類の螺旋対称は対数螺旋（ベルヌーイの螺旋）といい、フィボナッチ数列や黄金比を語る際に語られることが多い。螺子のような等間隔に螺旋が繰り返される構造は回転対称と並進対称の組み合わせからなる。同じ幅で回る螺旋は回転していても形状に変化が無いように見える。建築的にも螺旋階段などが組み込まれたものが多くみられるのは、単に面積の都合というだけではなくこの螺旋構造のもつ美しさ故だろう。

貝類の持つ対数螺旋は、中心の近くほど螺旋の幅が狭く、遠くほど広く開いているため、回転と拡大を組み合わせても螺旋は対称を保つという特徴がある。

貝類や甲殻類などの外骨格は、主に防護のためにある。動きが遅いか、もしくは動かないような動物にとって外骨格は体全体を覆って身を守るのに役立つ。対して脊椎動物などの内骨格は筋肉の支持器官であり、運動のためにある。我々の体を動かすものは筋肉だと考えてしまいがちだが、実際には骨が筋肉を支え、筋肉が骨を動かしている。内骨格生物にとっての骨は動くための器官だ。

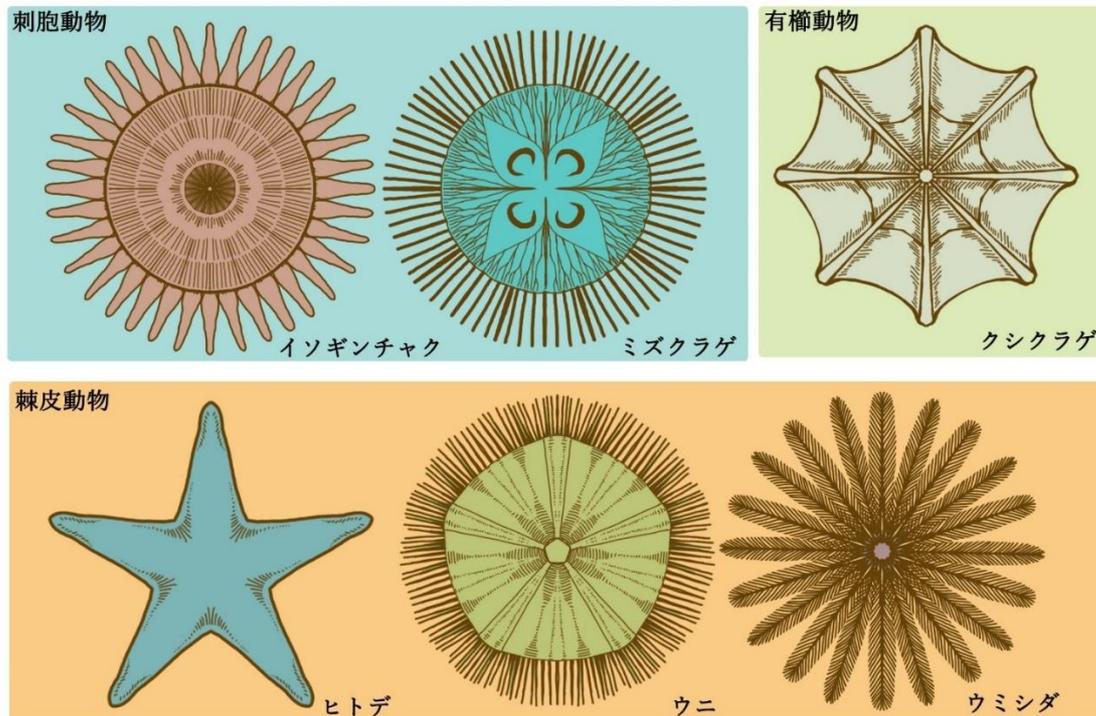
サンゴや表面を薄く皮膚が覆っているウニやヒトデなどは完全に外骨格と分類されるものではない。だが、筋肉が骨を動かすためにあるとは言えず、イシサンゴなどは骨格の中に完全に身を隠すことができる点では外骨格的生物と言えるだろう。ヒトデやウニなどの棘皮動物は、表面を薄い組織が覆っているが、そのすぐ下で鱗のような細かい骨が組み合わさって全身を覆う構造をしている。骨は瓦のように重なりながら自由に動くようになっているため、ヒトデなどはひっくり返しても腕をくねらせて元に戻ることが知られている。その一方で全身の骨を硬く結合させることで鎧のように機能させることも出来る。甲殻類の多くは海底や岩場の隙間に隠れて暮らすものが多い。伊勢エビのように大きな鋏を持つものでも基本的に戦うことは無く、彼らの武器は主に威嚇のため、戦わないためにある。基本的に海の外骨格生物は動きがあまり早くないか完全に動かない生活で、捕食者から逃げるうえで不利な分を硬い殻を持つことで克服している。内骨格生物の骨が運動の支持器官であることとは対照的に、外骨格生物にとっての骨は、動かず現状を維持するための器官だ。



〈図 28〉生物の系統図 [国立科学博物館, 『特別展 生命大躍進 脊椎動物のたどった道』2015、p9 の図を参考に作図]

生物は約 6 億年前に左右相称形の体を手に入れ、眼を獲得すると同時に爆発的に体制を発達させた。カンブリア紀には現在ある生物種のもとなる存在は大半が出そろっていたと考えられている。

1.放射相称形



〈図 29〉放射相称形動物の図 筆者制作

左右相称形（線対称）であり、かつその線が放射状に引かれても同様に相称形を持つ形態。棘皮動物は五放射であり、五方向から線対称の形態を持つ。サンゴ礁を形成するサンゴの一つ一つはイソギンチャクとほぼ同じ形態をしている。有櫛動物は刺胞動物とは別のグループを形成するクシクラゲを代表する一群である。かつては刺胞動物と合わせて腔腸動物にまとめられていた。排泄器や呼吸器を欠く点、クラゲ型のボディプランは両者に共生している。通常刺胞動物は幼生期に漂泳性、成体期に固着性へと形態を変化させるがクシクラゲはすべてクラゲ型で生活する点や、身体表面に放射状に光る筋（櫛）があるのが特徴として挙げられる。

陸上で回転対称を持つ動物は馴染みがないが、動物以外では植物や鉱物にも回転対称形があり、その中でも有名なものは雪の結晶だろう。雪の結晶は必ず六角形をベースにした回転対称形を持ち、かつ枝分かれば部分が全体の縮小構造を繰り返すフラクタル構造を兼ねている。大抵の被子植物の花は花弁を5枚持つ五放射相称で、ヒマワリの種は二重らせんを描く対称構造で知られている。鉱物の結晶構造もまた回転対称形が多い。

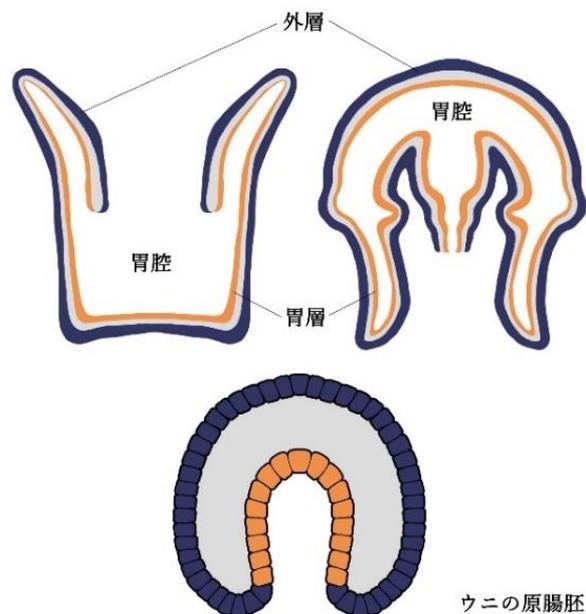
海中ではさらに、刺胞動物や棘皮動物、有孔虫や珪藻類、ヘッケルの描いた放散虫の形態などに回転対称形のボディプランが見られる。放射相称動物は基本的に運動能力に乏しい。海中はまわりを水で満たされているため、彼らの多くは流れてくる餌を円柱の周りに生やした腕で拾って食べるか、藻や貝類などの動かない餌を食べる生活をしている。海流に乗って流れてくる微生物や有機物を食べる食生活のものを好流性懸濁食物摂食者といい、サンゴやイソギンチャク、クラゲなどの大半の刺胞動物と棘皮動物の中でもウミシダやウミユリはここに該当する。ホヤなども海中の微生物を食べるが、彼らは自ら水流

をおこして海水を体に取り込み、有機物を濾しとって食べている。このような食性を濾過摂食者と言いかれ、これも海中では多く見られる。

陸上では、風に乗って無抵抗のプランクトンが流れてくるようなことは少ないが、海中では生物の分泌した有機物や卵、死体まで流れによって運ばれる。陸でも海でも動物の死体は栄養源の塊だ。大きな生物が死ぬと死体を目当てにその周りに生物が集まる。陸で死んだ者はその場を動くことは無いが、海中では分解された細かな欠片が海中を漂い、動かない生物の餌になる。このように死んだ生物や、生物の余剰分泌した有機物粒子やそこに繁殖した微生物のことをデトリタスという。陸上ではデトリタスは地表に堆積し、落ち葉などの腐葉土として昆虫や微生物によって分解されるが水中の生態系では多くは浮遊しながら流され、ゆっくりと底に沈殿していく。粒子が細かければ細かいほどデトリタスが沈殿するには時間がかかるため、より遠く広い範囲の生物に届く。また、ナマコやクモヒトデ、地中生活をする二枚貝などは沈殿したデトリタスを餌としている。特にナマコのように砂ごと食べてその中の有機物を濾しとって食べる生物は主体的に餌をとっているが生態的には濾過摂食者といえる。サンゴをはじめとした固着生物が好流性懸濁食摂食や濾過摂食で暮らして行けるのは、海中という周りが水で満たされた空間だからこそだ。重力の制限を逃れた環境では、わざわざ移動するよりも向こうが来るのを待つ方が効率的であり、低エネルギーで生活できる。

刺胞動物_サンゴとイソギンチャク

現在確認されている刺胞動物は約 11000 種おり、その大部分が海中に生息している。一般的に知られているのはヒドロ虫綱、箱虫綱、鉢虫綱、花虫綱の 4 綱で、触手に刺胞という毒針を持つことが名前の由来である。[日本大百科全書, 2001]サンゴとイソギンチャクは、大部分は花虫綱に属しているがヒドラやカツオノエボシなど、毒性の強い動物が属しているヒドロ虫綱にもサンゴと名の付くものがある。



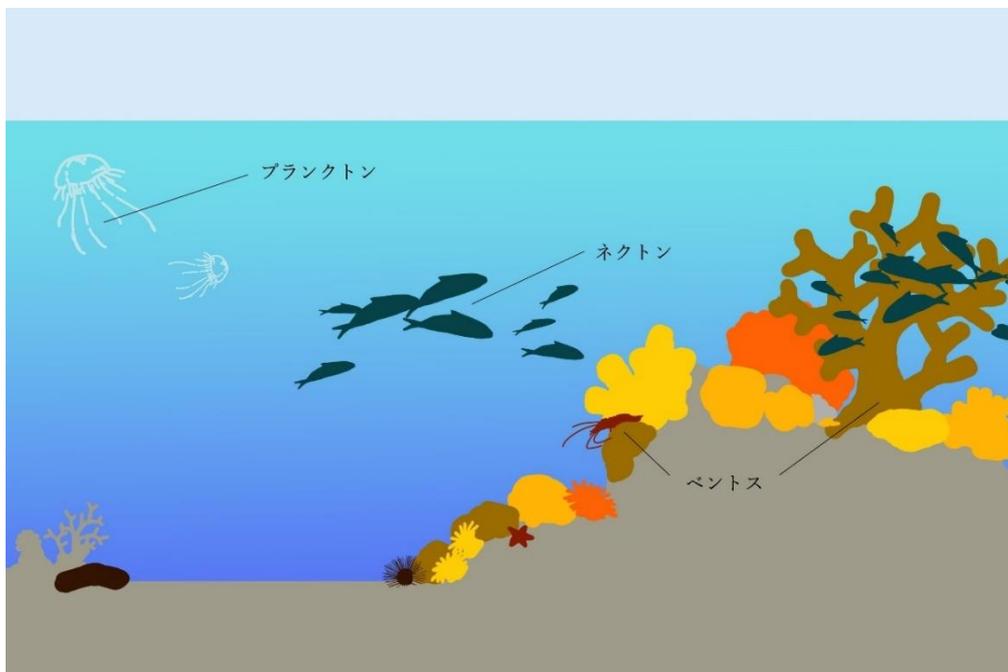
〈図 30〉刺胞動物の二胚葉構造 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』 2008、p28]を参考に作図

刺胞動物は二胚葉で、体は外胚葉と内胚葉の二層を持つ。肛門を持たず、摂食と排せつは口で行っている。多くの動物は外胚葉（外層）と内胚葉（胃層）の間に中胚葉を持つが刺胞動物や有櫛動物は二胚葉性である。このほかに海綿動物は一胚葉しか持たない。

基本的には肉食で、刺胞で動物プランクトンや魚などを毒針で麻痺させて捕食するものが多いため刺胞動物と呼ばれる。その中でもサンゴやイソギンチャク、一部のクラゲは体内に共生藻を持ち光合成で得たエネルギーを利用することが知られている。特にサンゴ礁はエネルギーの多くを共生藻に頼っており、巨大な礁を形成できるのも藻の光合成エネルギーを利用している点大きい。共生藻の方からするとサンゴ礁という外敵の少ない環境で安全に光合成できるという利点があり、このような双方に利益がある寄生状態を相利共生という。寄生や共生関係の多いサンゴ礁で、土台となる関係がこのサンゴと藻の共生だと言えるだろう。

刺胞動物は大分すると付着生活を送るポリプ型と漂泳生活をするクラゲ型の二種類があり、ポリプ型のものも幼生期には遊泳能力を持つものが多い。海洋生物は大まかにプランクトン、ネクトン、ベントスの三種に生活様式が分けられる。（図 22）プランクトンは海中生活をし、流れに逆らう遊泳能力を持たないもの。ネクトンは主に魚類や哺乳類といった遊泳能力を持ち、海中を生活圏とするもの。ベントスはカニや貝類など、主として海底生活者である。このことからクラゲ類や先述したクシクラゲはプランクトンに分類され、サンゴや岩に固着するイソギンチャクはベントスに属する。さらに数は少ないものの海面に生活するものをニューストンに分類することもある。

クラゲはゼラチン質の体を持ち、触手を使った捕食生活をしているものが多い。傘型の体の周囲に環状筋があり、これによって傘を閉じたり開いたりすることで泳ぐことができるが、大半は時折泳ぐだけで漂っていることが多い。有櫛動物であるクシクラゲもクラゲ型だが、刺胞を持たない、雌雄同体である点や刺胞動物とは異なる水管系を持つといった特徴がある。



〈図 31〉 海洋生物の生活形態 筆者制作

プランクトンを微小生物と思っている人が多いが、巨大なクラゲもプランクトンに分類される。語源になった「plan-」はギリシャ語で放浪・自分では終わらせることができない旅という意味があり、惑星

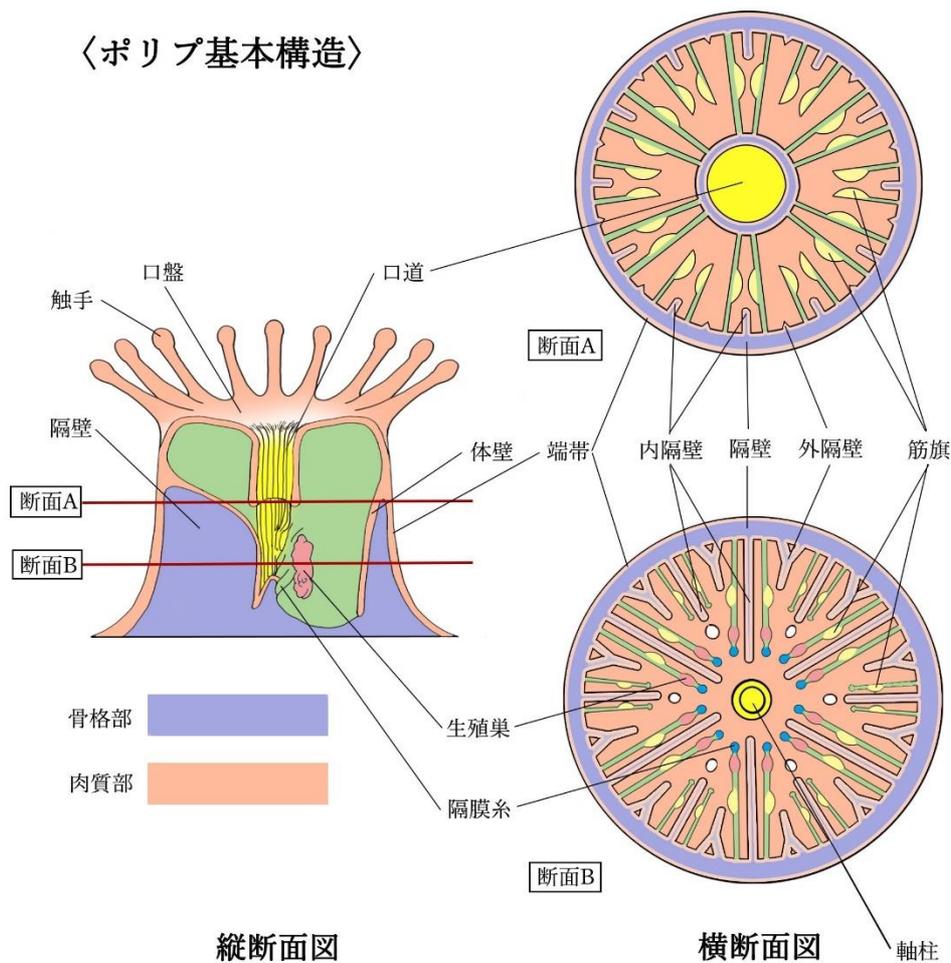
の planet に共通する。[須藤齋, 2018]ベントスはギリシャ語で海底を意味する語から、ネクトンも同じくギリシャ語から遊泳 (swimming) の意味。

サンゴ

造礁サンゴや非造礁サンゴはポリプ型で、海底に固着して群体を作る。造礁サンゴであるイシサンゴのポリプは、コップのような形の石灰質の骨格を作りその中に住む。群体は、一個のポリプが体を分裂させるか、出芽と呼ばれる芽をポリプの隣に作り成長させる無性生殖によってできる。ポリプとポリプの間は壁で仕切られ、部屋を増やしてゆくが神経などは隣同士でつながっており完全に分かれてはいない。この石造りの部屋が大量に連なり、集合住宅になった状態がサンゴ礁と呼ばれている。この石造りの家はサンゴが死んだ後も残り、死んだサンゴは固い足場となり、ウニや貝殻などと共に固められて岩礁となり、その上に更に新しいサンゴ礁が積み重なってゆく。

非造礁性の場合には骨格を残しはしないが増え方などは基本的に共通している。イシサンゴとは違い身体全体に細かな骨片が散らばっており、硬い骨格は持たないがゴムのタイヤにカーボンの粒子を混ぜて強度を増すようにしなやかな体を強化している。

〈ポリプ基本構造〉



〈図 32〉 造礁サンゴのポリプ解剖図 [日本大百科全書, 2001、小学館]を参考に作図

放射状の広がった触手の中心に口がある構造は放射相称形動物に共通する。消化管の先に出口が無く袋状をしている。このポリプ一個で成長する種も例外的に存在するが、大半はすぐ隣にポリプを増やしていくことで群体へと成長する。一群体内のポリプは遺伝的にクローンで形成されているが、群体内の場所によっては他にポリプと異なる大きさに成長し攻撃用に変化できる種もいる。[本川達雄, サンゴ礁の生物たち—共生と適応の生物学, 1992]群体は無性生殖で成長するが、年に一度の一斉産卵で有性生殖も行いバンドルと呼ばれるカプセルを放出する。幼生は遊泳することができ、固着場所を見つけるとそこでポリプ型に変態する。

サンゴの触手は先端が少し膨らんでいて、白っぽくなっている。この中には刺胞と呼ばれる毒針が詰め込まれていて、餌を捕るときや防御に使われる。触手に囲まれた中央部には口があり、中が胃腔になっている。肛門はないので、口から入った食物で消化しきれないものはまた口から外に出す。

胃腔には周りの体壁から内部へと放射状に壁が入り込んでいて、これを隔膜と呼ぶ。この隔膜には餌を消化するための酵素を出す細胞があり、また養分の吸収もここで行っている。内部にひだ状の隔膜が入り込んでいることで、ただの円筒形の状態よりも表面積を広げ、消化吸収の効率を上げていることがわかる。隔膜の数は六の倍数で触手の数もこれに対応しているため、造礁サンゴやイソギンチャクは六放サンゴ類に分類される。隔膜の数が八の倍数のものが八放サンゴ類であり、宝石サンゴや体の柔らかい、骨格を持たないソフトコーラルは八放サンゴ類に属する。サンゴ礁の骨格にはこの隔壁も残るため、サンゴの骨格はサンゴ自身が死んだ後もその形跡を明確に残している。

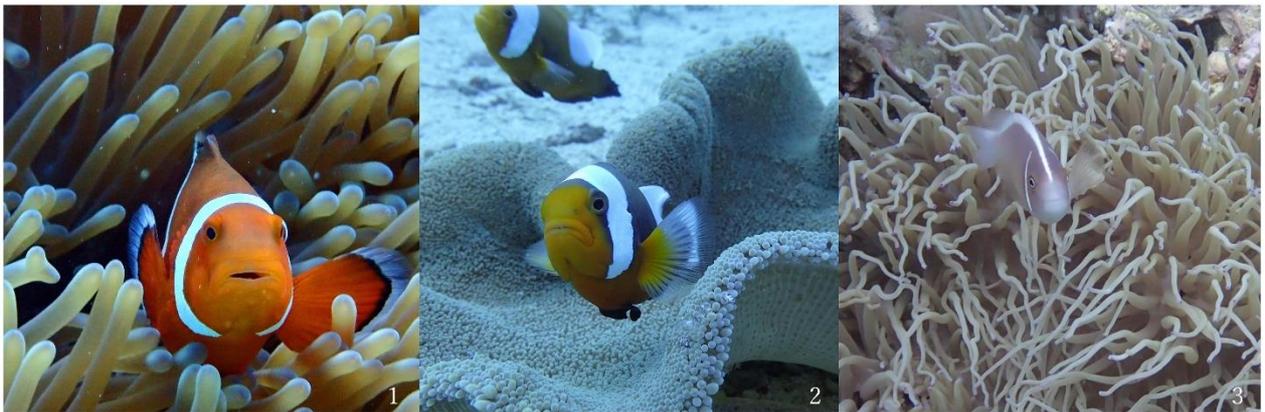
宝石サンゴとして知られるものは造礁サンゴとは異なる深海性で、通常サンゴが水深 30m 程度の海に住むのに対して水深 800m 以下に生息する。造礁サンゴよりも細かく密度の高い硬い骨格を作るが、樹枝状の群体を形成するなどの共通点もある。

造礁サンゴの骨格を作る能力は、体内に共生している渦鞭毛藻の一種である褐虫藻が生み出すエネルギーによるものだ。通常捕食によって栄養を得ている刺胞動物だが、この褐虫藻を体内に住まわせることによって藻が光合成によって生成した酸素などの生産物を礁の形成などに利用している。熱帯の海は海水の透明度が高いことが特徴の一つだが、透明度が高いということは貧栄養であるということでもある。熱帯・亜熱帯の海は基本的に栄養塩に乏しいため、珪藻類などの植物性プランクトンが繁殖しづらい環境だが、その中でサンゴ礁は褐虫藻に安全な住処を提供することで本来生息しにくい藻類の繁栄するオアシスとなっている。

イソギンチャク

イソギンチャクもサンゴのポリプと同様、円筒形で、上に口がありその周りに多数の触手を持っている。基本的には触手は円錐形の細長いものだが、先が膨らんだものや枝分かれした触手を持つ者もある。サンゴとは違い骨格を持たず、下面の足盤で岩などに付着生活を送る。サンゴ類が完全に固着した生活を送るのに対して、イソギンチャクは緩慢ではあるものの、この足盤を使い移動することができる。定着生活をする動物の多くは無性生殖で増え、群体を形成するが、イソギンチャクは基本的にすべて単独生活をするという特徴がある。雌雄異体であり体外受精で個体を増やす一方、分裂や発芽といった無性生殖をするものも多く知られている。移動できるという点から場所を巡って争うことが知られているが、無性生殖で増えた個体同士は争いをおこさないという。[内田紘臣, 2001]

熱帯地方の海の風景として、最も一般のイメージに浸透しているのはイソギンチャクとクマノミの共生ではないだろうか。鮮やかなクマノミがイソギンチャクの間から顔をのぞかせる姿は、可愛らしくどこか官能的だ。クマノミは単体では泳ぎもうまくなく、捕食対象になりやすい。一見防御のためにイソギンチャクを利用しているように見えるが、砂がかかったら払ったりごみをどけたり、イソギンチャクにとっても有効な相利共生であることが知られている



〈図 33〉 イソギンチャクに住むカクレクマノミ (1)、クマノミ (2)、セジロクマノミ (3) 筆者撮影

クマノミだけでなく、ヤドカリやカニもイソギンチャクを防御に使うことで知られている。ヤドカリはイソギンチャクを食べる種もいれば殻に着けて利用するものもいる。毒のある刺胞を持つイソギンチャクを好んで食べる者や、近づく動物は少ないため殻に着けておくだけで防御になるためだ。また、両前脚にイソギンチャクを持った、キンチャクガニはコミカルな動きが可愛らしく、飾りをつけて踊るチアリーダーに例えられることが多い。このカニもまた、イソギンチャクを敵への威嚇に利用している。イソギンチャクと同じ理由でサンゴに共生する生物も多く甲殻類やゴカイ、サンゴに半分埋まった状態で生活する貝類など、さまざまな種類に及ぶ。[内田紘臣, 2001]



〈図 34〉 キンチャクガニ (1)、とバブルコーラルシュリンプ (2) 筆者撮影

キンチャクガニは主に威嚇のためにイソギンチャクを装備しているが、このイソギンチャクをいつどのように手に入れるのかについてはよくわかっていないという。キンチャクガニの一種は自分のイソギンチャクを失うと別のカニから奪い取ることが報告されている。また、取った方もとられた方も一つのイソギンチャクを二つに割いてクローンを作り両鉗に装備しなおすという。動物が他の動物の無性生殖を促す事例は他に例が無い。[Bates, Mary (National Geographic News) , 2017]

ミズタマサンゴは一見ブドウの房のようだが造礁サンゴだ。夜になると姿が一変し、触手を伸ばして餌をとる。このミズタマサンゴに共生する生物は多く、中をのぞくとミナミクモガニやバブルコーラルシュリンプがいることが多い。

サンゴ礁が多くの生物の生活の場になっているのは、温暖な気候であることに加えてサンゴ礁が複雑な地形を作っているため隠れる場所が多いことも理由の一つだろう。サンゴ礁では小さな魚や甲殻類など餌となる生物が豊富なため多くの生物が集まるが、礁が発達した地形は小さな生物の隠れ家となるため一定数生き残ることができる。捕食者に食べつくされることが無いため次の世代を残すことができる。

クマノミやキンチャクガニ、バブルコーラルシュリンプのように刺胞を防御や威嚇のように使うことで生き延びている生物も多い。

棘皮動物 ヒトデとウニ、ウミシダ

棘皮動物は大きく、ウミユリ綱、ヒトデ綱、ウニ綱、ナマコ綱、クモヒトデ綱に分けられる。7000を超える種を擁する巨大グループだが、基本的にすべて海産で汽水域にわずかに分布するものがある程度で淡水には生息しない。棘皮動物の特徴は五放射相称形の体を持つこと、管足で動くこと、殻を持つことの三点で、これらの特徴は合わさった存在は動物界には棘皮動物のみだ。[日本大百科全書, 2001] さらに、群れを“作らない”ということも特徴に挙げられる。よく見かけられるヒトデやウニ、ナマコは群れを作らず、基本的に他の動物に寄生もしない。これは生物全体で見るとかなりの少数派で、持ちつ持たれつの寄生・共生関係が横行する海中ではほとんど棘皮動物に限ったものかもしれない。

星形の体は、中央に口があり、そこから放射状に体も器官も伸び出た形をしている。ヒトデが典型的で、円盤状の本体から放射相称形に五本の腕が伸びた形状を持つ。血管系は退化しており、腕を動かす水管系と管足が発達している。呼吸器系や独立した排泄系を持たず、ガス交換は管足で行う。

動物は通常、左右相称のボディプランを持ち、前後軸を持ちそれに合わせて動く。しかし棘皮動物は体の軸を上下に持っており、進行方向を決めるような前後軸を持たない。そのため背側・腹側といった表現ではなく、口の開いている下面を口面、水面側を反口面と呼ぶ。一見刺胞動物と同じような二胚葉動物に見えるが、反口面に排泄口と取水口が開いている。ただし肛門が無いものも多い。ウニ以外は体軸が短く、扁平な体をしており、頭とみなせる部分はない。

もっとも古い種は深海に現生するウミユリに非常に近いものだったと考えられている。ウミユリは名前のように植物のように茎の部分で海底の岩場などに固着し、五放射の手を広げて海流に乗ってくる有機物などを食べて暮らしている。現生種は深海に住むが、化石種は浅い海にも生息していた形跡があるため、捕食者の出現によって生息環境を移ったと考えられている。

ヒトデ

海の生き物としてモチーフになりやすいヒトデは、基本五本の腕を放射状に広げた星形で砂地や岩場に暮らしている。貝類を常食する捕食者として知られるほか、死骸の掃除屋であることから世界中の海の生態系で重要な役割を果たしている。色も形を目立つ彼らだが、捕食されることは多くない。棘皮動物は名前の通り表面に棘構造を持ち、殻と棘で体を防御するものが多いが、ヒトデは体内に毒を持っているためか棘を持つものはあまり見られない。優れた再生能力を持つため、まれに部分的に捕食されて腕が足りなくなっても生やすことが出来るという。イガイやアサリ、イソギンチャク、サンゴや他のヒトデまで何でも食べることが知られており、ほとんどの種が口から胃袋を反転させて獲物を包み込んで消化する。口面の口自体は小さいが、この胃は細く絞って0.1mmの隙間にねじ込む。オニヒトデはサンゴを捕食することで知られており、骨格の中に隠れるサンゴを食べる際も同様に胃袋を直接サンゴに押し当てて消化する。このような捕食方法は体外消化と呼ばれている。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]



〈図 35〉ヒトデの放射相称形 筆者撮影・作図

基本は五放射相称形だが、種類によっては8本~16本腕を持つものもあり、中には40本近くの腕を持つ個体もある。また本来5本腕のものが4本や6本になっていることもある。

植物の花弁は5枚を基点にフィボナッチ数になることが発生プロセスにあると分かっているが、棘皮動物に関しては明らかになっていない。花は飛翔する昆虫に花粉を運ばせることを目的としているため、海中を浮遊するデトリタスを捕まえる生活をする祖先系が花に近い形態を持つのは似た目的の進化の結果とも考えられる。人の形態が腹部内臓などの内部や細かい点では左右相称形ではないのと同じく、棘皮動物も完璧に回転対称形を示すわけではない。生物の形態はむしろ対称性を外れたところに生まれるもので、棘皮動物の特殊さはあまりにも完全な回転対称に近いことにある。[イアン・スチュアート, 2009]ヒトデは内部構造までもほぼ回転対称を保っているのだ。足がちぎれることがあってもそこから再生する事が出来るのは機能が偏って集約されておらず、ほとんど平等に五放射に分配されているためだ。

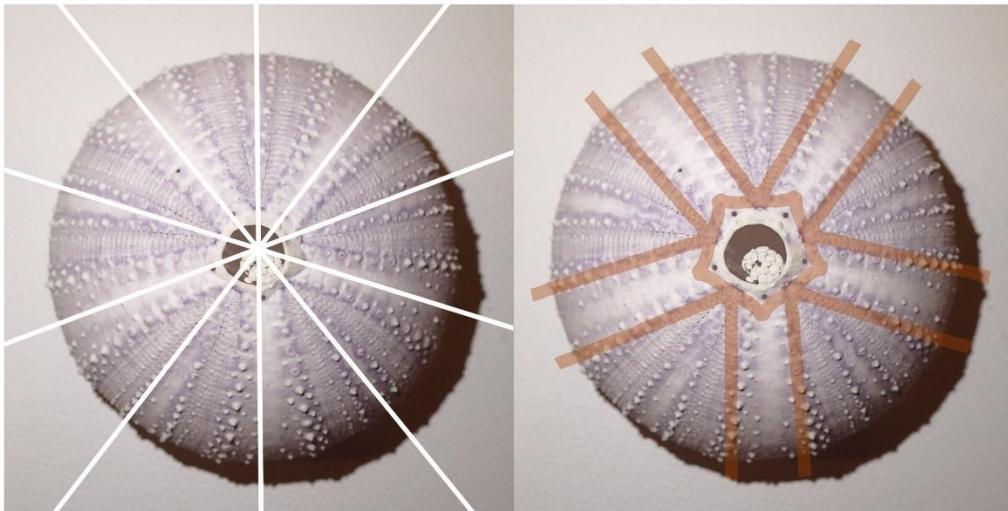
クモヒトデはヒトデに近縁の別種で原型は五放射相称形だがヒトデと違い管足は使わず、中央の盤に接合する長い腕を持ち、この腕で海底を這うように移動する。このクモヒトデもまた腕を失ってもすぐに再生することで知られている。クモヒトデの中でもテヅルモヅル(図16参照)はツタが絡まったような独特の形態で知られる。多くのヒトデ類は積極的な捕食者だが、テヅルモヅルの仲間は浅瀬の海から深海まで生息し、無数に枝分かれした腕で海流に乗ってくる有機物などを捕まえて食べる好流性懸濁食摂食だ。ヒトデと同じく再生能力に優れ、トカゲが尻尾を自ら落とすように腕を自切することがある。基本は五放射相称だが、腕は枝分かれを繰り返し絡み合った蔦のようにになっている。

ウニ

ウニの基本的なボディプランはヒトデと同様だが、特徴的なのは全身を覆う棘である。ヒトデやウミシダなどは柔軟に腕を折りたたみ岩陰など隙間に入ることが出来るが、丸く膨らんだ形状のウニにはそれが難しい。そのため棘を生やして身を守ると同時に、自身を大きく見せているという。ヒトデにもウニのように球状に近い形態を持つマンジュウヒトデなどがあるが、ウニは五本の腕がほとんど区別できず、いずれ球体になることを目指しているように見える。草食で岩などに生えた藻類を食べる。

カシパンやブンブクの仲間はウニの中でも砂に潜ることで身を守る種で、抵抗なく砂の中を進むため楕円形でわずかながら前後がある。そのため、普通の五放射相称形のウニを正形類と呼ぶのに対して、カシパンの仲間は不正形類と呼ばれる。

棘皮動物の体は小さな骨片が組み合わさることで出来ており、ヒトデの場合骨片同士は筋肉や靭帯でつながっている。ウニは骨片同士がかみ合わさる形で殻を形成しており、ナマコなどでは骨片は細くなって体内に分散している。ヒトデは棘を持つ種は少ないが、骨片が体外に露出する形で出現したものがウニの棘である。



ラッパウニの骨格

〈図 36〉 ウニの放射相称形 筆者撮影・作図

ヒトデの管足は口面にのみ広がっているが、ウニの場合は口面と反口面に明確な差が無く管足は殻の表面全体にある。棘がある状態ではわかりにくいですが、骨格の状態を見ると五放射の歩帯と間歩帯があり、歩帯にそって管足が伸び、間歩帯にそって棘が乗る基部がある。

ウミユリ

植物のユリに似た形態から名付けられた。花卉にあたる部分は鳥の羽に似た形状の腕で、流れに乗ってくる有機物や微生物を捕食する。固着性で節の繰り返して出来た茎（柄）で体を支えている。現生種の9割を占めるウミシダも、同様に多くの腕を持つため一見植物のように見えるが自ら柄を切り離し、海中を遊泳して移動することもある。

体の中央に小さく丸い体部があり、口や消化管などはそこにまとまっている。細く伸びた腕の表面は骨片に包まれており、口から伸びた歩帯溝が腕の上面中央から先端まで伸びここに管足が並ぶ。ヒトデやウニの管足は主に移動と食事のためにあったがウミユリの場合は主に触覚器官と呼吸、排泄を担う。ウミシダの歩帯溝には繊毛も生えており、腕で捕まえた有機物をこれで口まで運ぶ。体の下部に巻枝と呼ばれる根のような脚があり、これで岩盤やサンゴなどの足場に固着する。（図9参照）腕は10本~多いものでは100本持つものもいる。テヅルモヅルやウミシダは一見ヒトデやウニの近縁とはわからないが、基本的なボディプランに共通する五放射相称形を基本とし、特有の水管系を持つ。

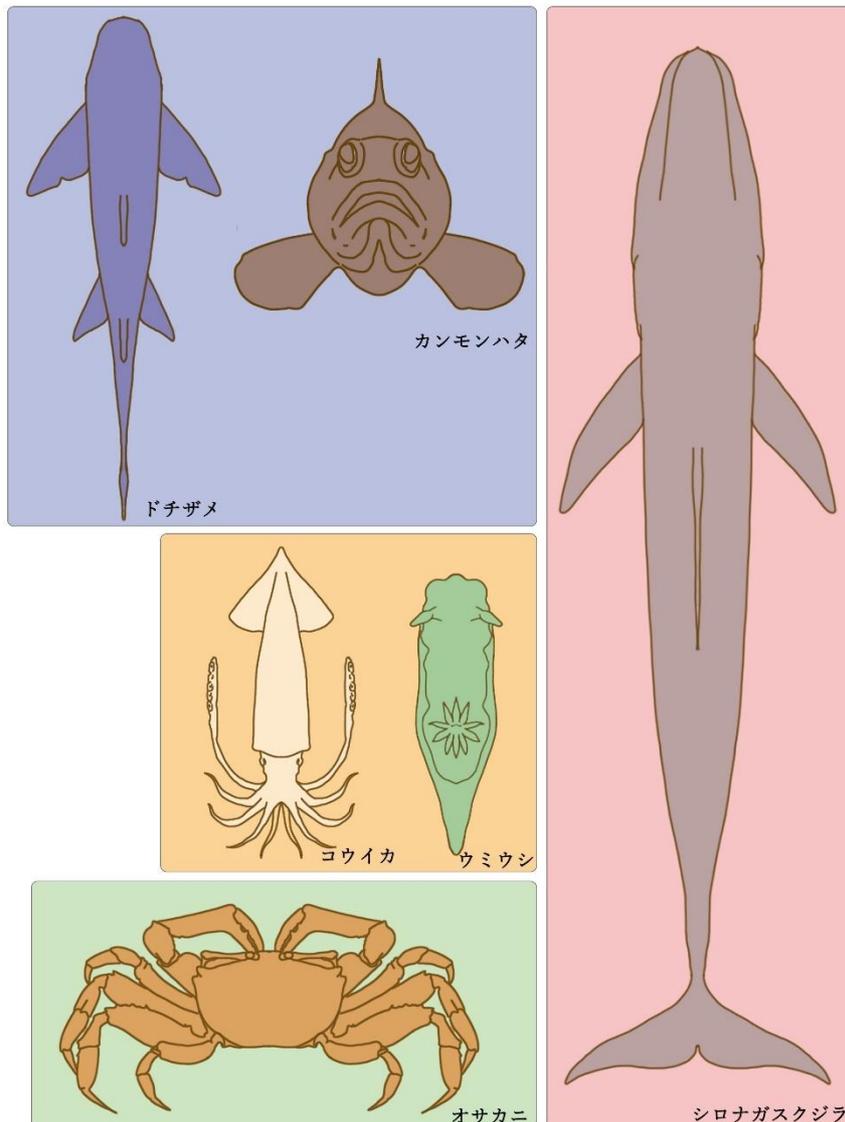
ナマコ

ナマコは、五放射相称形が基本の棘皮動物の中ではっきりとした前後軸を持つ珍しい存在だ。ウニの仲間にもカシパン類やナガウニのように左右相称の傾向があるものがあるが、口が前、肛門が後ろといった（その他大勢の動物と共通した）前後感覚を持つものはナマコに限られる。ナマコが今のボディプランを獲得したのは地中生活の際に砂を掘って進むのには細長い体が適していたためだと考えられている。砂の中には天敵もいないため、ヒトデのような毒性もなければウニのような棘も持たない。砂の上に黒いナマコが落ちているイメージが一般的だが、サンゴ礁の海には体調50センチにもなるものや、カラフルな模様を持つものなどもある。

大部分が地上生活に移った現在のナマコは、一見無防備に見える。しかし実際潜って観察してみると、目立つわりにほかの動物たちから関心を持たれていないことに気が付く。

ナマコの主食は砂である。正確には砂の中に含まれるわずかな有機物を食べている。体の大部分がナマコ特有の特殊な筋肉で出来ており、エネルギー消費が極端に少ないからこそ出来る食生活だ。そのため大抵の生物にとってナマコは食べても栄養にならないらしく、襲われることは滅多にない。また、砂浜に落ちているナマコを触っていると、硬い状態からドロドロに溶けてしまう。トカゲが敵を前にしたときに尻尾を自切するのと同様に、体の一部を明け渡すことで生き残る戦略も持っている。驚くべきは再生能力で、ヒトデが腕一本から再生することがあるのと同様に、体積が半分ほどになっても復活できることが知られている。外部刺激によって内臓を吐き出すことで知られるナマコだが、この内臓も容易に再生する。

2.左右相称形



〈図 37〉 左右相称動物の図 筆者制作

放射相称形と左右相称形は静と動の対比でもある。放射相称動物は自ら運動し、餌を追いかける生活ではなく、流れてくるデトリタスを受け取る生活をしている。大抵の動物が前に頭（顔）を持つのは、進行方向の情報をいち早く得るためであり、餌をすぐに食べるためである。その必要が無い動物はどの方向から餌が流れてきてもいように放射状に腕を広げている。この場合の腕は刺胞動物にとっては口の周りを囲う触手であり、棘皮動物の場合は五放射に伸びた腕や管足だ。餌を食べる口を設置するのはすべての腕から等分に近い中心になる。

放射相称形の動物が固着生活や緩やかな動きのものが占めていたのに対して、左右相称動物は運動能力が形態に反映されているのが特徴的だ。外骨格生物は防御を、内骨格生物は運動をボディプランの軸にしており、動物の運動は波打ちを土台にしている。多くの動物は脊柱という軸を筋肉の収縮と弛緩の波で全身に伝えて運動している。ミミズの蠕動や蛇の蛇行、魚類や鯨類も体を波立たせて泳ぐ。私たちが運動と呼ぶのは、時間の流れが命じる順序で位置が次々に変化することだ。[イアン・スチュアート、

2009]先述したウミシダは棘皮動物の中では例外的に遊泳することがあるが、彼らが泳ぐときにも波があり、数十本ある腕を一本ずつ交互に、滑らかに上げ下げして遊泳する。棘皮動物に脊柱はないが、ウミシダの腕を拡大してみるとその構造が円盤状の組織の連なりになっており、椎骨の連なりに似ていることに気が付く。

脊椎動物はナメクジウオのような単純な形態の脊索動物から進化したと考えられており、その起源は5億年以上前にまで遡る。そこから誕生した多くの魚類は体を左右の波打ちで動かし、水中を進む。両生類、爬虫類も同様に脊椎は横波を描く。対して哺乳類である鯨類は縦方向の波打ちで推進力を得る。陸生の哺乳類も同様だ。人は直立しているため実感に乏しいが、草原のガゼルやそれを追う肉食獣の脊椎は上下の波を全身に伝えて駆けている。サメとイルカはよく似た流線型の体に鰭を持つが、これは同じ環境に住み似た食性を持つことに由来する。水の抵抗が極力少ない形に、餌を見つけやすいように感覚器官を前面に集約し、バランスを取りながら推進力を得るための鰭を持つ。両者の違いは運動方向の違いからくる尾鰭の向きが最も顕著だ。

またムカデの足が滑らかな波形を描く例もある。脊椎は単純なユニットの繰り返しを、筋肉でつなぎ全体を動かすための軸にする仕組みだ。体軸方向に繰り返し構造がある場合、その繰り返しひとつごとを体節と呼ぶ。脊椎も体節構造の一つだ。ゴカイなどは頭部と尾部を除き全身がほぼ等分の体軸に沿った繰り返し構造を持っている。環形動物の体節は一つごとに一对の排出器や神経節を持っており、体節同士は隔壁で仕切られている。これらがユニットとして連なり、動きを伝えることで、体軸を波打たせて動く。この体節を持つ無脊椎動物は環形動物と節足動物のみで、節足動物の中には体節同士が融合して昆虫のように別の運動機能を獲得したものもいる。

貝類やタコ、イカを代表とする軟体動物に体節はないが、柔らかな筋肉性の足や外套膜がつくる動きはやはり波型だ。幼生期の姿が環形動物と共通するため、共通する祖先を持つと考えられている。

脊索動物_ホヤと魚類・鯨類など

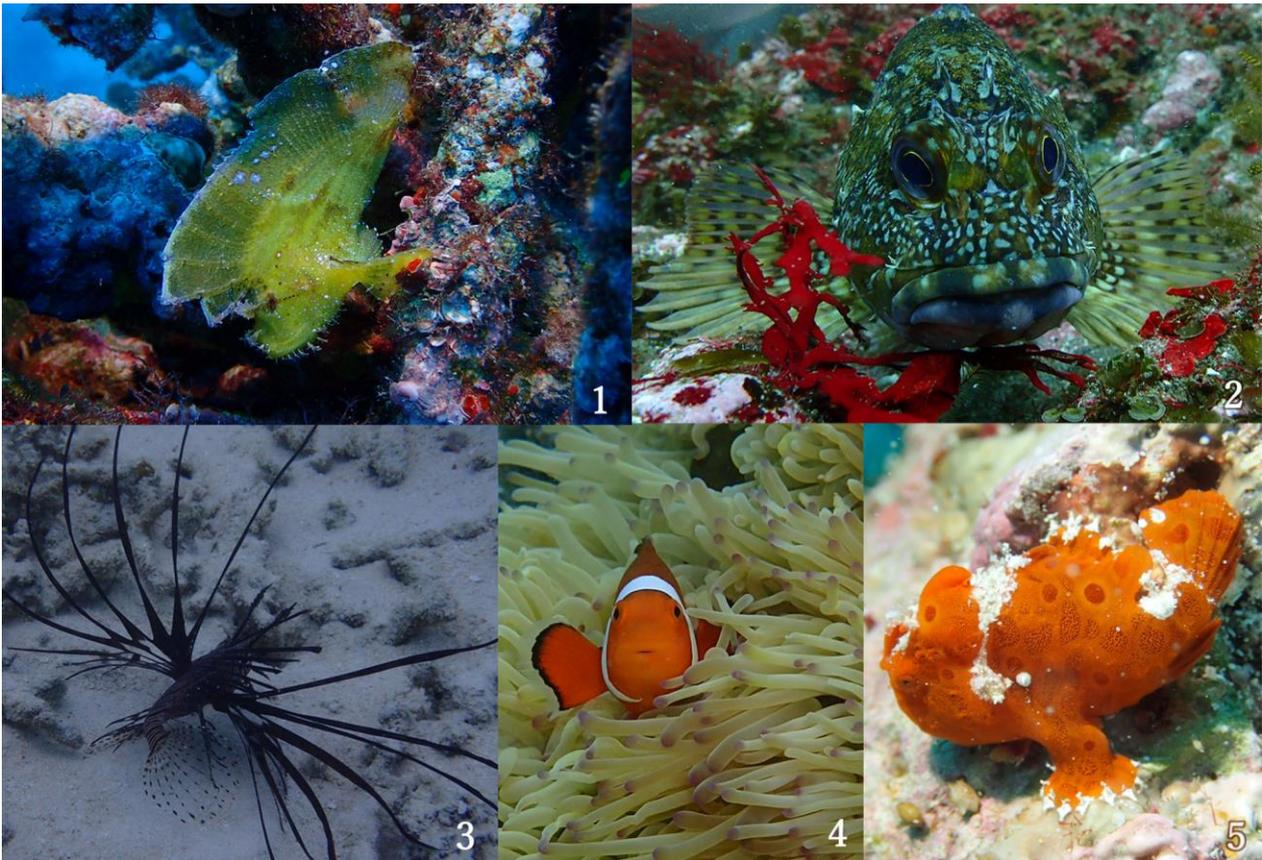
刺胞動物や棘皮動物は脳を持たず、私たちが考えるような五感に乏しい。光の方向や水の振動などは感じるができるが、それを分析し考えることは無い。動かない生物にはその必要も無いためだ。それに対し多くの脊索動物、左右相称形の動物たちは感覚器官を駆使して食物連鎖の世界を生き延びている。動物の目は藻類などが光合成のために持つ光受容器がその元になっているという。動物が眼を獲得するのは5億年前に遡り、節足動物にみられるような複眼が誕生し現在も昆虫などに引き継がれている。レンズと網膜を持ったカメラ眼が発達すると視界は像を結ぶことができるようになり、情報として得たその像を解釈するために情報処理能力、脳が発達した。 [山田格, 2015]

魚類

サメやエイなどの軟骨魚類は、およそ四億年前に誕生し今日まで種を繋いでいる。サメには脊椎は無いため彼らは脊索動物ではあるが、現在“魚”と一般的に呼ばれている真骨魚類とは一線を画している。脊椎動物である真骨魚類は全脊椎生物の半分を占め、最も多い巨大グループだ。

初期の魚類は無顎類と呼ばれる下あごの無い魚で、吸盤上の口で藻類などを削り取って食べていたと考えられている。現生種のような下顎のある魚が登場したのはデボン紀（4億1900万年~3億5900万年前）のことだ。この顎の登場と同時に動くものを捕食するため、それまで背鰭や尾鰭などの正中線上のものしか持たなかった種が左右一対の鰭、とくに発達した胸鰭を持つようになった。この対鰭の発達によって、魚類は海中での上下運動を活発に行うようになり、それが浅深方向を探るセンサーである三半規管の発達に繋がる。さらに我々の祖先が陸上に展開したのはこの時の対鰭を対肢として体を支える器官に転換できたためだ。生物の進化はすでにある器官に少しずつ改造を加えるような形で進む。下顎も元は鰓弓だったものが顎に転用されている。[山田格, 2015]

魚は水中に溶けた酸素を鰓で取り込むが、上陸すると大気中の酸素を利用しなくてはならない。私たちは大気中の酸素を使っているが、実際には肺の粘膜に溶けた、つまり液体に溶けた酸素を血液中に取り込む方法をとっている。魚の名残はこの呼吸以外、感覚器官にも多く残されている。嗅覚や味覚は依然濡れた粘膜越しに感知しており、眼も同様だ。



〈図 38〉 魚類の形態 筆者作図

1. 海藻などの葉に擬態している。
2. 斑点模様で岩礁に擬態している。
3. ミノカサゴの一種、毒性が強い。
4. カクレマノミは縞模様が特徴的だ。
5. 魚だが胸鰭が前肢のように機能する。

鯨類

地球上最大の生物は言わずと知れたシロナガスクジラで、体長 34 メートル、体重 190 トンの個体が確認されている。これは現在確認されている絶滅種を含めたすべての動物で最も大きく、重たい。鯨類は生きている間は当然ながら、死んだ後にも生態系に多大な影響を与える。その巨大さゆえに死体が周辺一帯の生物相を支え、新たに構築してしまえるからだ。深海における鯨骨生物群集は近年研究が進みつつあり、死体となった後の生物資源としてのクジラの存在の重要性に注目が集まっている。

イルカとクジラに明確な差は無く、基本的に 5m 以上をクジラ、以下をイルカと呼んでいる。クジラ類はハクジラとヒゲクジラに分けられ、前者は魚類やイカなどを主食とし、後者はオキアミなどのプランクトンを海水ごと飲み込み櫛状のひげ板で濾しとる。シャチなどのハクジラは時にはミンククジラなどを集団で襲って捕食することもあるという。

ホヤ

ホヤは前章で述べたように群生する生物だ。一見植物のような形態をしているが、幼生の段階で尾索を持つことから、後に脊椎動物へと進化した生物との関連が研究されている。幼生から成体への変化が目覚ましく、急須のような構造の成体は濾過摂食者である。成体は放射相称形であり、群体を作る。



〈図 39〉 ホヤの群生 筆者撮影

脊椎動物の起源について、かつてはホヤの幼生が尾索生物（体の後半部に脊索構造を持つ生物）であることから、脊椎動物はホヤの幼形成熟である可能性が指摘されていた。現在はゲノム解析などでナメクジウオなどの祖先系が脊椎動物に進化したと考えられている。ホヤ同様に固着性の刺胞動物なども幼生期には遊泳型をとるものは存在するが、楕円形で体の周りに生えた繊毛で移動するものが多い。ホヤの幼生系はオタマジャクシ型をとり、尾部を振って活発に泳ぐことができる。一度固着生活に移ると尾部は失い、移動することは出来ない。[本川達雄, 2018]カタユウレイボヤでは二日で幼生系から固着型に移り、蛹の期間を経る昆虫などとは一線を画した変態を見せる。ホヤは約 2000 種いると考えられ、単体生活するものは有性生殖、群体を作るものは有性生殖と無性生殖の両方を行う。

私たちを含むほとんどの生物は、体の個々のパーツがそれぞれに成長し同じ形態を維持しながら育つ。体の各部位はほとんど同じ年齢を重ねているが、貝類のような外骨格生物が成長するのは一点、常に殻の開口部のみである。貝殻の対数螺旋は、中心軸の周りに半径を増やしながら円を描く形を持っている。この螺旋形は中心に向かう場合、隣り合う二点間の曲線の長さが比例しながら小さくなる螺旋と定義されており、曲線状の任意の点での接線と中心からの線がなす角度は常に一定である。彼らは成長するときに自身のプロポーションを完璧に維持したまま成長するのだ。貝殻は中心に近づくほど古い、つまり大人で、殻の縁に近づくにつれて若くなる。[クリストファー・ウィリアムズ, 2014]小さな状態を子供、大きなものを大人と誤ってしまいがちだが、貝殻の場合は最も小さく見える中心の螺旋が最も長い時間を経ている。



〈図 40〉 さまざまな巻貝 筆者撮影・作図

タカラガイや二枚貝は一見そうは見えないが構造としては巻貝と同じだ。二枚貝も巻き貝と同じく螺旋形だが、急激に螺旋がゆるくなるため一見そうは見えない。蝶番に近い部分を見ると巻き貝と同じ螺旋構造が残っている。タカラガイの場合は螺子のような巻き構造が殻の内部にはいりこんでしまっているため外見上は分かりにくいですが殻を切断すると中に螺旋構造が見て取れる。タカラガイの貝殻だけ表面が滑らかなのは貝殻全体が外套膜に覆われた状態で成長するため。(図 46_1) このような貝殻を外套膜内に作るものから貝殻を消失したウミウシなどが生まれたと考えられている。

貝類

貝類を含む軟体動物は陸上や淡水のものも含めると約 10 万種が地球に住んでいると言われ、海の中ではエビやカニなどの甲殻類と種類数トップの座を競っている。日本周辺でも少なくとも 7,000 種を超える海産軟体動物が記録されており、食料として、あるいは装飾品として、古くから人々との生活にかかわってきた。

二枚貝や巻貝も、殻の部分は外套膜から石灰質を分泌することで作られる。軟体動物である彼らの多くは毒などの武器を持たないため、柔らかな体を殻で包み込むことで守っている。

サンゴ礁の海で目立つのは大きな二枚貝のシャコガイだ。オオシャコガイは二枚貝の中で最も大型で殻の長さが 1 メートルを超えるものもあるという。それよりも小さいヒメシャコガイやシャゴウなどはサンゴ礁で頻繁に見かける存在だ。彼らもまたサンゴ礁に寄生する生物の内の一種で、多くは蝶番を下にして体の半分以上をサンゴの中に埋もれて過ごしている。シャコガイを含む軟体動物もまた、多くが褐虫藻と共生していることが知られている。シャコガイは外皮の部分に褐虫藻を住ませ、貝殻を広げて光合成させている。そのため見かける時は大抵 “口“を半開きになっている。硬い殻を閉じてしまうと中の褐虫藻に日光が届かなくなってしまうためだ。普段食用にしているアサリやシジミなどと比べてシャコガイの仲間が大きく頑丈な殻を作れるのもこの体内に共生藻がいるためだ。この褐虫藻はサンゴに共生しているものと同じものだという事も分かっている。シャコガイは他の二枚貝と同じく海水を体内に吸い込み、海水中の植物プランクトンを濾しとって食べることもする。サンゴと同じく、捕食と共生藻の両方を利用することで他の種とは異質な大きい殻を持つに至ったと考えられる。[本川達雄, 1992]

ハート貝と呼ばれるリュウキュウアオイもまた、褐虫藻と共生する貝だが、こちらは対照的に “口“を開いた姿をまず見せない。その代り、その貝殻は驚くほど薄くできており、日を透かして中の褐虫藻に届くようになっている



〈図 41〉 シャコガイ 筆者撮影

鮮やかな色をしたシャコガイ。サンゴ礁に住むシャコガイは、サンゴなどに半分埋まった状態で生活しているものが多く、殻を半ば開いて外套膜を露出している。

ウミウシ

ウミウシはかつて貝殻を持つ軟体生物だったが進化とともに失った。美しい色と模様を持ち、一見目立つ上に身を守る貝殻も持たない彼らだが食物から毒を体内にため込む習性がある。一般的にウミウシは海綿などを食べる肉食性のもの、よく似たアメフラシは藻を食べる草食性に分けられている。貝殻を持つ軟体動物は胴体やその中の内臓や神経系ごと貝の成長に合わせて180度ねじれているが、殻を失った彼らはねじれから解放され、祖先系と同じ左右相称の体系をもつ。派手な色や柄は警戒色と考えられているが、色彩豊かな熱帯の海においては保護色の役割もあると推測されている。



〈図 42〉さまざまなウミウシ 筆者撮影

貝殻の螺旋形から解放された彼らだが、不思議なことに襲上に連なった卵を産む際、その卵塊は螺旋形を描いて植え付けられる。紙をゆるく巻いたような形状の卵は春先の海中によく見る事が出来る。

頭足類

タコやイカも同じく貝殻を失った軟体生物だ。マダコやコブシメなどはサンゴ礁域でおなじみの生物となっている。絶滅種のアムモナイト、現生種のおウムガイが近縁だが貝殻を持つことから、タコ・イカもかつては貝殻を持っていたものが進化の過程で失われたと考えられる。コウイカなどには貝殻の名残である骨片が甲として残されている。おウムガイは黄金螺旋である1:1.618の比率を持つことで紹介されることが多い。アムモナイトなどの頭足類はもともと円錐形の長い帽子のような形の殻を持っていたものが徐々に殻が螺旋形に巻かれるようになった。現生する巻貝の螺旋は一卷きごとの倍率が1.14~10倍まで様々な形態をしているものが多いが、初期のアムモナイトはアルキメデスの螺旋形に近く一卷きの倍率がほぼ一倍の種が確認されている。



〈図 43〉 コブシメ 筆者撮影

節足動物_カニとエビ、ヤドカリ、フジツボ

節足動物はその名の通り節のある体構造が特徴で、海中で甲殻類が占める。同じ節足動物である昆虫類が海洋に進出しなかったのは同様の形態を持つ甲殻類がすでにニッチを埋めていたためと考えられている。食性は肉食・草食、デトリタス食や寄生性など多岐にわたり、遊泳性や海底を歩行するものが一般的に知られているが固着性のものも少なくない。

カニ・エビ

サンゴ礁には特定のサンゴやイソギンチャクに住み着いて、その場を守るカニやエビがいる。先述したバブルコーラルシュリンプもその一種で、ほかによく知られているのがサンゴガニだ。普段はサンゴの分泌する粘液を食べて暮らしているだけだが、サンゴの天敵であるオニヒトデが来た際には全力で追いかつ。一方的に恩恵を受ける形の共生は、寄生または片利共生と呼ばれるが、双方に利益のある共生関係は相利共生と呼ぶ。サンゴと褐虫藻やこのサンゴガニも相利共生である。[本川達雄, 1992]

ヤドカリ

片利共生の例として、死んだ者の建築もしくは主が捨てた巣を別の生物が利用する例は多い。貝殻は軟体動物の作りだす骨格だが、死んで空になった貝は、今度はヤドカリの家になったり、ハゼのような魚の住処になったりする。



〈図 44〉 ヤドカリ 筆者撮影

ソメンヤドカリやケスジヤドカリは貝殻にさらにイソギンチャクを付けて二重の防御をすることで知られる。体が大きくなって新しい貝殻に引っ越す必要が出た際には、イソギンチャクも一緒に移し替えるという。イソギンチャクは一方的に利用されているように見えるが、岩以外の固着場所を確保できるうえ移動しながら食事也能きするためメリットはあるようだ。またキンチャクガニのように鉗にイソギンチャクを付けるヤドカリもいるため、刺胞動物の防御力は甲殻類にとって絶大なものがあるらしい。大半のヤドカリは貝殻の大きさ以上になれないため小型だが例外的に体重 4 kg に達するヤシガニがいる。彼らは生まれてしばらくの期間は他のヤドカリと同様に貝殻に入った生活をしているが、ある程度大きくなると殻を捨てて生活するようになる。ヤドカリの腹部は軟らかくなっているが、ヤシガニは他の外

骨格部と同じく硬質化する。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]ヤシガニはヤドカリ類の中でも陸上生活できる数少ない種であり、オカヤドカリもヤシガニに近く陸上に出られるが、こちらは殻を捨てられないので比較すると小さい。

フジツボ

固着性の甲殻類としてフジツボが代表的だ。円錐形の硬い石灰質の殻を持ち、脚で水流をおこしてプランクトンなどを食べる。岩礁以外にも、船底や流木、鯨類の体などに固着する。他の固着生活者と同様に、幼生期には遊泳し、固着場所を見つけると変態する。造礁サンゴ以外の礁を作る生物はこのフジツボとカキ礁が知られている。サンゴ礁域ではサンゴの骨格の中に寄生するものもいる。

環形動物_ゴカイとケヤリムシ

ゴカイ、ミミズ、ヒルなどを含む動物門で、体節の繰り返し構造からなる細長い体の特徴としている。軟体動物と共通する祖先系を持ち、体節を失って貝殻が発達したものが軟体動物に、体節構造が発達し殻を失ったものが環形動物になったと考えられている。体表が薄いキチン質で覆われていること、体節構造を持つことから節足動物の祖先系でもある。

ゴカイ

塊状のサンゴ礁のあちこちから、5 cmほどのカラフルな羽のようなものが生えている光景をよく目にする。よく見るとこの羽は傘のように広がり、小さなクリスマスツリーのように傘が三重か四重に連なっている。彼らはイバラカンザシゴカイというゴカイの仲間で、主にイシサンゴなど塊状のサンゴの体の中に住み着く。羽のように見えるのは鰓冠と呼ばれるゴカイの手と鰓を兼ねたもので、サンゴの中に体を隠しながら浮遊物を濾しとって食べているのだ。ゴカイの類は光の感知に優れており、自分の体に影がかかると傘を閉じて殻に閉じこもってしまう。サンゴの方にしてみれば特に利益はないが害もない寄生虫だが、花飾りのような触手が波に揺られる姿は美しいサンゴ礁の定番の風景である。[本川達雄, 1992]生物中で螺旋構造を持つ生き物というと真っ先に上がるのは貝類だが、このイバラカンザシゴカイの傘の部分は三角錐の頂点から対数螺旋を描く構造をしている。鰓冠部分は同じ種でもそれぞれ色彩が違ふことが多く、さらに二色以上の体色が混ざっているものも多い。



〈図 45〉イバラカンザシゴカイ 筆者撮影

1. 色が混ざっている個体 2. 単色の個体 なぜカラフルな色が付くのかは分かっていない。一つの穴から二本出ているのは二匹いるわけではなく、一匹の個体が常に二本の腕を出しているため。

ケヤリムシ

似た生活形態だが、身を守る殻を自ら作るケヤリムシという種もいる。表に見えるのは鳥の羽のような腕の部分である鰓冠のみで、全身のほとんどは管状の殻の中に隠している。この管は粘液を分厚く固めたもので、砂粒で覆われている。イバラカンザシゴカイも殻を作るがこちらはイシサンゴの中に隠れて見えない。ケヤリムシの場合は筒状の殻が基盤に立ち上がり、その上に鰓冠に触手を広げて呼吸しながら有機物を捕まえて食べている。鰓管の細かく分かれた枝(羽枝という)にかかった餌は溝を通過して鰓冠の柄に、そこから付け根にある口へと運ばれる。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]

第二章

群体の構造

群体を作る動物はサンゴをはじめとする刺胞動物や、コケムシなどのほか、半索動物のフサカツギや尾索動物のホヤやサルパも挙げられる。ホヤの大半は群体を作るので、群体になることは尾索類の特徴ともいえる。 [本川達雄, 2018]

〈群体を作る動物たち〉

刺胞動物門	造礁サンゴ、宝石サンゴ、ソフトコーラル、イラモ、カツオノエボシ
曲形動物門(内肛動物)	ウミウドンゲ
苔虫動物門	コケムシ
半索動物門	フサカツギ
尾索動物門	ホヤ、サルパ、ウミタル

[本川達雄, 『ウニはすごいバツタもすごい』 2018]から引用

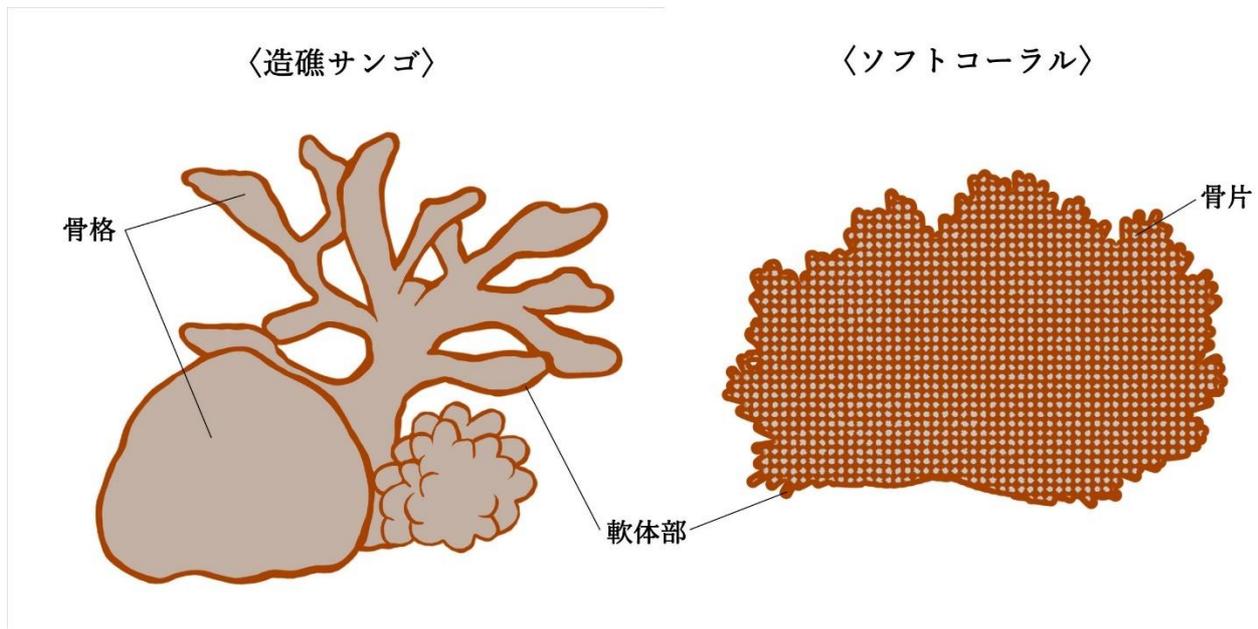
ホヤの場合群体中の一個を個虫といい、体同士が一部つながったままの個虫が共通の被囊の中に入っている。サンゴと同じく分裂と出芽で増え、個虫同士は血管や排出口を共有していることが多い。コケムシは曲形動物の仲間で、ワイングラスの縁にぐるりと触手が生えたような形態をしている。枝分かれや匍匐茎のような走根から新たな個虫が増える。多くの群体はこのように個体の分裂や出芽で隣に新しい個体を増やすことで大きくなるため、サンゴのように枝状や塊状の傾向はあっても全体の成長はその場の環境次第で不定形になる。それに対してサルパやカツオノエボシなどは出来上がる形状に完成形がある。

サルパはホヤに近縁の尾索動物だが固着生活に移行せず、一つ一つは細い樽型をしたプランクトン性動物だ。体を取縮させて海水を取り込み、植物プランクトンを捕食する。無性生殖で増え、数十から数百の個体が数珠つなぎになった群体を形成し、鎖のように長くつながった状態で遊泳する。またヒカリボヤは中空の長い筒状の群体を作り、その状態で海中を漂う生活をする。個虫一匹一匹が入水口を外側に持ち、排水口は内側の共同排水腔に開いて濾過摂食を行う。長さは種によって数cm程度からナガヒカリボヤのように20mまで成長することもある。

カツオノエボシはヒドロ虫綱に属するクダクラゲの一種で、猛毒を持つことから電気クラゲの別名を持つ。一見そうは見えないがヒドロ虫が集合した群体性だ。個虫はそれぞれ触手になるものやポリプになるものなど役割によって形や機能を割り振っている。個虫同士は他の群体と同じく体は融合し、体壁は一続きになる。藍色の10cmほどの浮袋を海面に出し、海面下に降ろす触手は10m程度、長いものでは50mになる。海面の浮袋は帆の役割をし、風を受けることで移動する。降ろした触手で小魚や甲殻類を捕食する。 [渡辺政隆, 1991]彼らが他の群体と違うのは海底に固着しない点だ。群体を作る生物の大半はベントスに属するが、サルパは誕生した時からプランクトン生活を続ける。カツオノエボシのように海面に生息するものはニューストンという。

1.サンゴの骨格_ハニカム構造との類似

サンゴはその見た目や、動き回ることを行わないため、昔は植物の仲間と考えられていた。現在はイソギンチャクに近い動物ということが知られているが、枝分かれした形状のサンゴの群体は確かに植物のように見える。サンゴを分類する際に、生物学的な系統樹に沿った分類によるのか、サンゴ礁を造る造礁サンゴと非造礁サンゴで分けるべきかによって当てはまる種類は変わる。(図 39) 造礁サンゴの代表的なものには、刺胞動物、花虫綱に属する六放サンゴ亜綱と八放サンゴ亜綱がある。アクセサリーなどに使われることで知られる宝石サンゴは八放サンゴだが、これは造礁サンゴには含まれない。ここに加えて、ヒドロ虫綱のヒドロサンゴ類が造礁サンゴに分類される。



〈図 46〉 造礁サンゴと非造礁サンゴ 筆者作図

サンゴ礁を形成しているものの代表が、刺胞動物花虫綱六放サンゴ亜綱イシサンゴ類であり、イソギンチャク類も六放サンゴ亜綱に含まれる。イシサンゴ目の中にハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、キクメイシ科などがある。体内に褐虫藻を共生させることで、藻の光合成エネルギーを得て石灰質の骨格を作る。イシサンゴの骨格は外胚葉の造骨細胞層の外側にできる。サンゴのポリプは造骨細胞が体外に分泌した炭酸カルシウムで出来た骨格に入っており、群体の骨格はこの集合体からなる。(図 40)

ソフトコーラル類と宝石サンゴのほか、アオサンゴやクダサンゴといった造礁サンゴが含まれる。ソフトコーラルは名前の通り軟らかく、内部には無数の骨片が入っている。造礁サンゴはサンゴが死んだあともその骨格は岩礁となって残るが、ソフトコーラルは死ぬとその体は崩れてバラバラになり、骨片は砂の一部になってしまう。宝石サンゴは深度 100m 以下の深い海底に生息することが多く、緻密で硬い骨格を作るため宝飾品として古くから利用されてきた。

平面充填

自然の造形と数学との関りの例として、よく例に挙げられるのが蜂の巣のハニカム構造である。六角形・六角柱を隙間なく並べて作られた構造のことで、まさしく「蜂の巣(honeycomb)」が名称の由来だ。広義には正六角形に限らず、立体図形を隙間なく並べたものもハニカムと呼ばれる。蜂の巣以外にも、昆虫の複眼や亀の甲羅、玄武岩の柱状節理などにもハニカム構造を見て取ることができる。

すべて同じ形状・大きさを平面を隙間なく埋めることができるのは三角形・四角形・六角形の三種のみである。加えて、強度の面では三角形が一番変形しにくい。六角形は単体だと変形しやすいが、平面充填した状態だと三角形には劣るものの強度が高いうえ、辺の数が多いことから一方向から力が加わった際にほかの面に広く分散できるという利点がある。三角形が一方向から力を受けた場合、力は残りの2方向に分散するが、六角形ならば5方向に分散できる。図を見ても分かる通り、六角形は三角形の集合体ということも出来る。[クリストファー・ウィリアムズ, 2014]力を分散するという点では円形が最も効率的だが、円形を平面充填しようとしても必ず隙間ができてしまう。蜂の巣が正六角形になるのは、巣を作る際に蜂の胴体に合わせて円柱形の部屋を作り、隙間を埋める形で部屋同士をつなげるためだ。円形に最も近い形で平面充填できる形状が正六角形であり、多くの構造物でハニカム構造が使われている。蜂の巣の構造は蜂が幼虫を育てる他にも、花の蜜を蓄えるため、花蜜を蜂蜜に変える工場として働き蜂によって建築される。蜂が幼虫を育てるのは幼虫には目も足もないため、これは巣を作る蜂が元は寄生蜂というほかの昆虫に寄生して育つ虫であったことに由来している。寄生蜂の幼虫は卵の時に親蜂によってヨトウムシなどの体に植え付けられ、その後昆虫の体の中という、暗い半ば液体のような空間で育つため、目や足を失ってしまったのだ。これは同じく寄生蜂を祖先に持つアリの幼虫にも受け継がれており、蟻もミツバチと同様に子育てやえさを蓄えるために巣を作り、真社会性を持つことが知られている。

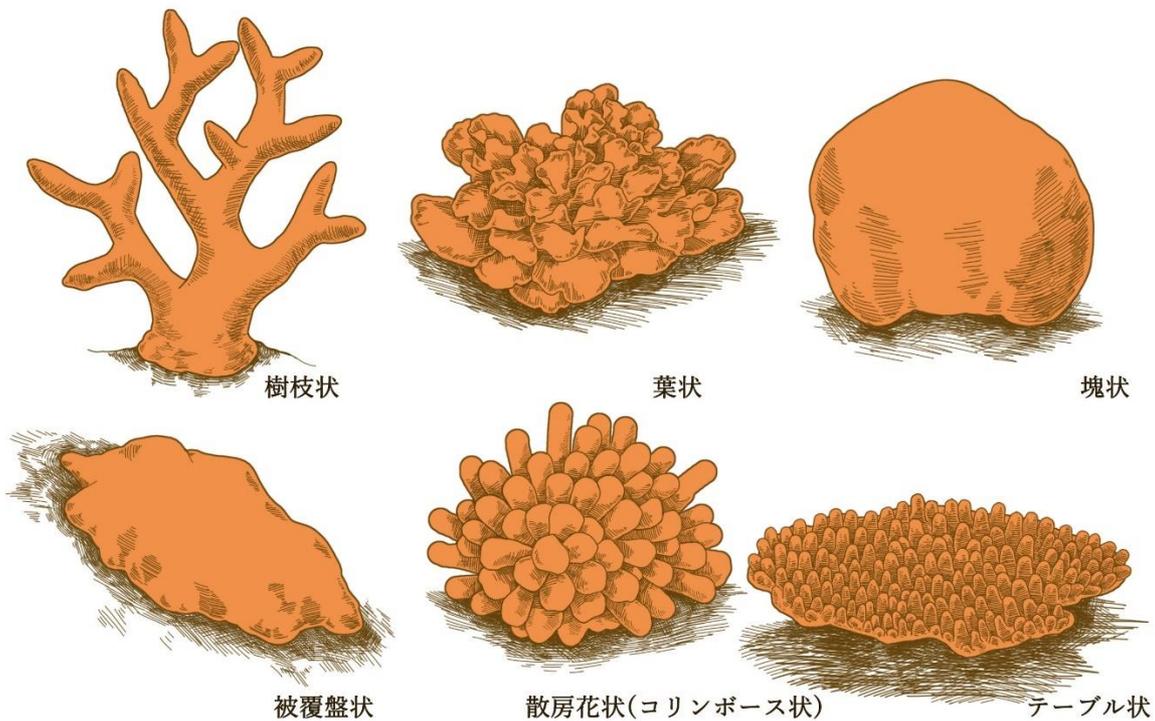
サンゴの骨格は円柱状のポリプを隙間なく並べることで群体となるため、ハニカム構造に近いものができる。完全な正六角形でこそないものの、空間を効率よく、強固に埋める形として、結果的に六角形の繰り返しが多用されているのも効率と機能が合わさったゆえだろう。(図 41) サンゴの六角形構造がほかの生き物のハニカム構造と違うのは、その六角形のスペース一つ一つを個体が独自に作り上げる点がある。



〈図 47〉 サンゴの骨格

サンゴの場合はポリプ同士で神経などのつながりがあるものの、それ一つだけでも生きて行ける動物だ。図は死んだイシサンゴの骨格で、元は丸みのある塊状のサンゴだったと思われる。ポリプの円筒形の体内に放射状に隔膜が入り込んでおり、骨格にも隔壁として構造が反映されている。隔壁の数は触手の数に対応しており、骨格からこれらのポリプの姿を再現することもできる。

サンゴの骨格は炭酸カルシウムの結晶でできており、ポリプの外肺葉が分泌する成分と高アルカリ性の海水によって作られる。基本的には円筒形で、隣のポリプとの間の骨は共骨、そこを埋めている組織と共肉という。注視すべき点はサンゴの骨格はポリプ自身が自分の外に、自分自身で作りあげるという点だ。サンゴの骨格はサンゴ自身が炭酸カルシウムの結晶を分泌して組み立てるわけではなく、サンゴの外肺葉の分泌物が海水と反応することで出来る。働き蜂が子育てのために用意した部屋や、一器官としてある複眼などとは違い、いわば一個の生物の体であると同時にポリプの家でもある。それが結果的に六角形のくり返しになるのはまさしく効率と強度の問題を合わせて解決するための機能美だ。もちろんサンゴ自身が効率や強度を考えて自分の骨格もとい部屋を作っているというわけではないだろう。場所争いや元の骨格の都合などの要因で極端にゆがんだ多角形の骨格を作っているものも確認できる。円筒形の体同士をつなげて隙間なく埋めた結果が六角形柱になるという成り立ちは、蜂の巣の構造と近い。



〈図 48〉 群体の形状 筆者作図

群体の形状は種類や場所によって違う。複数入り乱れていることが多いが、同種が似たような形状で群生している場所も多い。同じ種のサンゴでも、場所などの環境によって違った形状の群体になることがある。

イシサンゴ目キクメイシ科のノウサンゴなどのように、ポリプ同士を区別する隔壁を持たず列を作ることもある。人間の脳のように、丸い塊にしわが入り込んだように見えるが、よく見ると連なったポリプが枝分かかれしながら表面を埋めるように成長していることがわかる。塊状のサンゴはテーブル状や枝状のものに比べて表面積を大きく保てないというデメリットを抱えている。光合成に栄養供給を頼っているサンゴにとって、表面積を広く持ち日光をたくさん浴びることは必須条件のように思えるが、サンゴの形態には被覆盤状のものや塊状をとるものは少なくない。多肉植物や苔類を想像させる形態だが、彼らのこのような形態にもメリットがある。固着面積に対して表面積が小さいのは、逆にしっかり身体を固定できているということでもある。サンゴ礁域は台風発生地域でもあるため、海は度々時化に見舞われるが、エダサンゴや葉状のサンゴが折れても塊状のサンゴは無事なことが多い。また、サンゴ自身は日当たりと海水さえ確保できれば波に転がされても行き着いた先で成長できる。塊状のサンゴが波に転がされて移動した先でまた成長するのはよくあることだ。被覆盤状のサンゴは比較的深い海底で見られることが多い。日光に依存するサンゴは浅いが干潮時に完全に露出しない海底に固着するが、そのような場所はさまざまなサンゴが入り乱れて生活しており競争率が高い。最も群体のバリエーションや種類が豊富なのはこの比較的浅い海だが、深場は競争率が低い代わりに届く日光も少ない。そのためわずかな日光を確実に受け止めるため海底を覆うように平たく成長し、へばりつく様な形状になる。

樹枝状のサンゴは造礁サンゴ、非造礁サンゴ両方でよく見られる形状だ。木は根をはっている地面の面積あたり、最も効率よく太陽光を受けられる形に成長する。草のように平面的に広がるものは、光を受けられるのはその根をはっている地面の面積分だけだが、木は光を受ける部分を何層にも積み上げている。さらに各層が少しずつずれて配置されることで、受講面積を最大にするように設計されている。サンゴにも同じ設計原理が働いており、樹枝状のサンゴは、光のエネルギーを効率よく受けるのに適した形状といえるだろう。

しかしながら、木の高層化にはリスクがあり、枝の数が多く、その重量が大きくなるほど幹にかかる負担は大きくなるうえ、木の高さは高ければ高いほど根に負担がかかる。このため、台風などの強風時には大きな木ほど被害を受けやすい。海岸や山の上など、常に強く風が吹く場所では、木は地面を這うように丈を低くしている。さらに高所では気は生えておらず、草や地衣類のみとなる。海では低いところに生きる造礁サンゴが地衣類に似た形状になるのに対して植物は高いところほど被覆盤状に近くなるのだ。このように植物の形が風に影響されると同じく、サンゴの形も波の影響を大きく受ける。樹枝状のサンゴは、枝がすぐに折れてしまうので波が激しいところでは見られない。そのため、流れの強い場所では背丈の低い、葉状のサンゴが繁殖しやすい。ウスコモンサンゴは大きな葉を組み合わせた形状で、丈は短いですが広い受光面積を確保している。また、樹枝状や葉状のサンゴはすぐ壊れてしまう分を成長の速さで補っている。受光面積が広い分成長速度が速いのが樹枝状だ。対して塊状のサンゴは丈夫だが、受光面積が少ない分成長速度は遅い。 [本川達雄, 1992]

2.フラクタル構造と不定形性

骨格の形状がハニカム構造を基本とした数学的支配を受けているのに対して、サンゴの群体としての成長の仕方には決まった形状といえるものが無い。塊状のサンゴは円形に近いお椀型に成長することが多いが、必ず半球状になるかというとはそうではない。これには成長にかかわる要因が日光、海流、そして周りのサンゴという多方面からの圧力によるものと考えられる。大半のサンゴは個体としては放射相称形という決まった形状をとるが群体としての成長は不定形だ。場所によって成長の仕方は変わり、また隣同士のサンゴとの場所争いという不安定要素も合わさる。サンゴは、日中は共生藻の光合成によって得られる多糖類を得ているが、夜には触手を伸ばして喧嘩もするのだ。

サンゴは日当たりに生き残りを左右されるため、隣近所のサンゴが自分の上に成長するようなら積極的に攻撃する。特に攻撃用の触手を成長させるものまでいるほどで、この「喧嘩」をする際にはポリプ同期つながっている神経系で連携を取り、群体は一個体として行動をとる。結果的にサンゴの成長は粘菌の移動やウイルスの増殖を思わせるような、不規則な形をとることが多い。(図 43) 先述したハニカム構造の建築を生み出す時に、その仕事をするのは個々のポリプという独立した存在だ。対して、全体の形なすのはサンゴの群体という超個体ともいべき共同作業によって出来上がる。私はサンゴ群体の魅力は個々の放射相称形の連なりと、その規則性に相反した不定形の成長の二面性によるところが大きいと考えている。まわりの者同士と影響しあい呼応して出来上がった形が、日中はそんな気配は全く見せずに静かに日を浴びているのだ。植物を長時間撮影して早送りすると葉が蠢いている様子を観察できるが、サンゴの形状にも何十年、何百年とかけてそれを繰り返してきた歴史が伺える。



〈図 49〉 サンゴ礁を真上から見た様子 筆者撮影

アメーバ状の、不定形に成長するものとして人の作る都市がある。町は“路”、海路や陸路沿いに発生し、そこから別の道が枝状に伸びて分布を広げていく。この広がりには規則性や統一性がなく、予測で

きないため時として誰の意図でもなく都市計画の障害となった。道は広い大通りから脇道が伸び、その脇道からさらに細い路地が伸びる。道の枝分かかれは植物の枝分かかれや河川の分岐に通じるフラクタル構造を持っている。[フィリップ・ポール, 2016]

サンゴ群体の成長は不定形であると同時にフラクタル構造を想起させる。フラクタル構造は図形などの部分と全体が自己相似になっているもののことを言う。よく例に挙げられるのは海岸線だ。大きな地図で見た海岸線は複雑に入り組んだ形状をしている。これが一般的な図形なら拡大するにしたがって細部が削られ滑らかな形状になるが、海岸線はどれだけ拡大しても同じように複雑に入り組んだ構造が現れる。(図 44) この海岸線の長さを図ろうとすると、より小さい物差しで測れば図るほど微細な凹凸が検出されて測定値が長くなってしまいうため、このような図形の長さは無限になる。これを海岸線のパラドックスという。この構造を定義したフランスの数学者マンデルブロは、株式グラフから自己相似の繰り返しに気が付いたという。株式グラフは分単位で見ても日単位で見ても、それが月単位になっても複雑さが変わらない。フラクタル構造はあらゆる場面で見られる。木の枝分かかれ、シダの葉は拡大すると部分が全体の縮小になっている。水の浸食によってできた川のパターンも枝分かかれのフラクタル構造をもっている。枝分かかれのフラクタルは流体を運ぶものに見られることが多い。樹木の枝ぶりは水を効率よく吸い上げるために発達し、河川の支流は水を運ぶためにできる。道の枝分かかれも人やモノという物流を効率よく運搬するために分岐する。[フィリップ・ポール, 2016]

山の隆起と小さな石の凹凸は相似しているため、あまりにも大きな岩の隣に人が立つと人の方が小人に見えてしまう。大きなものと小さなもので形の複雑さに変化がないため錯覚を起こすのだ。



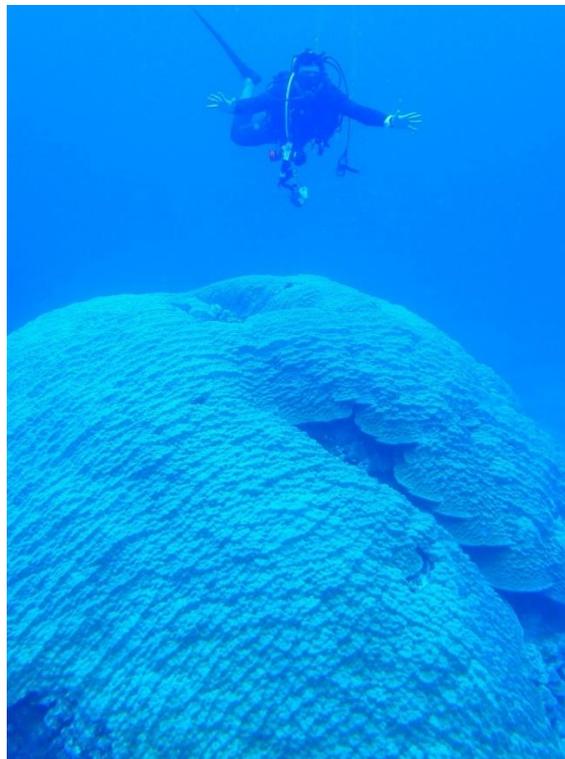
〈図 50〉 海岸線のフラクタル 筆者作図

生物に見られるフラクタル構造は血管の分岐構造や腸の内壁などがよく例に挙げられる。血管の場合、体積という有限の中に効率よく可能な限り占有する体積は小さくあることが望まれるが、ガス交換のための表面積は大きくあるべきだ。この場合、有限の体積の中に広く表面積を確保できるフラクタル構造は効率的である。サンゴは独立した生物が集合した群体だが、その生態や形状は植物や内臓器官に通じる。サンゴ礁の群体はそれ自体が都市の縮小のようにも内臓器官のようにも見えるが、大きなものと小さなもので形状の複雑さに差が無いという点にはどちらも共通している。不定形で複雑な形状を持つ一方で、基本的な成り立ちは単純だ。無性生殖の分裂を繰り返し、平面充填の結果出来上がる。フラクタル構造が形成される要因は様々だが、付着・蒸着・凝集・破壊・浸食などそのどれからランダム

なゆらぎとゆらぎを安定させる不安定性がある場合フラクタル構造が実現することが明らかになっている。[高安秀樹, 1996]

螺旋構造もまたフラクタルの要素を持っている。中心から一定の角度で幅を大きくする螺旋はどれだけ大きくなってもあるいはどんなに小さくても形が変わらない。対数螺旋は貝殻以外にもよく見られる自然現象だ。サボテンや多肉植物の構造や松ぼっくりの襞の重なり、台風の渦。ヒマワリの小花は右巻きと左巻きの対数螺旋が組み合わさった二重らせん上に並んでいる。[フィリップ・ボール, 2016]

雪原や砂浜を見ていると距離感が分からなくなることがある。なだらかな隆起を繰り返す砂は海の波を止めたようで、近くと景色と遠くの景色が区別しづらい。海流が創り出す波もまたフラクタルだ。足元の小石と遠くの山に自己相似性があるように、波の繰り返しや複雑な地形は大小が分からなくなるため大きさの基準を近くに置く必要がある。地図にスケールが必要なのはこのためだ。枝分かれする道は自己相似を繰り返し、拡大すると新たな道が見えるようになる。



〈図 51〉 慶良間諸島・ハマサンゴ 筆者撮影

一見サンゴが手前にあって奥に人がいるように見えるが、実際にいるのは真上どころかサンゴよりも手前に近い。直径5mを超えるこのハマサンゴは、慶良間諸島の黒崎近くにある。世界最大級のサンゴは米国領サモア島にあり、この写真と同じくドーム型のハマサンゴだ。高さ9m、直径12mのこのサンゴは1000歳を超えると推定される。サンゴの輪郭は不定形で大きくても小さくても印象が変わらない。単体で見ても、一部分を見ても全体の大きさがどの程度なのかわからない。

サンゴ群体の固着面は底盤と呼ばれ、岩や死んだサンゴ骨格の上に着いている。群体サンゴは成長しながら定期的に下方に横隔板と呼ばれる仕切りを形成する。大きく成長するためにポリプを一斉に上方に引き上げて常に表面を覆うようになっているのだ。このことが直径数メートルに及ぶ巨大な群体の形成を可能にしている。[山城秀之, 1995]

3. 群体を作る動物たち

群体はホヤ、サンゴのように、無性生殖で増えた個体同士が体の一部がつながった状態のものの事をいう。ホヤの場合、群体中の個虫は共通の被囊の中に入っており、さらに個体同士が血管や神経でつながっているものもある。サンゴも同様で、個々のサンゴは独立した一個であると同時に隣り合った者同士神経や間の体の組織も共有している。群生は個々が一つの生物であると同時に、全体で体を共有した巨大な一生物ともいえる。

分裂して増える単細胞生物は不老不死といえる。同じ遺伝子を持つクローンを作り出せる単細胞生物は、自分と同じ存在を作れるためだ。あなたは私であり、私はあなたでもある状態を延々と繰り返すならば、「私」は死なないし年もとらないため、分裂した片方が死んでももう片方が生きて増え続ける限り死ぬことはない。もちろん厳密にはすべての生物に死は訪れるし遺伝子のコピーに失敗してあなたと私が違うものになることもあるだろう。

枝状や塊状など、サンゴはさまざまな形の礁を形成するが、一塊のサンゴ礁はみな同じ遺伝子を持つ個体で埋まっている。個々の遺伝子が全く同じクローンであり、神経などを共有して外敵などに対して団結した行動をとるうえ骨格は一塊になっている。今あるすべてのサンゴ群体は、もともとはたった一つのポリプが岩の上に固着し分裂することで出来上がった。どんなに大きな、複雑な形状のサンゴ礁でも、今彼らを形作っている無数のポリプは、最初にその場に取り付いた一匹の遺伝子をコピーして増えている。生物は個の不老不死と引き換えに雌雄に分かれて進化する利益をとったと言えるが、サンゴなど群体を作る動物はまだこの取引を終わらせていないように感じる。

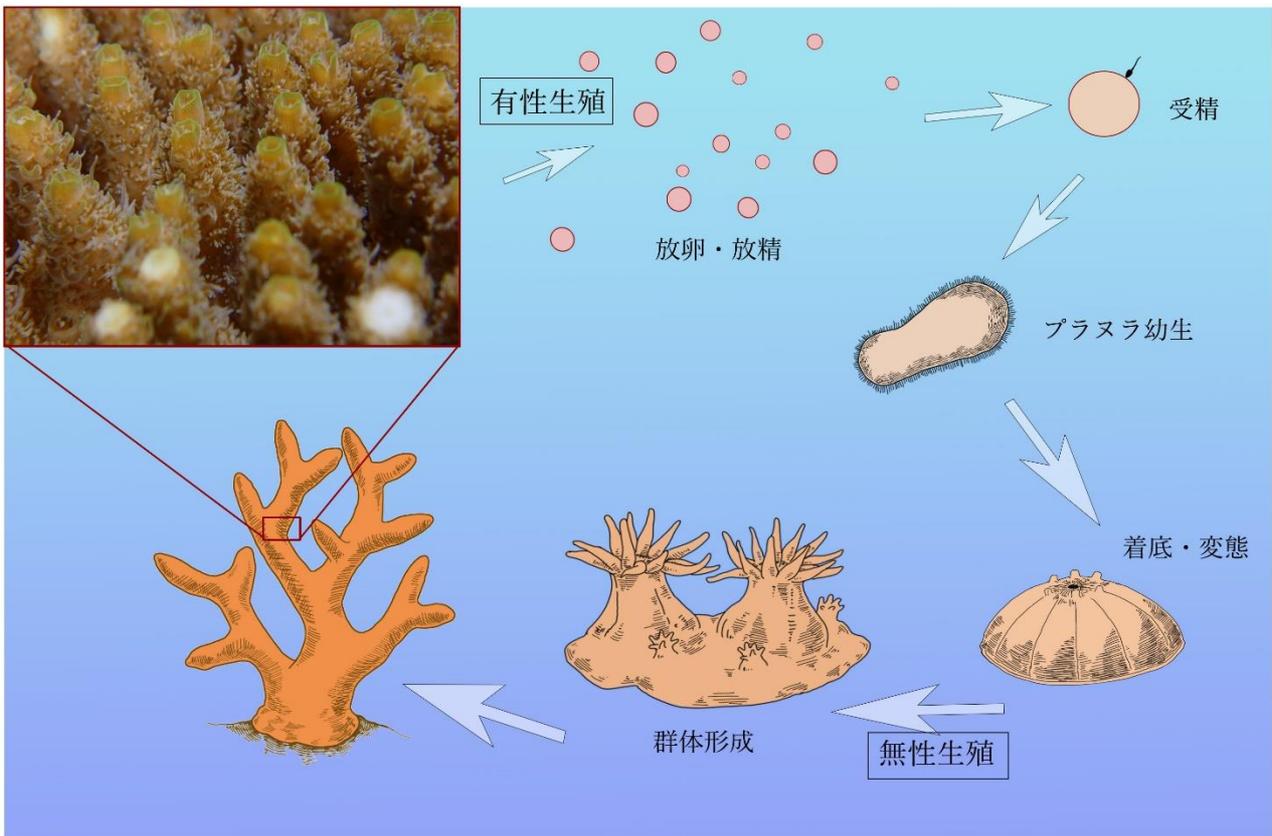
サンゴのポリプが増えるのは主に分裂と出芽で、一個が二つに分かれるか、一個の端から小さな芽が出来て成長する。このような群体を形成する生物はほとんどが固着性の濾過摂食者か好流性懸濁食摂食者という特徴がある。群体は基本的に動くことができないため海流に頼らざるを得ないことに加え、個々が大きく成長することがないため大きな餌を食べられないことも理由の一つだろう。サンゴのポリプやホヤの個体は、群体としてどれだけ大きく成長しても一匹一匹がそれに合わせて大きくなるわけではない。大きくなるのは個体が増えることで群体が成長するためであって、個々の大きさは常に同じだ。サンゴのように直径が数メートルになるものをはじめ、ホヤやコケムシなどそれなりの大きさがあるものでも個々の大きさはみな数ミリ程度と小さく、たいていは分泌して造った外骨格の中に入っている。

総じて感覚器官、筋肉、中枢神経などを持たない単純な体のつくりで、これは動かない生活への適応と考えられる。また、餌が小さいため消化器官が単純だ。濾過摂食や光合成のため、群体はより多くの餌や光を効率よく摂取する必要性から表面積が大きくなるような体のつくりになることが多い。その結果広い表面を酸素の取り込みや排せつに使えるため呼吸器官や排せつ器官を発達させず、単純で小さい体を維持していると考えられる。[本川達雄, 2018]

また彼らはどれも外骨格動物で、個体のサイズ自体は成長しない。昆虫や甲殻類などの外骨格生物は防御能力に優れた動物だが、外骨格は大きさが変わらないため成長の際には脱皮が必要だ。この脱皮は体外組織を一新して若返り、大きく成長するという長所がある一方で脱皮中に襲われる、また脱皮に失敗して命を落とす危険性が高いという短所もある。また脱皮のために新たな骨格をすべて作り直すコストもかかる。群体として成長するものは、外骨格で身を守りつつ脱皮は必要ない。個体が成長する必要

が無いからだ。サンゴのポリプも個体の成長はしないと言っても良く、成長はポリプを増やし群体として大きくすることを指している。

サンゴの動物たる大きな特徴として卵生で有性生殖することがあげられる。沖縄では毎年5月後半から6月中、初夏の夜にイシサンゴ、ソフトコーラルが一世代産卵する。この一世代産卵にはいまだ謎が多く、脳や視覚情報を持たないサンゴがなぜ周りのサンゴと同じタイミングで産卵できるのかは分かっていない。サンゴポリプは雌雄同体で、ポリプ一個一個がバンドルと呼ばれるカプセル状でなかに精子と卵が入ったものを放出するものと、サンゴ内で受精した幼生を放出するものに分けられる。〈図 46〉にあるように、受精すると細長く体表に繊毛の生えたプラヌラ幼生と呼ばれる状態に変化する。[中村庸夫, 2012]サンゴは固着生物だが、生涯この時だけ海中を遊泳する。自身が成長するための岩場を探し一度根付くとそこで成長し続け動くことは無い。サンゴの幼生が泳ぐのは流れが程よく、日当たりのいい岩場を探すためだ。サンゴにとってはしっかりした足場と日当たり、強すぎない海流は生存条件である。固着した後も、個体が分裂して成長する方向などをコントロールして、進むように成長するものもいるが、基本的には同じ場所で大きくなるしかない。



〈図 52〉サンゴの一生 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』, 2008, p78] を参考に作図

サンゴと近縁のイソギンチャクは、礁や群体を作ることはないが個体の増え方はほとんど同じで、分裂と発芽が多い。幼生期には遊泳し固着すると変態してポリプ型になる。サンゴは一度固着生活に入ったら動くことは出来ないが、イソギンチャクは僅かずつではあるが「歩く」ことが可能だ。海流の流れ

に食事情が左右されるため歩き回り、場所の取り合いも珍しくない。[内田紘臣, 2001]同じ刺胞動物のクラゲ類はプラヌラ幼生から一度ポリプ生活をした後、そこからクラゲ幼生に分化するという二重工程を経ている。

似た生活形態として先ほど挙げたホヤも、サンゴと同じく誕生間もない期間だけ遊泳することが出来る。幼生のホヤは固着する前と全く違う形態で、オタマジャクシ状をしている。この形態の時にのみ後半身に脊索を持つ尾索動物であることから、ホヤは後の脊椎動物につながる生物と考えられている。このホヤの尾索は岩場に固着し、形態を変化させるとともに消滅し急須のような体になると、もうそこから移動することは出来ない。

群体性は積極的な分散には不向きでサンゴの場合は年に一度、海流に任せて卵を放出するしかない。分裂や出芽は個体数を増やすには便利な方法だが、限られた海底スペースを巡って争うことも多い。このような群体動物について、ホヤを用いた研究では、群体サイズが大きくなる、個虫が増加するにつれて一個体あたりの代謝量が小さくなることが証明されている。単体性動物の場合、大型動物ほど単位重量当たりのエネルギー消費が少ないことが知られているが、群体生物の場合も群体が大きくなるほど個体一つ一つのエネルギーが節約できる可能性が高いという。節約したエネルギーは無性生殖や有性生殖に回すことができるなら群体を形成し大きくなることにメリットがある。[中野理枝, 2011]

4.サンゴ群集の種多様性

生物多様性は個体群の集まりである群集の性質であり個体や個体群の集まりと関わりを表す。種多様性には種類数の多さと、種類間での個体数などの稜の均等さの二つの側面があり、後者は均衡性と呼ぶ。種類数は種の密度、すなわち一定面積当たりどの程度の種類数が多いかで測定され、種類数が多い方が群集の種多様性が高いと判断される。〔酒井一彦, 1995〕

サンゴ礁の種多様性の高さは生物間の共生、寄生とサンゴ礁の作る環境によって成立している。土台となるサンゴと褐虫藻の共生は、固着生物にとって最大の関心事である餌の獲得を太陽光による光合成という手段で解決した。褐虫藻は創り出すエネルギーの実に約90%をサンゴに献上している。そのほかにも光合成によってできた酸素も褐虫藻から受け取ることができるため、呼吸と食事を光合成によって賄っていることになる。褐虫藻の方もサンゴのポリプが食事をした後の排せつ物を肥料としてもらえる、光合成に必要な酸素もサンゴから受け取れるうえ安全な場所で生活できるという好条件だ。このサンゴと褐虫藻の相利共生がさらに周りの生物の繁栄を助け、サンゴ礁を生物多様性の高い空間にしている。〔本川達雄, 2015〕

サンゴは褐虫藻から受け取ったエネルギーの半分を骨格の形成などに使い、残りの半分はサンゴの表面を覆う粘膜として放出する。粘膜は透明で糖を多く含む糖タンパク質からなり、サンゴの場合は粘液細胞から分泌され様々な役割を果たす。最も大切なのが乾燥からの防御で、浅瀬に固着するサンゴは大潮の干潮時に海面に出てしまうことがある。その際に粘液を大量に放出することで乾燥や雨などから内側の軟組織を守る役割がある。さらに、褐虫藻は日光を必要とするものの赤道直下の紫外線は生物の遺伝子やたんぱく質には有害なため、日焼け止めの役割も持っている。

また、波や周囲の生物の活動などでサンゴの上に砂や微細なゴミ、細菌などがサンゴの表面に降り積もることがある。サンゴの中には粘液を膜状に分泌するものもあり、これを定期的にはがして新しくすることでサンゴ上の汚れを落とすことができる。粘液はサンゴが食事をしている際に邪魔なように思えるが、動物プランクトンや懸濁物を捕食する際には、粘液と一緒にベルトコンベアのように口に運んでいる。このようにサンゴにとって重要な役割を持つ粘液だが、サンゴから離れた後は分解され、他の物質と結合しながら海中懸濁物として他の生物の餌にもなる。サンゴに共生、寄生しているカニなどの甲殻類の多くもこの粘液を餌にしており、潜在的な食物連鎖の土台になっていることから、サンゴ礁の生物多様性を支える一因といえる。〔山城秀之, 2017〕

オーストラリアの東海岸に広がるグレートバリアリーフで行われた研究では、樹枝状のハナヤサイサンゴの枝の隙間にどのような生物がいるか調べられた。サンゴ全体に目の細かい袋を駆ける形でサンゴを回収し、枝などの隙間に住む生物が逃げ出さないように直径10 cmから30 cmのハナヤサイサンゴ40個が採取され、動物が取り出された結果、合計101種・951体の動物が見つかったという。〔酒井一彦, 1995〕

J・S・ターナーは著書『生物がつくる体外構造』の中でサンゴ礁ができる海岸線は、「胚の中の血液と空気とのガス交換に似ている」と述べている。〔J・スコット・ターナー, 2007〕サンゴは通常海岸の浅い海に住む。海岸線は栄養の豊富な開けた海と、陸の縁にそって住む多様な生物たちとの接点であり、生物が栄養を得るためにはサンゴ礁の境界である海岸線を越えていかねばならない。多くの生物がサンゴの境界を相互に行き来して呼吸しているのだ。

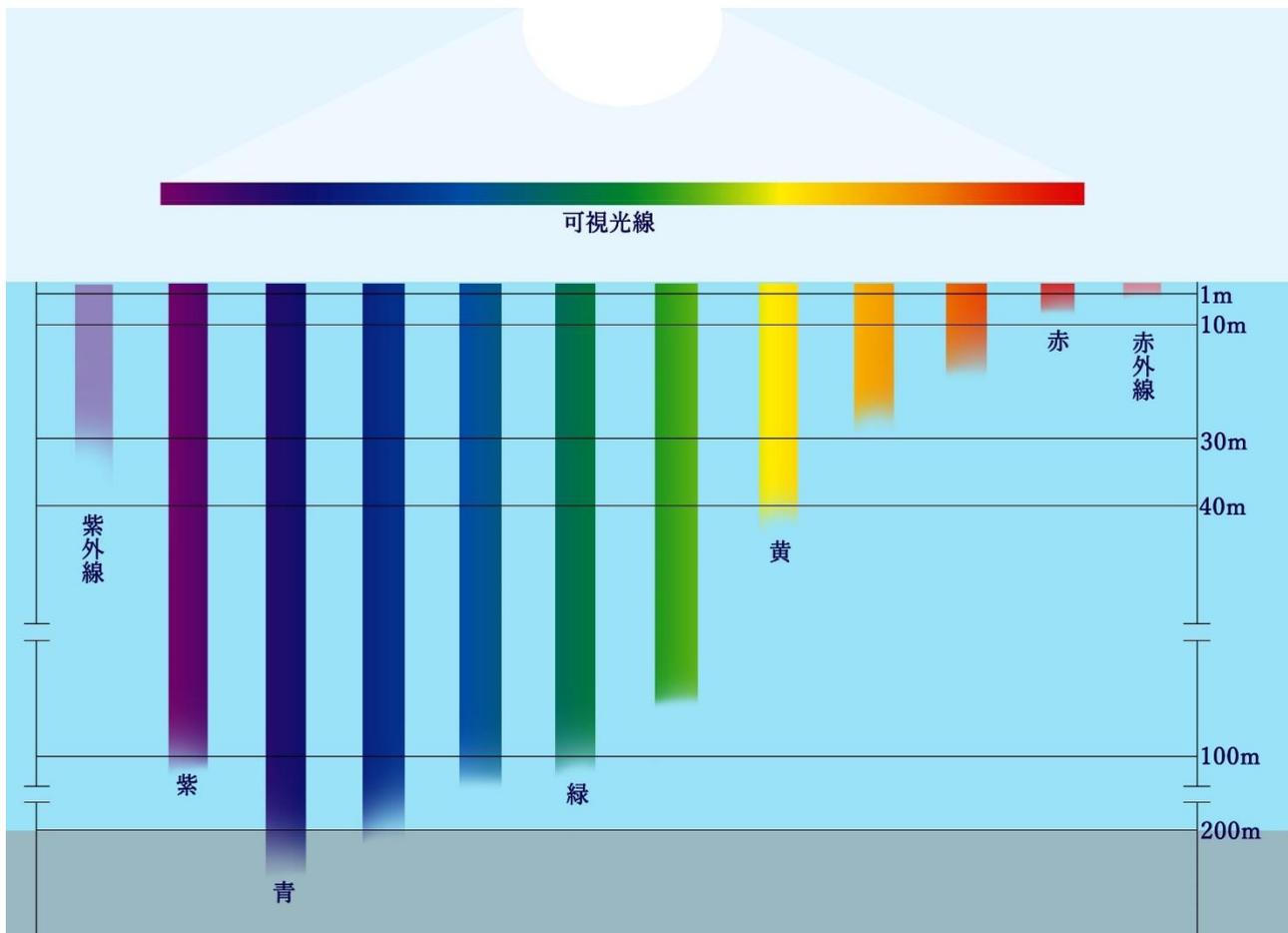
第三章

海の中の光と色彩

海の色が青く見えるのは赤色光が拡散し水中に吸収されるため、深く潜れば潜るほど赤、黄色は退色していく。太陽光には波長の短い紫から波長の長い赤まで含まれており、水中では波長の長い光は吸収され、青い光だけが通過して水中深くまで届くためだ。浅い海岸や、バケツに掬った水は青く見えないため、吸収される赤色光はほんのわずかと分かる。

サンゴ礁の海岸は白い砂浜に覆われている。サンゴの骨や珪藻類の殻、貝殻などは主に炭酸カルシウムから出来ているため死んで砕けると白砂になる。吸収されずに水中を通った青い光は、海底まで進んでこの白い砂浜に反射され、青を目に運ぶ。南国の海は鮮やかな青に染まって美しく見えるが、その風景を作り出しているのは海底に降り積もった白い骨の欠片だ。

海中に1m潜ると届く光は45%にまで減退する。10mでは16%、100m以下で1%を下回る。海中では水深1mから200mの光がわずかでも届く範囲を有光帯、200mから1000mを薄明帯、1000mから4000mを暗黒帯、それよりも深い海を深淵と分ける。[国立科学博物館、他, 2017]光の届く範囲は広大な海中のほんの表層に過ぎない。多くの生物が棲むのはこの有光帯の中で、取り分けサンゴや海藻類など光合成を必要とするものは100mよりも浅い水深に集中している。(図47)さらに、多くの生物が植物プランクトンや海藻などを餌としていることから浅い海に生物が集まるのは必然といえる。



〈図 53〉 海中に届く可視光線 [国立科学博物館、『特別展 深海 2017』、2017、p19]を参考に作図

サンゴ礁の海が高い透明度を持つのは海中に植物プランクトンが少ないためであり、つまりは海水に栄養がないためだ。高温が続いたときや生態系のバランスが傾いたとき、赤潮や青潮の発生がニュー

スになることがある。植物プランクトンは食物連鎖のピラミッドでいうと最下段のため、上段の影響が大きく響き大発生につながってしまう。時たま災害のような扱いを受ける赤潮や青潮だが、多くの生物の生活を下支えする重要な存在であり、彼らが多いということは海中が栄養に富んでいるということでもある。しかし、生物の豊富なサンゴ礁の海に彼らの姿は極端に少なく、まるで水中にいるということを忘れそうなほど遠くまで見渡せることも少なくない。

サンゴ礁の海で植物プランクトンは他の海とは異なった姿となり、多くはサンゴ礁などの共生藻を持つ生物の体内に暮らしている。熱帯・亜熱帯域の海洋生物には褐虫藻などの共生藻を持つものが多く、先述したシャコガイやリュウキュウアオイの他、イソギンチャク類やクラゲ、海綿類も共生藻を持つことが知られている。

1.色の持つ効果

海中の色彩は紛れもなく自然の作り出した色だが、まれに人工物を思わせる蛍光色に出会うこともある。特にイソギンチャクやシャコガイの持つ色味は独特だ。また、サンゴやイソギンチャクなどは夜間にUVライトや青い光を当てると蛍光発光することが知られている。詳しい理由は謎も多いが、サンゴが体内に日光を遮る蛍光色素を持つことが分かっている。サンゴは褐虫藻のために日光を必要とするが、あまりに日光が強すぎると褐虫藻が弱ってしまう。そのため、浅い海のサンゴは余計な光は遮るように蛍光色素を作っていると考えられていたが、近年水深30mから100mに至る深場のサンゴ礁にも蛍光色素が発見された。従来の「日焼け止め」としての効果ならば日光の散乱する深い海には必要ないはずであり、蛍光色素はむしろ共生藻の光合成に役立つものなのではないかという仮説がある。

[Armond, Carrie (National Geographic News), 2015]

当の海洋生物たちの目にこの景色がどう映っているのか本当のところはわからない。サンゴ礁をはじめ海綿類や藻類は豊かな色彩を持ち、ヒトデもウニもそれぞれに独特の色や形を持っていることは先の章で紹介したが、当の本人たちには色彩を判別する眼が無い。彼らは自分が魅力的な形態を持つことも、鮮やかな色を持つことも知らずに暮らしているのだ。

昆虫の研究では、彼らは紫外線を判別できるため花の様相が人間とは全く違ったものに見えているということが分かっている。我々が花をきれいだと感じるのは人間の勝手だが、花側からすれば一番大事なメッセージは花粉を運んでくれる昆虫にさえ伝わればいい。多くの昆虫は複眼を持ち、広く優れた視界を持つ。昆虫は最も陸上生活に適応し、植物と共に進化を重ねてきたといってもいい。昆虫は地球上で最も種類の多い動物であり、現在確認されている全動物の半分以上占めると考えられており、さらに未発見の種が多くいると予想される。人間は三原色で世界を見ているが、昆虫はこれに紫外線を含めた五原色で世界を見ることができ、さらに時間を分解して処理する能力に優れているため、人間の動きなどはストップモーションのように見えていると考えられている。鳥類も同様に紫外線を識別でき、さらに磁界を見ることが出来るという。生物の尿には紫外線を反射するリンが含まれているため、この痕跡を見る能力が野ネズミなどを狩る際に役立っているという。私たちには見えない生物の残滓が彼らには見えているのだ。彼らには森や町は人とは全く違ったものに見えているだろう。

我々は色彩のある世界に生きているのでそれが当然のように感じるが、色の判別ができる動物は哺乳類では霊長類に限られており、ほかには魚類、鳥類、節足動物のみだという。かといって色の見えないことが生物としてハンディキャップになっているのか、欠けた能力なのかということもまた人間目線になってしまう。魚類や節足動物の中でも地中生活をするもの、暗い洞窟や深海に住むものなど視覚情報を必要としない生物も多い。

現生種の中でも、ヒラムシや環形動物、軟体動物など大半は光受容体を持つのみで画像を結び認識することは出来ない。それでも光の感知は生存競争に有利に働く。光を認識できれば影に気が付くため、敵の存在を知ることができる。節足動物の複眼は昆虫、甲殻類だけでなく、多毛類や二枚貝にもある。ホタテガイの外套膜は緑の部分に目が並んでいることはあまりにも有名だ。緑を取り巻くように何十もの眼がついているのは彼らには首が無いためである。とっさに振り向けない、広い範囲の生物を複眼で同時に見ているのだ。最も視覚情報に精通していると思われるのは節足動物、甲殻類のシャコだ。眼の

受光器官は人間が三つなのに対し、シャコは 16 あり紫外線や偏光も見られるうえ、一つの眼で遠近感も分かるという。さらにそれぞれの眼別々に動かすことも出来る。 [スーザン・ドミルトン, 2015]

2.保護色と警戒色

サンゴ礁に住む生物たちが派手な色模様を持つのは、サンゴ礁の豊かな彩りによって派手さが保護色になるためだ。加えて、水の透明度が高いため視覚情報に依存する生活形態の生物が多いことも理由としてあげられる。蝶と蛾を見分ける際、派手なものが蝶、地味なものが蛾といわれることが多いが、これは蝶が明るい昼に活動するのに対し、蛾は夜行性のものが多いことに由来している。暗い夜に見えないものを派手にしてもコストがかかるだけで無駄になるが、昼活動する者たちはお互いの色や模様を同種の判別に利用できる。お互いが同種かそうでないか、また危険な敵か否かを判別できることは個々の生き残りや種の存続にかかわる大事な能力だ。

夜行性のものや濁った沼の中に住む動物などは派手な体色を持たず、茶色っぽいものや灰色っぽいものがほとんどだ。彼らの多くは視覚が不自由か失っており、その代わりに嗅覚や聴覚など別の感覚器官に秀でた能力を持つことが多い。資格情報が乏しいことが結果的に他に器官の進化発達を促し、同種の見分けや餌の獲得に役立っている。

昼行性のサンゴ礁の生物たちは色や模様でお互いを判別しているものもいればそもそも視覚を持たない刺胞動物や棘皮動物、軟体動物なども生息する。サンゴ礁の海で視覚を持たないのは基本的に「食う・食われる」の関係性が希薄な種である。好流性懸濁食摂食者にとって命綱は海流であり餌は勝手に流れてくるものなので視覚に頼る必要はない。藻や海綿は逃げない餌なので目で確認して追いかける必要は無く、ヒトデは貝類を捕食するが基本にお互い動きが遅いため、視覚能力で競争をする必要が無い。派手な模様を持ち周りを警戒する、または毒性を持つことをアピールする、風景になじむ模様を身に着けたり、強い動物に自分を似せたりする必要があるのは弱肉強食の関係が激しい、熱帯魚やイカ・タコのような外骨格を失う代わりに運動能力を手に入れた種だ。

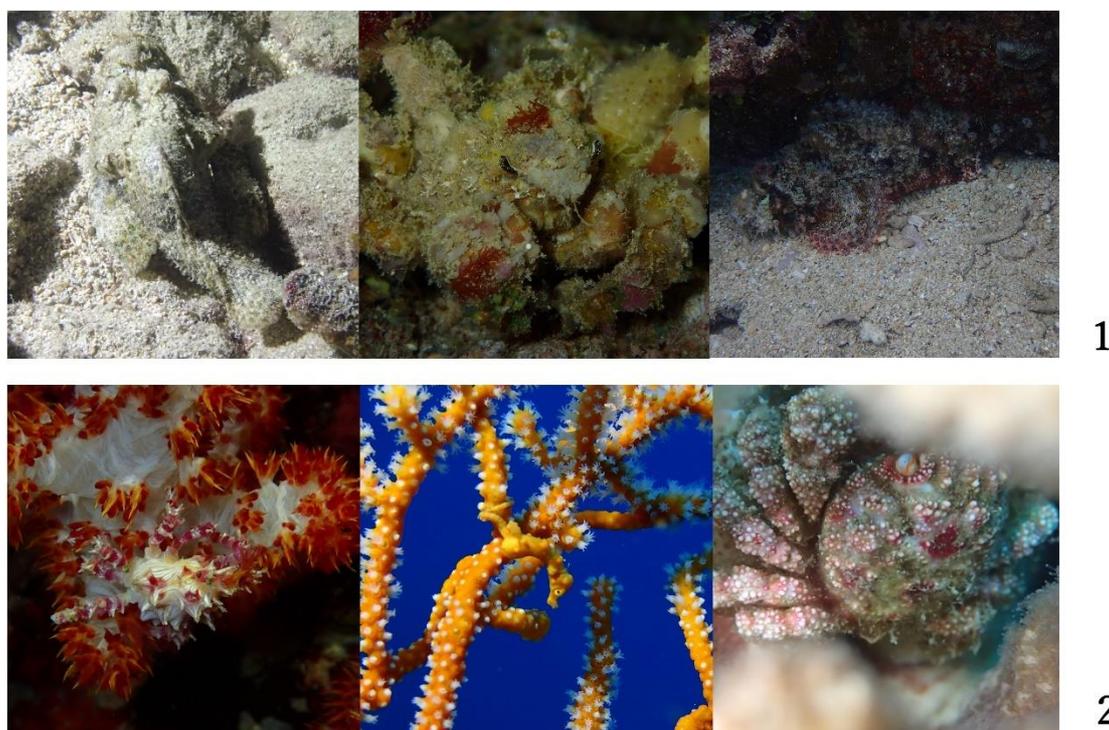
生物の模様は縞模様か斑点模様、もしくはその両方の組み合わせからなる。サンゴ礁に多くいる熱帯魚には自然界で見られるあらゆる模様が揃っているとされている。多くの種が集まるサンゴ礁は生物の密集地域であり、魚たちはその中から自分と同じ種を区別し、配偶者を見つける必要がある。区別しやすい色や模様が進化したのはそのためでもあるのだろう。

体色や模様が対外的なメッセージを持つことをポスターカラー効果と呼ぶ。熱帯魚の中でも縄張り意識が強く、喧嘩をする魚として知られるチョウチョウオ類は皆黄色い体色を持っており、これは警戒色をまとうことで余計な争いを避ける効果があるという。黄色や原色に近い派手な色味にはこの警戒の意味を持つものが多く、先述したウミウシに豊富な色模様があるのは毒性をアピールする警戒色である。このように縄張り意識が強い種は、見た目で自分と同じ種を見分けて遠ざかる行動をする。それとは逆に、仲間を識別して近づき、群れになる魚もいる。群れを作る蛍光のある魚は尾鰭などの動く部分に目立つ配色がおかれていることが多い。[本川達雄, 2008]

ポスターカラー効果は同種だけでなく、別種間の識別にも用いられるため、擬態に利用する種も多い。ミノカサゴはその見た目自身に毒があることをアピールしており、そのおかげで海中をゆったり泳いでいても捕食されることが無い。この毒を持つカサゴに、色も形もそっくりで無毒の魚がいる。有毒魚のふりをすることで捕食される危険から逃れているのだ。同じようなパターンはサンゴヘビによく似たミルクヘビでも起こっている。サンゴヘビはコブラ科に属し、神経毒を持つ。ブラジルサンゴヘビの毒は蛇の中で最も強いと言われるほどだ。このような毒を持つ種にあやかる、ポスターカラー効果を

利用する擬態をベイツ型擬態という。このベイツ型擬態が成り立つのは、毒を持つ種に共通する色模様があるためだ。毒性があっても、警告色を理解しない種がいたらただ目立つ色は格好の標的になってしまう。そのため、毒を持つ種は最低でも一匹捕食されることでその種に毒があることを捕食者に訴える必要がある。種を超えて似た警告色を持つことで、捕食されるリスクを避けることができるため、毒性の強い危険種同士が似た見た目になることが多い。このような種を超えた協調ともいえる色模様の相似をミューラー型擬態という。

ベイツ型擬態やミューラー型擬態は、あえて目立つことによって相手をひるませる、または別の動物のように見せて欺く標識的擬態に分類される。中には無害な動物に擬態することで被食者を油断させて攻撃する攻撃擬態と呼ばれる擬態も存在する。草食魚のふりをする肉食魚はこれに当てはまり、岩やサンゴに溶け込むカモフラージュは隠蔽的擬態と呼ばれる。(図 48) サンゴ礁のすべての種目立つ色をしているわけではなく、背景になじみ油断している獲物を狙う魚は大概地味だ。目立つ魚の方も、捕食者に対して何も対策をしていないわけではない。[藤原晴彦, 2011]



〈図 54〉 隠蔽的擬態 筆者撮影

1. 砂地や藻の生えた岩など、生息地の環境に馴染んでいる。2. イソギンチャクやサンゴに住む生物はその生物に似た外見を持っている。

魚には縞模様を持つものが多い。縞模様は頭から尾鰭まで水平なものや、背側から腹側へ縦に走るものがあり、体の細長い魚は横縞体高の高い魚は縦縞模様を持つ。魚にとってこの縞模様で体の輪郭を目立たなくさせる効果があるという。細長い魚にとって背と腹の水平の線が一番目立つ。その線と平行に縞模様があることで体の輪郭線を背景になじませることができる。体高の高い魚も同様だ。細長い魚は流線型の体を生かして速く泳ぎまわるか、物陰に隠れて餌を見つけると高速で捕まえるものが多いが、体

高の高い魚は海綿や藻など、動かない餌を食べる。縦に平たい体はヨットののようにバランスをとることに優れており、同じところにとどまり餌を啄む生活に適している。動かない、動きが遅いことは危険を伴うが、縦に入った縞模様はサンゴ礁の枝ぶりに同化して身を隠すカモフラージュとして効果を発揮している。種によっては横縞と縦縞を使い分けているものもある。アカヤガラなどは海底にじっとしているときは縦縞模様だが、泳ぐときは横縞模様へと変わる。[本川達雄, 2008]

魚の縞模様は目の上を通ることが多い。シマハギは囚人服を思わせる黒い縞模様が特徴的だが、その縞の一本は必ず目の上を通るといふ。我々は生物を見て認識するとき、眼の存在を無視できない。意識的にも無意識的にも見てしまう。眼の存在が生物の生物たる存在感を強める要因として働いており、捕食者にとっては目の点を追うことで位置を定めて襲うことができる。食われる側からすれば目の存在感は消せるなら消したいところなのだろう、シマハギに限らず縞模様を持つ魚の多くは眼の上に模様がかかるようになっている。斑点模様もおそらく同じような効果を狙ったものだと考えられている。全身が万遍なく斑点模様に覆われた魚は顔の位置感が分かりにくい。フエヤッコダイなど、尾鰭側に目を思わせる黒点模様を持つ魚もいる。顔の向きが一見すると逆にあるように錯視させているのだ。チョウチョウウオの仲間には似た特徴を持つものが多く、約半分の種で目玉模様を持ち本物の目は線で隠されている。[本川達雄, 2008]

体の模様などを疑似的な顔に擬態することで相手を驚かせたり、自分の体を大きく見せて威嚇したりする生物は海洋生物に限らず、陸上生物でも数多く知られている。一見すると大きな目を持つように見える幼虫、蛇の顔のような斑点模様を持つ蛾や腹の部分が顔のように見える蜘蛛など、多くの種で斑点模様と縞模様の併用が見られ、とくに昆虫や魚に多い。



〈図 55〉 生物の模様

1. 白黒斑点模様のタカラガイ
2. 素早く泳ぐ種は横縞模様を持つ
3. 斑点と縞模様の合わさったウツボ
4. 縞模様の組み合わさったエビ
5. ウニの外骨格は死んだ後も残り、美しい模様を持つものも多い。画像はベンテンウニ
6. 草食魚、小さな口とビビットな斑点模様だが、サンゴ礁ではこの色味は背景に馴染む事が出来る



〈図 56〉 タテジマキンチャクダイ

1 が幼魚の時で成長するにつれて縞模様が徐々に移動して 2 のような成魚の姿になる。

動物の模様や色は、季節の変遷や成長による変化または敵を前に威嚇するときなど変わることがある。タテジマキンチャクダイなどは幼魚と成魚で全く違う模様を持っており、繁殖期に色が変わるものも珍しくない。(図 50) 魚類には成長や周囲の個体数などの環境によって性転換するものがあるが、その際に模様や色が変わることもある。ギンガメアジが粟国島の周りを回遊するのは多くの個体が集まって雌雄ペアを作るためで、数百匹で回転しながらペアができて輪から外れる際にメスの身体は黒く変化する。このことがただでさえ多い熱帯魚の種をさらに多く見せている。

海に住む生物の多くは海中で減退する可視光線を巧みに利用しているように見える。真鯛やタコなど、陸にあげると鮮やかな赤色をしている生物は、赤い光が届かない深度に暮らしているため海中では黒っぽくなり陸で見る時とは正反対に全く目立たない。陸地で見ると植物は基本的に緑色だが、海藻は黒から鮮やかなピンク色まであり、深度が浅い海に生えるものは黒か緑、深くなるにつれて赤くなる傾向がある。植物が豊かな色彩や形態を持つのは、昆虫との共進化によるところが大きい。多くの被子植物は昆虫に受粉を頼り分布を広げてきた歴史があり、彼らの色柄、生態は特定の昆虫との結びつきや植物同士のニッチの奪い合いで進化してきた。

海中の植物の色を進化させたのは、海の深さと太陽光だ。赤い可視光線は浅い海中で拡散してしまうが青い可視光線は深くまで届く。そのため、深い海に生える藻類に届くのは青か緑系の光だけになる。浅い海の強い光は白色なので藻にとっては黒が光を吸収しやすい。陸上の植物で真っ黒なものは馴染ないが、海苔が黒いのはこのためだと考えられている。浅い海にとどく赤色光に対しては補色の緑が有効になる。逆に深度の深い場所に生える海藻にとっては、青い光を吸収するために赤い色素を含んだ海藻は効率がいい。逆に赤い色素を持たない緑の海藻は、深い深度では光を吸収できないため暮らせない。海中に差し込む光は赤がいち早く拡散して消えてしまう。しかし対照的に、深くに生息する生物は鮮やかな赤を身にまとっている。

3.水中と光

海中は重力から解放されているため、三次元的な移動が可能だ。陸上では平面上の死角や背後を気にするが海中に暮らすものは、捕食者も非捕食者も平面的な身の回りだけでなく上下にも注意を払う必要がある。海洋生物の体色を観察していると、背面は体色が濃く、腹面は白っぽくなっているものが多いことに気が付く。これによって下から見たときは明るく照らされた海に同化し、上から見降ろすと黒っぽい体が太陽に照らされる分明るくなるので海の色にまぎれることができるという。肉食魚は捕食の際、下から狙うことが多い。太陽光がつくる獲物のシルエットを、死角から攻撃するには下からが最も効率がいいためだ。体色が背側は濃く腹側が薄い傾向は捕食するもの・されるもの両方に多く見られるもので、海洋生物と同じく三次元的な狩りをする鳥類にも共通する特徴だ。猛禽類など、背面は濃い茶色だが腹面は白いことが多い。サメや集団で狩りをするイルカなども、背面は濃い灰色だがそれに比べると腹面は白っぽいものがほとんどだ。狩る側も、存在を相手に気付かれないに越したことはない。生物の模様のほとんどは、この背面と腹面の色分け、さらに斑点か縞模様もしくはその両方の組み合わせから出来ている。

生物を描く際には、解剖学的な体のつくりであるところのボディプランと、表面を覆う色や模様という二面を理解し画面上に統合する必要がある。「中身」と「表面」は全く対極的なものに思えるが、その仕組み、構造を深く知るにつれてお互いを補い合い呼応するものだと気が付く。

目の前の魚の名前を知らなくても、顔を見れば草食か肉食か、食う側か食われる側かは分類できる。(図 48) 草食性の魚は海中の岩などに生えた藻や海綿を啄むものが多いので、口が大きくある必要が無い。そのため小さくとがった口をしているか、岩肌を削り取るように餌を食べるものなどは吸盤状になっている。肉食性の魚は、餌を食べるためには口を大きく広げて飲み込む必要があるためサメに代表されるように横開きの口を持つ。非捕食者の側が前から見ると細長い体をしているのは、口が小さいことに加え、下から見たときに魚としてのシルエットが見えにくくなるメリットもある。[本川達雄, 1992]



〈図 57〉 魚の顔

陸上生物にも共通することだが、被食者は大抵目が顔の真横に配置しており、視界を広く持ち周りを警戒している。草食魚も大抵、ほぼ真横に目があり広い視覚を持つが、真上と真下、真後ろはどうして

も死角になってしまう。陸上で真下を警戒する草食動物はほとんどいないが、海中に生きる彼らは 360 度上下左右すべてを気かけなくてはいけない。ツバメウオなどは顕著な例で、真横から見たときは平面的で、体の面積を広く大きく見せる一方、真上・真下から見たときのシルエットは一見すると魚には見えない。

第四章

外骨格と内骨格

現代の分類法では動物界は34の門に分けられている。そのうち33門を無脊椎動物が占め、脊索動物門には脊椎動物と共に先述したホヤやナメクジウオ類といった尾索動物、頭索動物も含まれている。無脊椎動物は全動物の98%を超える種を有しているが、新種の発見が増すにつれこの割合は増えるばかりだ。彼らの関わり合いがすべての生態系の生物学的基礎となっている。脊索動物門に私たち人間を含むすべての脊椎動物が収まっているが、これは34ある門の中のたった一つでしかない。残りの無脊椎動物33問のおよそ半分は完全に海産の種のみからなり、他の門の動物も基本的には海に生息している。[スーザン・ドミルトン, 2015]

動物の体は3つの基本的な対象パターンに分けられる。それが球対称、放射相称、左右相称で、例外的に海綿類は非対称だ。海綿には外胚葉や内胚葉といった胚葉の形成が起こらず、多細胞生物でありながら器官の分化が無い。決まった形を持たないため非対称・無定形とされている。細かい網状の海綿質繊維の骨格を形成し、海底に固着して海水の吸い込む濾過摂食者だ。海綿の組織が腐敗した後に残った骨格は古くからスポンジとして利用されてきたことで知られる。細胞一個から自らを再生することが出来、つくりの単純さや未分化の特徴から最も原始的な多細胞生物と考えられている。

球状の動物は単細胞生物に多く、球対称の外骨格を持つ放散虫が代表的だ。外骨格は珪質のため放散虫が死んだ後も残る。星砂として知られる有孔虫も同様でこちらは石灰質の外骨格を持つ。彼らの外骨格は化石としても残り、形態の多様さや種の入替わりの速さから示準化石として用いられることが多い。放射相称形の動物として刺胞動物と棘皮動物を紹介した。放射相称動物は基本的に海底に固着生活をするものと浮遊生活をするものしかいない。初期の左右相称動物は現生のヒラムシに似た動物だったと考えられている。頭と尾があり、方向感覚と立体感覚を持っていた。[スーザン・ドミルトン, 2015]

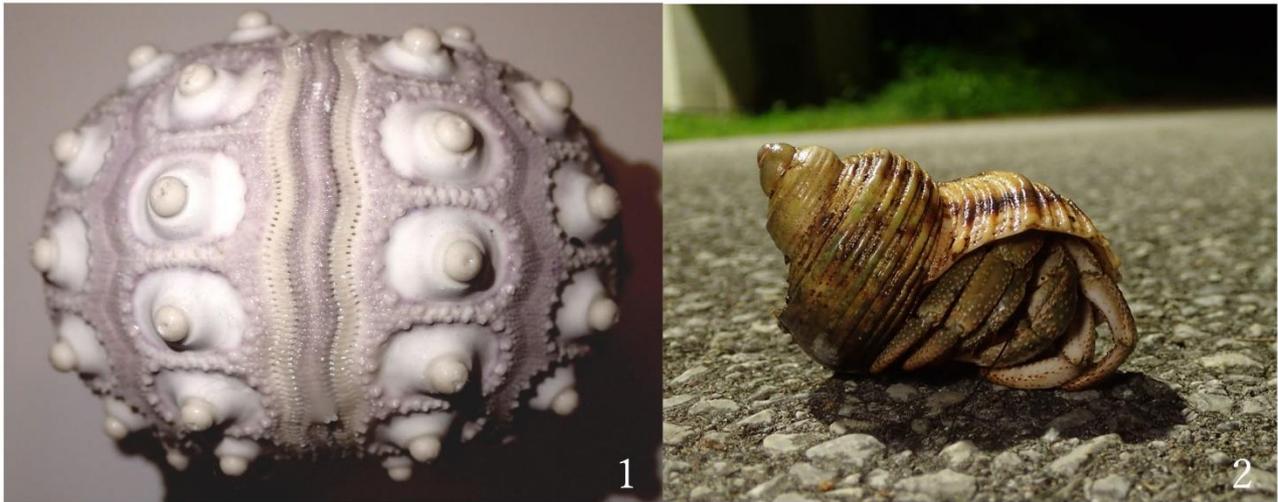
1. 対比

ここまで、生物の形態と生態、色と模様について対比する形で紹介してきた。大きく放射相称形を持つものと左右相称形のものがあり、その中でも個体で生活するものと群体を形成するものがある。個体で生きるものと群体で生きるものは生物としての在り方に根本的な違いがあるが、群体生物を見ていると大きな社会の縮図のようにも見えてくる。個として生きている生物でも、実際は食物網という巨大な循環の中でシステムを回す一つのパーツに過ぎない。群体を形成するものは基本的に動かないが、その存在は生態系で重要な土台を担うことが多い。サンゴ礁をはじめとして外骨格を形成し、地形を作り出すものは多くの個体が生息する環境を支えている。

さらに生物は運動に特化したものと防衛に特化したものに分けられ、海洋生物の場合はネクトンとベントス+プランクトンという対比もある。動く生物と動かない生物の対比だ。重力に制限されない海水中では、前後左右に加えて上下の運動が必要になる。多くのネクトンは捕食者、非捕食者として遊泳能力と自身の色模様を利用し生態系を生き延びている。その反面、海流を利用し自分では動かずただ海中を漂う生活をしているものもいれば、固着し動かない生活をしているものも海中には多い。その最たるものがサンゴ礁であり、動物でありながら動かないという生存戦略をもつ。

固着するものと動き回るものの差は外骨格生物と内骨格生物の対比でもある。(図 52, 53) 両者が対照的なのは生きているときの運動能力だけでなく、その死体にも表れている。すべての生物は死ぬと筋肉や内臓はほかの生物に食べられるか、腐ってなくなり骨が残る。魚や鯨が死に、肉が腐った後の骨は間違いなく死骸だ。生きていた時とはあまりにもかけ離れた姿になってしまう。しかし、砂浜に落ちた貝やウニの抜け殻を、私たちは「死体」とは認識していない。浜辺に落ちた貝殻やタコノマクラを拾ったことのある人は多いだろう。あれが生物の死体を集める行為だとわかってやっている人はどれくらいいるのだろうか。貝殻はコレクターも多く、希少なものや美しい色柄のものは高額で取引されることも珍しくない。ヤドカリがかぶっているのは軟体動物の死体だが、私たちはその死骸を被った状態を“生きた”ヤドカリとして見ている。

昆虫なども同様だが、外骨格生物は死んだ後も生きているときに近い姿を留める。展翅された昆虫標本は間違いなく死体のはずだが、それを見る私たちは昆虫標本を死体の標本とは考えていない。目の当たりにすることは多くないが、内骨格生物の身体は死と同時に腐敗が始まり見る見るうちに今ある外見を失うものだ。どんなに細やかに手入れをしようと、今のこの生きたままの色と形を留めるのは難しい。しかし昆虫の翅の美しい色や模様、特徴的な節構造は少し人の手が加わるだけで、死の損失から逃れられる。ウニやヒトデの死体は骨格のみとなっても見事な放射模様を残し、貝殻はらせん構造と模様を留めてくれる。星の砂と呼ばれている幾何学構造の小さな立体は有孔虫という微生物の死骸であり、熱帯の白い砂浜は造礁サンゴの砕けた骨だ。内骨格生物の場合、死体には死体の存在感というものがあり、生と死ははっきりとしたコントラストを持っている。死に生の面影はなく、生きているものとは別のものとして死体が存在するというべきだろうか。内骨格生物が運動に特化したボディプランを持つことも、静と動の対比を強めているように感じる。捕食と被食の関係の中に生きる動物は、食べる時と食べられる瞬間が最も生者としての存在感を強く放つ。貝の死体は貝殻として、おそらく生きていた時と変わらない印象を持っているが、どんなに身近な人でも親類でさえ、死んで骨になった姿は生きているときとは比べられるものではないだろう。



〈図 58〉外骨格生物 筆者撮影

1. バクダンウニの外骨格 2. 貝殻を背負うオカヤドカリ

バクダンウニの殻の突起部分は棘が乗っていた基部。ウニの棘と本体は筋肉でつながれているため、死ぬと棘が落ちた状態になる。



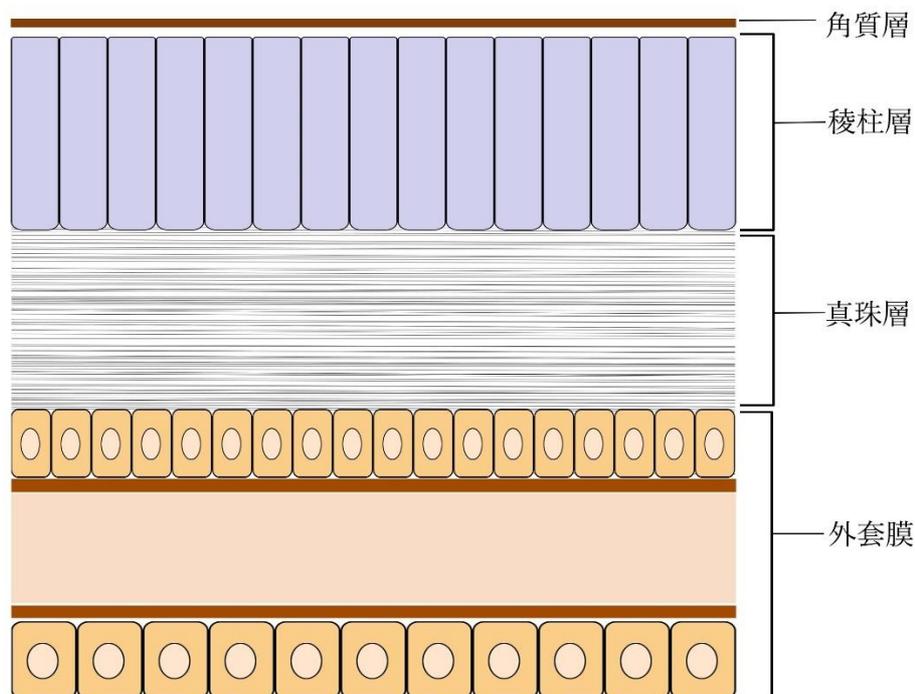
〈図 59〉内骨格生物 筆者撮影

1. は瀬戸内海豊島にて撮影 2. は千葉県立中央博物館展示

2.生と死のコントラスト

貝は死ぬと殻の貝殻だけが残る、この貝殻は制作者が死んでも何百年、何千年と残る。貝殻は紛れもなく生物の死骸だが、この死骸が生物の生活を支えている。巻貝は炭酸カルシウムを自分で分泌して体の成長とともに貝殻を大きくしてゆく。殻の螺旋が対角螺旋になるのは、同じ幅のまま螺旋を巻くと成長するにつれ殻の出入り口が相対的に小さくなってしまうためだ。ヤドカリの祖先はこの多種多様な貝殻を利用するように進化し、適応した。現生のクダヤドカリなどはゴカイの管やツノガイなどの巻いていない円錐形の殻、サンゴの欠片の穴などに腹部を入れて守っており、ヤドカリの祖先もこのような生活形態から巻き貝の螺旋形に適応したと考えられている。ヤドカリは甲殻類として外骨格を持っているが、硬い貝殻をまとうことでさらに強力な防御を手に入れた。

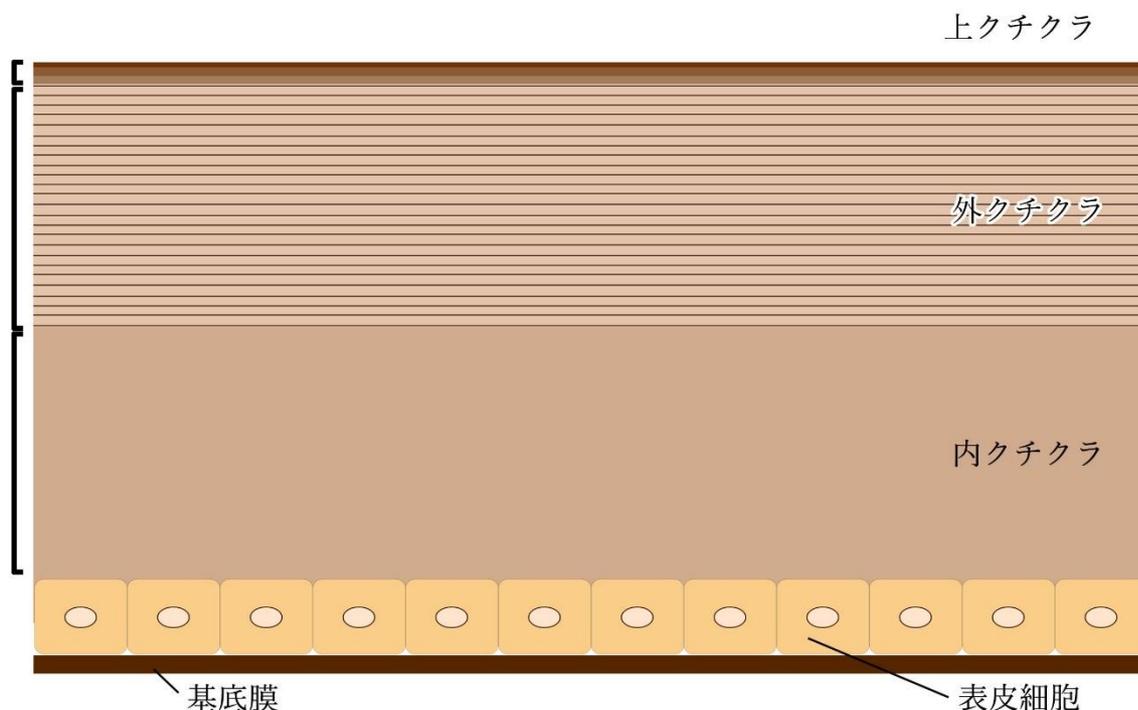
ほとんどのヤドカリは幼生のプランクトン生活を終えると残りの一生は貝殻の中で過ごす。現生のヤドカリは後ろの歩脚は退化し、尾の先端は曲がって貝殻に入りやすくなっているうえ、いつも貝殻の中に入っている腹部は外骨格も薄くなって筋肉もほとんどない。ヤドカリは貝と違い内側から貝殻に固着することは出来ないし、貝殻がヤドカリに合わせて成長することも無い。そのためヤドカリは自身が成長するとともに新たな殻を探す必要があり、常に殻不足だ。ヤドカリ同士で殻の奪い合いも頻繁に起こり殻の略奪も珍しくない。中には貝殻欲しさに巻き貝を殺して食べてしまうものまでいる。この貝殻に依存した生態のため、ヤドカリは貝殻にあった大きさにしかなれない。貝は多種多様だが大型の巻貝は決して数が多くないため、ヤドカリの大きさは貝殻によって制限されている。生きているものの生活を死骸が支える一方で、同時に死骸によって成長を制限されているのだ。 [ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]



〈図 60〉 貝殻の構造 [本川達雄, 『ウニはすごいバツタのすごい』, 2018, p 106]を参考に作図

ヤドカリがここまで貝殻に頼る理由は貝殻の優秀さにある。貝殻は多層構造になっており、背中側の表皮（外套膜）がつくる。厚さの大部分を占めているのが石灰化層、炭酸カルシウムの結晶である。石灰化層は二層に分かれ、外側が稜柱層、内側が真珠層となっている。稜柱層では殻に垂直に、六角柱の構造が並ぶ。この柱は炭酸カルシウムの結晶がたんぱく質と糖からなる有機質の壁で包まれて出来ている。炭酸カルシウムの結晶はアラレ石と方解石があり、貝殻の稜柱層ではどちらか一方の場合もあれば二種類混在することもあるという。真珠層はアラレ石の結晶が有機質の膜で包まれた、平らなタブレット状の構造が水平方向に並んだシート状の層になっている。このシート状の層が何層も平行に重なることで真珠層の内面は独特の光沢を持っている。真珠層と稜柱層では平行と垂直に、結晶の並ぶ方向が90度異なっていることで異なった方向の層を張り合わせて強度を増すベニヤ板のような構造をとっている。さらに硬い結晶を小分けにしてたんぱく質の膜で包むことで亀裂が入ってもそれが伝わりにくい。

石灰化層の最上面は角質層（殻皮）で覆われている。これは石灰化層の表面をコーティングして守っている薄い層で、コンキオリンというたんぱく質で出来ている。殻の形成はまず角質層ができることから始まり、それを足掛かりに石灰層ができる。殻は外套膜がつくるが炭酸カルシウムの結晶を外套膜の中で作るわけではなく、外套膜が殻との間に分泌液をだし、これが海水と化学反応を起こすことで結晶化し殻が作られる。貝の殻は祖先の軟体動物において背中側の厚いクチクラに炭酸カルシウムが沈着してできたと想像されている。クチクラに石灰が沈着するのは節足動物の甲殻類でも同様にみられることだ。
[本川達雄, 2018]



〈図 61〉 節足動物のクチクラ [本川達雄, 『ウニはすごいバツタのすごい』, 2018, p 37]を参考に作図

甲殻類も貝殻ほどではないが、死後も殻が残り姿を留める外骨格生物だ。節足動物の外骨格はクチクラと呼ばれ、キチン質の層の重なりで出来ている。動物の中で最も種類が多いのが節足動物、その中でも昆虫だけで全動物の7割以上を占めている。海洋で最も種数が多いのも甲殻類であり、陸も海も節足動物が最多である。節足動物はキチン質とタンパク質からなる外骨格を持つことが特徴の一つであり、この構造で体表を守ることによって陸上生活では乾燥から身を守っている。

骨には有機質骨格と無機物骨格があり、サンゴの骨格や貝殻は炭酸カルシウムの結晶で出来た無機物骨格である。海水は高アルカリ性でカルシウムが大量に溶けており、原料が豊富だ。脊椎動物の骨格は同じくカルシウムだがリン酸カルシウムで出来ている。脊椎動物の骨格は形の変形が容易であるという特徴がある。我々の骨格は日々力のかかり具合によって、必要な場所は太く、そうでない場所は細く手直しを繰り返している。有機質骨格の代表は昆虫のクチクラである。

クチクラはそもそも皮膚を意味するラテン語がもとになっており、体の表面を覆う薄く硬い膜状のものは何でもクチクラと呼ばれる。昆虫のクチクラは三層構造をしており、外側から上クチクラ、外クチクラ、内クチクラとなっている。クチクラは表皮細胞の外側にあり、貝殻などと同じく体外にある死んだ部分だ。上クチクラは厚さ1000分の1ミリメートルでありながら水分の蒸発を防ぎ、化学物質や病原菌に対する科学的バリアとしての働きも持つ。外クチクラと内クチクラは物理的なバリアとして働き、強度を与えて体を支える役割である。クチクラを構成するキチン質は繊維状で、このキチンとタンパク質の気質が組み合わさってベニヤ板上に重なっている。[本川達雄, 2018]外骨格生物である甲殻類は脱皮を繰り返して成長する点で貝類とは異なる成長過程を持っている。サンゴ礁では極彩色の体色を持つ伊勢エビの類に出会うことがあるが、数は決して多くは無く洞窟などの奥まった個所に隠れて暮らしている。甲殻類にとって、長い触覚部分も脱皮の度にすべて脱ぐのはエネルギー消費も激しく、危険なため脱皮の過程で死ぬことは珍しくない。また脱皮に成功しても直後の軟らかい体は無防備で外敵に襲われたり、共食いで命を落としたりするものもいる。大型のものほど時間もかかり、失敗する確率も高くなるため、脱皮のリスクが甲殻類の大きさを制限しているという見方もある。

貝殻の模様は、魚などの模様と違い、成長や環境で変化することはない。巻き貝が対数螺旋の殻を作るのは、硬質の殻は皮膚のように伸縮しないためだ。作るのにコストがかかるため、すべてを丸々作り直すことも難しい。そのため巻き貝の成長は殻の入り口の形は変えず、外周側の成長速度を一定の倍率で大きくするというルールで成長し、模様はその都度付け足される形で出来上がる。すでに出来上がった模様は死んだ後もそのまま残るという違いがある。巻き貝は美しい模様を持つことから古くからコレクションの対象となり、工芸などの細工にも用いられてきた。タコ・イカや魚の模様を描いているのは生態色であり、死ぬと失われるものがほとんどだ。対して貝殻の模様は鳥の羽や昆虫の模様と同じく構造色と色素による沈着の両方からなるため、生きている組織ではない。

同じくサンゴ礁も生きているところと生きていないところに分けられる。炭酸カルシウムの骨格に取まっているポリプ、軟体部は生きている部分といえるが、骨格部分は「生きていない」。魚などの生物では何が生物で何がそうでないのかがはっきりしている。彼らははっきりと生きた生物と言えるが、造礁サンゴでは生物と生物でないものの境界はあいまいだ。サンゴの骨格、炭酸カルシウムとサンゴと褐虫藻は全体で一つの生理系として機能している。生理作用は私たち内骨格生物にとっては体内で起こる現象だが、サンゴ礁では周囲の環境と生物の両方が合わさって出来る。[J・スコット・ターナー, 2007]

このような外骨格生物の姿は死後も長く保存されるため化石にも残りやすくなる。アンモナイトの殻の化石や三葉虫は、出土した地層の年代を示す示準化石に用いられるほど多く化石が残っている。これは単にその当時多く繁栄していたということだけでなく、強固な外殻を持つことで化石になりやすかったからだ。仮にクラゲのような組織で身体が出来た生物がかつての地球に大繁栄していたとしても、その痕跡が残らない限りは後世に存在は伝わらない。外骨格生物と内骨格生物は死骸になった途端にその存在感、生命感のようなものが逆転してしまうのだ。

サンゴや棘皮動物、貝といったあまり動かない・動物らしくない生物たちは、生きているときから死体の外観を身に纏っているが、その死骸がまるでまだ生きてるように残る。その外骨格構造のために死後何億年とたった後も精細な化石として姿を留めている。海中で生きているときは岩のような、植物のような存在だったかれらが、死んだ後の方が生きている状態を想起させやすい。むしろそのままと言ってよいだろう。逆に彼らと同じ時代を生きていたであろう内骨格生物は、わずかな骨格の情報から姿を想像するしかない。そして骨格から類推できるのは大きさや形態の部分的な情報に限られる。仮に人間が骨から復元されても、耳の形状はきっと再現されないだろう。軟骨部分は基本的に残らないため、私たちはかつていたであろう巨大なサメの姿を歯の大きさからしか想像できない。

3.海中時間

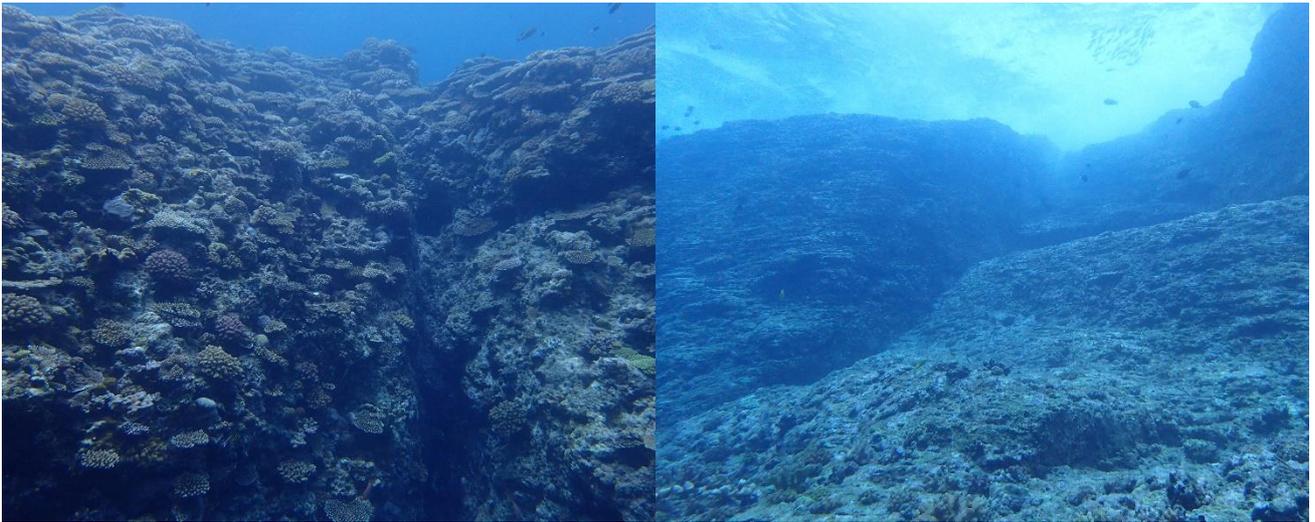
私たち陸上生物が日の出・日の入りと言って太陽周期で生活しているのに対し、海洋生物の多くは潮の満ち干きという月齢周期の支配を受けている。潮汐は太陽と月の引力によって引き起こされるが、月の引力が及ぼす影響は太陽の約二倍と大きく、潮の満ち引きは月によって起こるとも言える。明治まで使われていた旧暦は月の満ち欠けを基準にした朔望暦であり、1日が月齢0の日つまり新月から始まっていた。新月と満月は特に潮汐の差が大きいことから大潮と呼ばれており、旧暦では1日と15日のあたりが大潮だった。新月と満月の時は月と太陽が重なり、月の潮汐力に太陽の潮汐力が加わる形になるため、満潮と干潮の潮位差が大きくなるのだ。逆に新月と満月の間、ちょうど真ん中の日は月と太陽が直角方向にずれてお互いの潮汐力を打ち消しあう形となり、小潮になる。現在の暦は日付から潮を知ることは出来ないが、夜の月を見上げればその月齢によっておおよその潮位差は知ることができる。[V.Mladenov, 2015]

月の軌道は一日約25時間だ。本初子午線を通り過ぎ、再び戻ってくるまで24時間50分28秒かかる。満ち潮と引き潮は一日に二回やってきて一日当たり毎日約50分ずつ遅れる。海洋生物には日の出から日の入り、一日24時間と共に、半日で1ターンの潮汐リズム、一日25時間の朔望時間がある。ほとんどの動物は丸一日ずっと活動することはなく、活動時間と休憩時間の繰り返しで生きている。明るいうちに活動する昼行性や反対に夜間活動する夜行性、明け方や夕暮れに最も活発に動き回るものもいる。一日の単位で繰り返すこのような周期的パターンを日周リズム (dairy rhythm) という。

サンゴ礁の海が、最も活発になるのは日の暮れる時だろう。この時間、魚たちはいつになくせわしなく動き回り、その動きの多くは魚同士の摂食活動だ。もう一つは昼行性の魚たちが、やってくる夜に備えて、安全な場所へと単独で、もしくは群れを成して移動して行くものだ。礁の周りは、魚たちが姿をくらし、昼とは違う種が現れて夜を迎える。日暮れから完全な夜になるまでの20分間ほど、それまでのざわめきが嘘のように静まりかえる時間帯がある。昼行性の魚に取って、夕暮れの薄ぼんやりとした光の下では光受容器が働かなくなり、一方で夜行性の魚たちに取っては明るすぎるためうまく活動できない。昼間の生き物が徐々に夜の生き物に取って代わるのではなく、礁にはどちらも息をひそめる間隙がある。捕食されるものにとって一番危険な時間帯と言えるだろう。[チャールズ・R・C・シェパード, 1986]

夜の海は完全な暗黒というわけではない。昼間は見えないが、発光性のプランクトンなどは夜の海中で光る様子が観察される。もし満月で、雲がない晴れた夜ならば、20mほどの深さでも電灯なしで見えるほど明るく照らされるという。海中では多くの出来事が月の周期に合わせて起こる。一日のリズムの中に潮の満ち引きがあり、海洋生物の行動の多くを支配している。サンゴの産卵に月の動き、潮汐リズムがかかわるのは前述の通りだが、いったい何が引き金となり、目や耳を持たないサンゴに周りのサンゴと同じ日に一斉産卵を可能にさせているのかは分かっていない。植物が決まった時期に一斉に花を咲かせるのは、光受容器で昼と夜が判別できるためだ。一年は夏至の日が最も日が長く、夜が短い。反対に冬至の日が最も夜が長いため、多くの植物はこの夜の時間の長さから咲くべき日、繁殖し種を付ける日を逆算しているという。刺胞動物にはレンズ眼や複眼のような視覚器官はないが、光受容器で光の方向などは感じることもできる。サンゴのように潮汐リズムや水温、海水の状態などが影響する環境に生きている動物が周りの生物と足並みを揃えられる理由には、この植物のような能力を持っている可能性も考えられる。

陸から浅瀬のサンゴ礁の上を通り過ぎ、端まで出ると大抵そこはドロップオフ、崖になっている。(図 57) 造礁サンゴが何千、何万年と積み上がった時間の壁だ。この崖もまたサンゴやカイメンなどの生物が固着し生活する壁になっている。サンゴ礁を下ると時代を下ることができる。海洋生物が石灰を分泌して殻や骨格を作ってきたのは約 5 億 4000 万年前からだと考えられている。造礁サンゴは浅い海に生活するが、水深制限があるのはサンゴ自身ではなく共生する褐虫藻である。共生藻を持たないサンゴは光の届かない深海にも存在する。



〈図 62〉ドロップオフ 筆者撮影

造礁サンゴの成長は共生藻の力を借りているとはいえ早いとは言えない。種によって差はあるが、年間数 cm から数十 cm 程度、深海性のサンゴはさらに遅い。海中では深い海ほど時間の過ぎるスピードが遅くなる。深海産のサンゴの骨格は造礁サンゴとは違い、光合成に頼らず骨が密になって出来ている。深海性のサンゴは多くが非造礁性のソフトコーラルである八放サンゴの系統だ。ソフトコーラルは細胞内に骨片を作り形状を強化するが、これが緻密で堅固な骨格になっているのが宝石サンゴである。八放サンゴは細胞内に骨片を作るという特性から、結晶核としての有機物を含んでいるため死んだ後も赤やピンクの色が残る。宝石サンゴ特有の赤い色はカロテノイド色素によるもので、ウミヤギなどにも共通するため赤い色素の利用は種や生息場所を超えて利用されているといえる。このようなサンゴの成長は造礁性のサンゴに比べると極めて遅いことがほとんどだ。[山城秀之, 2017]

世界で最も長寿の動物は水深 300m の深海に住むクロサンゴである。浅瀬のサンゴは多産で代謝が速いが、深い海に住むサンゴは代謝スピードを極限にまで落とし、陸上とは乖離した時間を生きている。クロサンゴはオレンジ色の針金があちこちに枝を伸ばしたような形状をしている。繊細なガラス工芸で出来た枝が不規則に絡み合っており、冷たい静かな深海に暮らしている。ハワイのオアフ島沖で観察された個体は放射年代測定によって 4600 年前から成長していることが分かった。[スティーブン・R・パルンビ、アンソニー・R・パルンビ, 2015] このクロサンゴやハマサンゴのような海中の古株は生きたタイムマシンのような存在でもある。彼らの過去の記録は石灰の層に記録され、層になって蓄積するからだ。環境の違い、生態の違いは時間のスケールにも違いを生む。

哺乳類の寿命はおおよそ体の大きさに準じている。生まれてから死ぬまでに打つ心臓の鼓動はネズミからゾウまで同じ数だという。人からしたら早鐘のようにせわしなく鳴るネズミの心臓も、3秒に一回だけ打つ象の心臓も、およそ15億回鼓動を打つと止まる。呼吸は一生の間に約五億回繰り返す。モノを食べてから排泄される時間も同様に、動物によって違いがあり、大きな動物ほど鼓動や呼吸などの周期が遅くなる、つまり体重が重いほど時間が遅くなり、運動も遅くなる。ネズミが細やかに走るのに比べたら私たちの運動はなんともゆっくりだ。私たちにとっての一分、一時間、一日、一年といった時間の区切りは、人間の基準で見た物差した。生物にはそれぞれの時間の流れがある。[本川達雄, 1992]

人から見たら永遠に近い寿命を持っているサンゴは心臓を持たない。脳も無い単純な構造の彼らが長い寿命を持つのは、クローンによる自己増殖が可能なことや、動かないという戦略をとっていることが主な理由に挙げられる。クローンを作ることで古くなった部分は常に修復されるため、加齢による劣化が起きないのだ。同じく動かない動物である海綿類なども深海に生息する種では寿命1500年を超えるものが確認されている。条件を整えることで達成できる寿命を生理的寿命といい、その生物が自然の環境で実際に生活して死ぬ寿命を生態的寿命という。海綿類は細胞一個から自己複製して群体を作ることができるため生理的寿命が認められない。刺胞動物と有櫛動物も環境が整ってさえいれば死ぬことが無く、分裂して増えた個体は親と子で同一のため生理的寿命は認められていないという。

これらの海洋生物は浅瀬にいるものも長寿だが、深い海に生息するものほど長く生きる。浅い海は波の影響を常に受け、季節による環境変化によるストレスにさらされる。時には嵐や水温の急激な変化といった非常事態も起こりうるため「不慮の事故」で死ぬ確率も高い。浅い海とは逆に、深度が深い海ほど環境は安定する。その安定した環境で固着生活し、自己複製できる存在は恐ろしいほど長生きだ。

心臓を持たないサンゴにとっての時間は、潮の満ち引きや季節変化などの外的要因によって周期を持つのだと考えられる。海を大きく変化させるのは波の満ち引きである潮汐リズムだ。光の届く海は潮汐リズムに加えて日リズムを刻み、海流に乗って様々なモノが運ばれてくる。冬に海の表層が冷やされると対流が起こり、深い深度から表層近くまで上下の流れも出来る。サンゴにとっての心臓は、体外にあって自分を包んでいる環境なのではないかと思いついた。彼らにとっての一分、一日、がどの程度の長さなのかはわからないが、環境が変化するリズムがサンゴにとっての鼓動なのではないだろうか。環境の変化が平坦な深海に住むサンゴにとっては、“心臓”の鼓動が脈打つスピードは感じられないほど緩やかなのかもしれない。

結論

静物画と生物画を統合する絵画

サンゴをはじめとした無脊椎動物群の魅力は、形態の独特な美しさや豊かな色彩にあるところはもちろんだが、それに加えてそこはかたくない恐ろしさに惹きつけられてならない。骨格を持つ動物でありながら、動かないということ、死んだ後にもその形態と存在感を残すことに「生き物らしさ」に反するものを感じてしまう。彼らは私たちよりもはるかに長く生きる生物でありながら、生きている間からどこと無く死の存在を纏っている。

動かず、死んでも姿を残す彼らの存在感はどこか人形のような中空に感じる。人形は紛れもなくモノだが、人形やぬいぐるみに「こころ」を感じて人と同じように接する人は多い。形が自分や見知った生き物に近いものだからこそ、中空の人型に感情移入し生き物のように扱う。雑に接すると怒るような“気がする”。サンゴや貝など、外骨格をもつ生物にはそれとは逆の感情が働くように思う。それらが生物であること、貝殻が死体であることを意識しない。まるで初めからその場にいたような、元から貝殻は貝殻だったような気がしてしまう。内骨格生物としての私たちにとって骨格は死んで腐った後に初めて露出する器官だが、彼らは「生きていない」姿を輪郭に持っているのだ。

厳密には私たち人の身体も、髪や爪、皮膚の表層は死んだ細胞が覆っているが普段意識には上がらない。私たちが纏う死は、代謝によって生きている限り取り払う事が出来るためだ。どんなにきれいに整えた髪でも、一度抜けて床に落ちた状態のそれはなぜか「汚らしい」ゴミに見えるようになる。手入れされた爪も、切った後の欠片、身体から切り離されたそれは異物である。

部屋の隅に抜け落ちた髪の毛が数本絡まって落ちている、拾い損ねた爪の欠片を見つける、その風景に対する嫌悪感は死体や汚物に対するそれに近いものがあると常々感じていた。体から離れた途端にそれらは嫌な存在感を増すように感じるのだ。思えば傷んだ髪の毛や伸ばしっぱなしの爪に対する不信感のようなものもそれに近いのかもしれない。自分の体の欠片に死体の趣を見てしまうのではないだろうか。

私たち内骨格生物もそれと知らずに死を纏って生きており、それと知らずに切り捨てながら生きている。それに対して外骨格生物である彼らは生き物だが動かず、体の表層を覆う死を切り捨てることをしない。死体の輪郭をそのまま成長させて生きている。

彼らは生き物だが同時にモノとしての側面を持っているように感じる。私自身の絵は、動物を描きながらその実、静物画に近いのではないかという考えに至った。サンゴ礁にはきらびやかな「生」と、それに相反する「死」が創り出す世界だ。あふれる生命力に対して、そこに積み上げられてきたであろう無数の死がある。彼らを描く自分の絵画で、表面上に迫り、描く形は生きていない「静物」のモチーフとして画面上にある。通常動物を描く絵画はその生き物が動く様、どのように躍動し、どのような声を上げるか、それを表現できるかが絵画表現の主題だ。

サンゴのように、動物の生態として動かないという戦略をとるものは陸上では馴染みが無い。海中でこの生態を可能にする最も大きな要因は、空気と水という分断された環境の違いだ。海洋性無脊椎動物の食生活は懸濁食摂食や濾過摂食が多く、その姿は羽虫に花粉を運ばせる花に近い。そのほかの動かない、もしくは動きの遅いものの多くは同じく動きの遅い餌か、海流の運ぶ微生物や死骸の欠片などの有機物に頼った食性をしている。中にはナマコのように海底の砂の中にある餌を砂ごと回収するものもある。サンゴやイソギンチャクなどの刺胞動物は、食性としては肉食の捕食者だ。棘皮動物の多くも肉食やデトリタス食であり、貝類は植物プランクトン食が多いが肉食のものも多く、同じ貝類同士が共食いすることもある。どちらにせよ、動かないものを相手にするため自身も早く動く進化には繋がらなかつ

た。捕食と聞くと肉食動物が草食動物を追いかけて捕獲する光景を想像しがちだ。海中での捕食行為にも同様のパターンはある。特に魚類や甲殻類、鯨類には積極的な捕食者が多く、海中の食物連鎖の頂点は彼ら肉食動物が当てはまるだろう。だが、海中で実際に行われている捕食行為の大半は、流れてくる微生物をつかまえる仕掛け罠のような狩りだ。生態系が多様かつ密になっているサンゴ礁では、生物同士の縄張り争いや、視覚的に分かりやすい「食う・食われる」の運動に目が行きがちだが、その背景には静かに流れに身を任せている動かない動物たちがいる。

本論文では外骨格生物の生態と形態を内骨格生物と比べたときに見える、生きている状態と死んだ後の姿について考察した。多くの外骨格生物は死んだ後には殻が残る。身近な昆虫や貝殻は死んだ後は中が殻になり、見た目はそのまま残る。身体（からだ）の語源は殻であるという。亡骸の-カラに通じ、生命のこもらない外側を「からだ」と呼んでいた。外骨格に身を包んだ彼らの姿は、死体と同じ輪郭をしている。筆者の描くサンゴ礁を主題とした一連の絵画は、動物のいる風景を描いているが同時に静物モチーフとしてのサンゴなどの外骨格生物を描いているともいえる。生命と色彩にあふれるサンゴ礁は海中の花畑に例えられることも多いが、その風景を切り取って描く筆者の作品は花のはかなさを描く絵画と通じるテーマがある。賑やかな生活の様子や、美しい花はやがて訪れる衰えや死を予感させるモチーフとして扱われてきた歴史があり、直接的に死体や老いを描く絵画と比べると華やかな分より一層失われる時の流れの残酷さが際立つ。花瓶に生けた花が静物画のモチーフとなったのはヤン・ブリューゲル一世の絵画が基点だという。自然科学の台頭とそれによって得られる珍しい品々と情報を集めたクンストカンマーがつくられるとともに、それまで描かれなかったモチーフが多く絵画に登場するようになる。異国の品々、驚異の生物を描いた静物画や博物画は、権力者の財力を象徴するものだったのだろうが今となっては栄枯盛衰の証明となっている。

海中生物はヘッケルのいうところの「自然の芸術的な形態」が魅力的な生物群だが、それだけでなくその形態は生活様式にも反映されているのは本論文の前半で述べた通りである。一見理解しがたい形状の生物もその解剖学的な成り立ちや生態と共に見ると、奇妙さとは別の美しさに気付く。熱帯魚もその見た目上の美しさにばかり注目されてしまうが、色模様の在り方が体形や生態と呼応していることに気が付くと海中の捕食競争の激しさ、生き残ることの難しさが見えてくる。一方で途方もなく長い時間を動かずに生活し、死んだ後も姿を留める外骨格生物の存在は、熱帯魚の失われる美しさとは対照的な存在だ。

1. 静物画

初期の静物画では、モチーフが意味を持ち宗教的な教えや寓意を込めた絵画構成を持っている。静物画が独立した絵画ジャンルとして確立したのは17世紀のネーデルラントでそこからフランス、スペインに広まった。という言説が一般的だ。それ以前の、初期の静物画家として挙げられるのはカラヴァッジョ（1571-1610）だろう。「最初の近代的静物画」を作り出したと背れる彼だが、その片鱗は〈トカゲに噛まれた少年〉（1595-1600、ロンドン ナショナルギャラリー）や〈果物籠を持つ少年〉（1594頃、ローマ ボルゲーゼ美術館）に見られるような蠱惑的な少年を描いた絵画に見られる。



〈図 63〉 カラヴァッジョ 〈果物籠を持つ少年〉 1594 頃、ローマ ボルゲーゼ美術館

静物画的な要素はあくまで人物の二次的な存在にとどまっているが、写実表現と少年の若さと美貌が束の間に美しく咲く花々のように過ぎ去ることを予兆させる「ヴァニタス」の静物画としての部分が描かれている。

17世紀、静物画の地位は宗教画などのジャンルに比べて低かったものの、装飾的テーマや「五感の寓意」としてよく描かれている。フランスではそれまで静物画の分化が無かったものの、北方の画家がパリで活躍するようになるとともに広まった。静物画を描く画家たちはプロテスタントかジャンセニスム（厳格主義）の影響で質素な画面構成をとる傾向があったが、フランスで広まるにつれて幾何学的な構成、秩序、簡素さを追求するようになった。「特に市民社会の現実的な問題に関心の高かったオランダでは、「多くの画家がこぞって花や果実、食卓、市場、狩りの獲物を題材にして、17～18世紀の他国における静物画制作の先鞭(せんべん)をつけた。」 [中山公男, 1994]

17世紀中期のフランドルでは装飾的な花の静物画が多く描かれたが、北ネーデルラントでの主な静物画モチーフは据えられたテーブル、キッチン、狩りの獲物、本、頭蓋骨、楽器などで構成された。17世紀後半には、王族・貴族の邸宅を飾る大規模で装飾的な静物画の需要が高まり、ジャン＝バチスト・モノワイエ（1636-1699）のように豪華な花を描く画家が活躍する。[望月典子, 2016]

当時の静物画モチーフとなったものには大航海時代の新大陸発見や東方の新種として持ち込まれた、王侯貴族のクストカンマーの品々も少なくない。花瓶に生けられた花を絵画モチーフとして開拓したのはヤン・ブリューゲル一世（1568-1625）だという。咲き誇る花々を描いた絵画ははかなさ、あらゆる美は過ぎ去るものという戒めを含んだヴァニタス画でもある。



〈図 64〉 ヤン・ブリューゲル I、ヤン・ブリューゲル II 〈机上の花瓶に入ったチューリップと薔薇〉
1615-1620 頃 個人蔵

ここで描かれているようなチューリップは当時トルコから輸入されて久しいこともあり珍しい花として投機バブルの対象となった。フランドルの絵画が描かれたころには貴族の収集3原則というべきものがあり、それが「naturalia」、「artificialia」、「exotica」の三点である。収集物が自然の造形によるものなのか、人の技によるものか、あるいは遠い異国のものなのかということが重視されたのである。[セルジオ・ガッディ、アンドレア・ヴァンドシュイダー, 2018]チューリップへの投機バブルと珍しい花を描いた静物画の人気は、そのような珍しく、貴重で魅力的なものへの熱狂も土台にあった。彼が貴重なチ

ユーリップをモチーフにすることができたのは、当時のパトロンが所有する植物園に出入りする事が出来たためと考えられる。

初期のクストカンマーを作った蒐集家としてハプスブルグ家の神聖ローマ皇帝ルドルフ二世（在位1576-1612）がいる。ルドルフ二世は美術の愛好家であり、自然物や学問器具などあらゆる珍品を収めたクストカンマーや、錬金術や占星術などオカルト科学の研究に耽溺したことでも知られる。ルドルフ二世のクストカンマーは自然物、人工物、学問器具に大別され、これとは別に武器・武具類や3000点を超える絵画類が収蔵されていた。美術パトロンとしてはジュゼッペ・アルチンボルド（1523-1593）を父の代から宮廷画家として抱えていた。[秋山聰, 2017]

アルチンボルドの代表作として知られる「四季」や「四大元素」はルドルフ二世の父であるマクシミリアン二世のために制作されたものだ。マクシミリアン二世もまた自然科学の愛好家として知られ、動植物の蒐集に加え動物園まで開設した人物である。宮廷画家であったアルチンボルドがクストカンマーへ出入りし、そこに収められた自然の驚異を目にしたであろうことは、彼の絵を見れば明らかである。彼の描く絵は一見遊戯的でありながら、配置されたモチーフには寓意的な内容が込められている。「四季」「四大元素」の一連の連作にはハプスブルク家を示すモチーフがちりばめられており、植物や動物の種の豊富さは「万物を支配し、理解する」という皇帝の理念の表れでもあった。

また、彼の作品は独特の作風と共に自然物の細密描写が特徴的である。植物や動物、物を組み合わせて描かれた絵画は人物画であると同時に静物画でもある。彼の死後、17世紀に西洋美術には静物画が台頭していく。

静物画は人物画や風俗画などから後発的に生まれ、絵画ジャンルとして成立したのも遅かった。そのため、長い間適切な一般名称が無かったという。画家も観覧者も描かれているモチーフに頼るしかなく、当時のオランダの財産目録には「小さな台所」、「小さな朝食」、「小さな喫煙具」、「植木鉢」、「果物」……といった具合にモチーフ内容が書かれているという。1650年頃、これらの絵画に何かしらの共通点を見出し、一般名称を付けたのはオランダ人たちである。「スティルレーフェン-stillevan」という言葉をもとに英語の「スティルライフ-still life」やドイツの「シュティルレーベン-stilleben」が生まれた。文字通りに言うと「死んだ自然」という意味になる。この言葉がつけられた当初の意図としては、これらの絵が生命の無い対象を直接観察して描かれたものだという点を強調したかったのだと考えられる。[エリカ・ラングミュア, 2004]とはいえ、実際の17世紀の静物画には生きた昆虫や鳥、猫やトカゲの姿が描かれることも多い。さながら「死んだ自然」と「まだ生きている自然」の対比構造があるのだ。

さらに多くの静物画は、実際目の前にモノを置いて観察して描いているわけでもない。〈図59〉の花瓶に生けられた花の絵画のような植物の絵は、一見写実的に見たものをそのまま書いているように見えるが、花の向きに作為的な部分があり、不自然にすべての花にピントが合っている。これらのモチーフはおそらくそれぞれが個別に観察、スケッチされたものだった。一枚の絵画として描く際にこの絵の中にバラバラのモチーフが再構成されたのだ。後世に描かれた静物画にも同じように要素を個別に観察して描いたものを、静物画として完成させる際に構成しなおして一枚の絵画にまとめているものは多い。私自身、サンゴ礁の絵画を描く際には初期のころから集めた資料やスケッチを再構成して描いている。静物画のこのような構成については全く意識していなかった頃から、結果として似たようなことをするのに気が付いた。

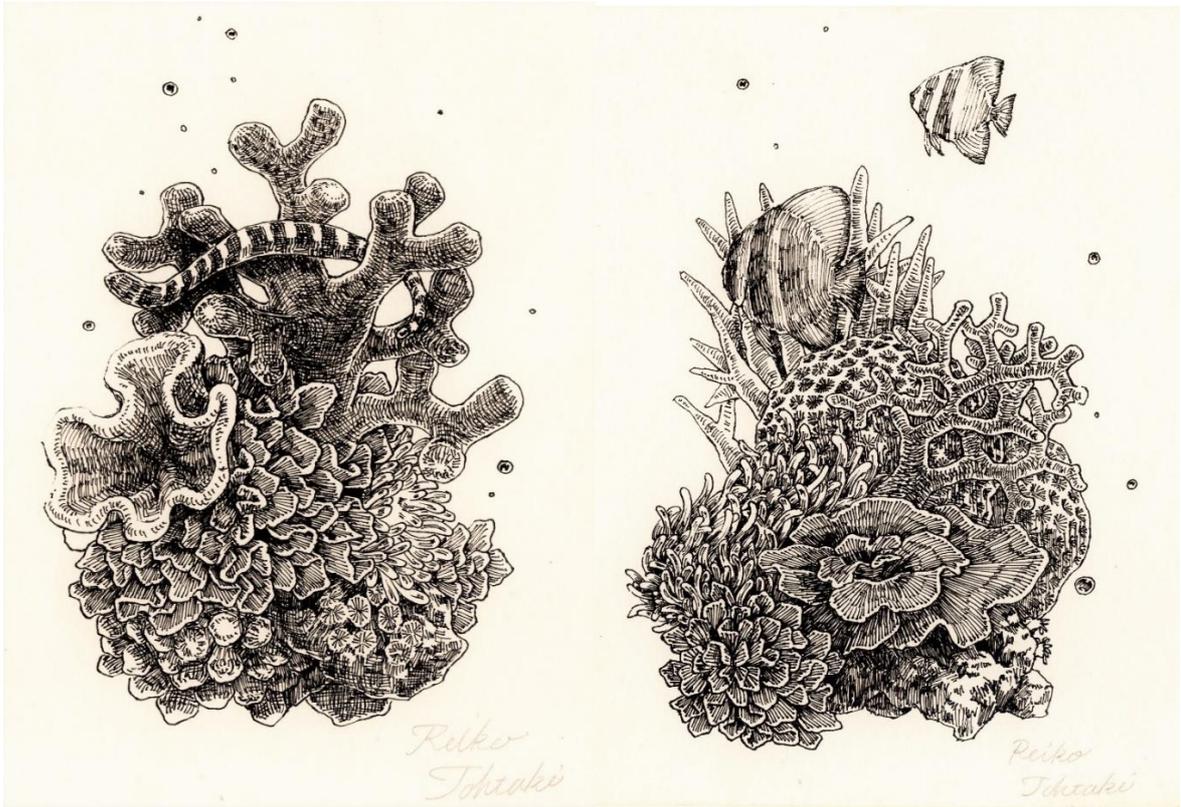
2. 個体を描く

私にとって、生物をその形態や成体に注目して描くのは、途方もない多様性の中にある統一性を探る行為である。魚類に限っても大きさから色、形態や生息している場所まで様々で、本当に同じ系統かと疑ってしまうようなものも多い。

普段の制作では、あくまで生き物たちの作る群生、時間の積み重ねによってできた状態を描く体でサンゴ礁を描いている。絵の中にいるのは紛れもない生物たちだが、個々を主張する存在ではない。よく見たとき、近づいたときに窪みに潜む魚や岩陰のウミウシに気が付く人が数人いてくれたら十分だと考えている。日常にいる動物や昆虫の存在に気が付く人の割合はもっと低いはずだからだ。背景の一部になっているサンゴ礁は私にとっては紛れもなく生命の集合体だが、多くの人には彼らを生物とは思っていないだろう。もっと言うと貝は貝殻という物質しか見られないし魚は群れという一塊の存在として認識している人が多いのではないかと最近感じている。

ここに挙げる生物をモチーフに描いた絵画作品は、ドローイングとして本制作の傍ら仕上げたものがほとんどであり、いわば製作途中のメモ書きである。風景の中にどう彼らを紛れ込ませるか、自然な姿を考えるために描き出したものや、形態や柄を確認するために描いたものも多い。とりわけ魚やウミウシのように色や模様の意味があるものはそれを踏まえて描くようにしている。一章で述べたような個体の特徴は生物を描く上で解剖学的な構造を知る手助けになる。魚類の場合はその種が肉食なのか草食なのか、独特の構造を持つ種を描く際には模様の在り方などの法則性を知っていると見えていなかった部分が見えてくる。今日、本やインターネットで大抵の生物の姿は見るができる。名前や色、大きさや生態の特徴など、わかりやすくまとめられた情報を見て、その生き物のことを知ったつもりになってしまいがちだが、自然の中にいるものを見つけ、同定するのはただ写真を見るだけでは難しい。実際海の中に潜ってみると、そのことを痛感せずにはいられない。熱帯の海はその豊富な生物種数も魅力の一つだが、あまりに多くの種が同じサンゴ礁にいるため、生物の特定はさらに困難になる。しかし、生物自体の名前などが分からずとも構造の仕組みや模様の状態を知っていればその生物の生態も垣間見る事が出来る。

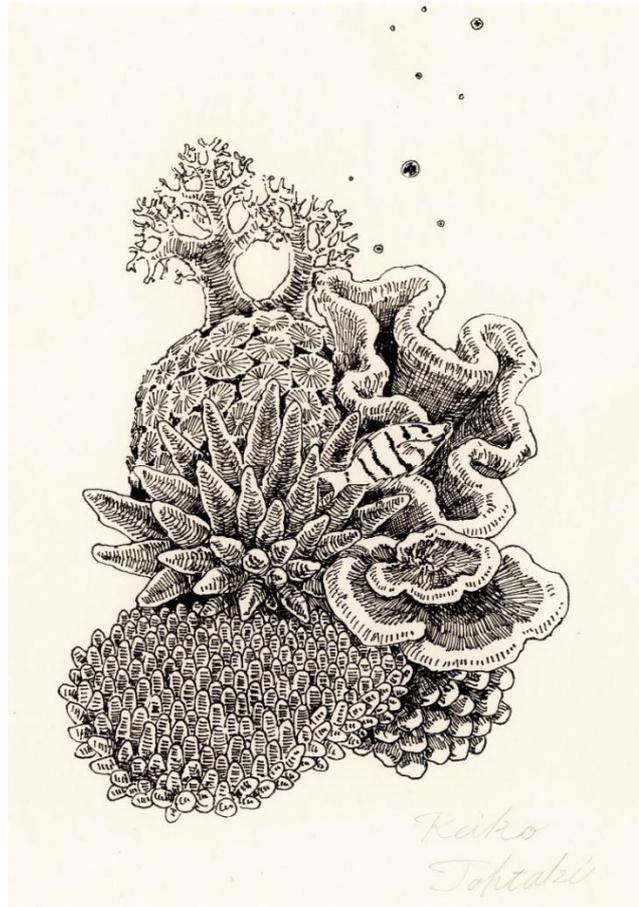
三章で動物の色模様について述べたように、生物の体形と模様は連動している。解剖学的なボディプランと表面を覆う色模様は、一見全く逆のものに思えるが多くの生物は体系と模様、そして生息地の特徴を生かして暮らしている。



1. 『図鑑 エラブウミヘビ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙
2. 『図鑑 ツバメウオ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙



3. 『図鑑 スズメダイ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙
4. 『図鑑 トウアカクマノミ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙



5. 『図鑑 シマハギ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙

一連の作品は、そのようなリアルさを持った「分かりにくい図鑑」をテーマに制作した。

エラブウミヘビは派手な縞模様で、単体で水中を泳いでいるときは目立つがサンゴの枝の隙間などにいるとなかなか目に入らない。この絵では樹枝状に成長したハマサンゴの間をエラブウミヘビが泳ぎ回る様子を描いた。ウミヘビはコブラ科に属し、毒を持つため危険な生き物と思われがちだが、自分から人を襲うことはまずない。海中で出くわすと、たいていウミヘビの方が驚いて逃げていってしまう。

ウミヘビは爬虫類に属するが、魚類ウナギ目にもウミヘビと名がつくものがある。こちらは毒を持たない海水魚の一種でありウツボやウナギに近縁の別種だ。

ツバメウオは団扇のように平たい魚で、サンゴ礁の周りを群れて泳いでいる姿をよく見かける。サンゴ礁域で見かける個体は全長30cm程度のものがほとんどだが、100cmあまりに成長することもあるという。日本では北海道から琉球諸島まで広く分布する魚で、数が多くないためか流通はしていないが美味だとされる。海中では実物よりもものが大きく見えるため、ツバメウオのような魚は迫力が増して見えるが、色味のためか背景がサンゴ礁だと同化して見えにくい。横から見ると前述のとおり団扇のように平たいが、上から見るシルエットがスマートな鳥のように見えることが名前の由来である。身体が平たく、下から見たときのシルエットを目立たせないのは3章で述べた様に捕食者に対する適応だろう。ツバメウオのような平たい魚は横向きに描くと平面的な体が強調されてしまい、画面に落とし込むのが難しい。

サンゴ礁の海で、きれいな魚として真っ先に目に入るのはスズメダイだろう。よく見かけるのは5セ

ンチ程の小さなものだが、青い身体が日光を受けてキラキラと輝く姿は目を引く。

樹枝状のサンゴの周りを群れで泳ぎ回っており、この絵では真栄田岬で見た光景を参考にした。この様にサンゴ礁が複雑な地形を作っている場所はスズメダイのような小さな魚にとって身を隠すのに最適な場所だ。大きい魚の餌食になりやすい彼らのような存在は、サンゴ礁の地形に依存して暮らしているため、サンゴ礁がなくなると同時に姿を消してしまう。よく光を反射する身体は、上や横から見ると青く波の光のように見える反面、下から見上げると海面に同化して途端に見えにくくなる。

サンゴ礁域はイソギンチャクも多く群生しており、そのためカクレクマノミなどのイソギンチャクを寄生先として生活する魚類も多く生息する。大きな花のようなイソギンチャクからクマノミが顔をのぞかせる光景は熱帯の海ではお馴染みの光景だ。

トウアカクマノミは熱帯から温帯域に分布する大型のイソギンチャクに共生している。クマノミは寄生先のイソギンチャクの周り 60 センチ程を縄張りとしており、何者かが近づくと追い出しにかかる。クマノミが縄張りを離れることはほとんどなく、捕食者が近づいたときは素早くイソギンチャクの中に逃げ込む。この絵ではサンゴイソギンチャクに共生するトウアカクマノミを描いた。日本で見られるクマノミの仲間は 6 種類、世界全体で 30 種類おり、それぞれに共生するイソギンチャクに傾向があるという。

シマハギは体長 20 cm 程度の魚で、サンゴ礁域の熱帯の海で多く見られるが、死滅回遊魚として幼魚が本州沿岸で見られることもある。名前の通り白黒の縞模様が特徴的で、英名で囚人を意味する名を付けられているのも囚人服の縞模様を連想させるためだという。縞模様は大抵黒い筋が 5・6 本入るがそのうち一本は必ず目の上を通っており、眼の存在感を消すことで前後を分かりにくくする効果があるというのは 3 章で述べた通り。



6. 『イボウミウシ』 2017 年、水彩、鉛筆 A4 サイズ画用紙

イボウミウシの系統は斑点模様とその模様に沿った突起に特徴がある。軟体動物は種類が豊富で、わずかな違いでも別種のこと少くない。



7. 『カンモンハタ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

カンモンハタは茶褐色の斑点模様が特徴で、25 cm程度の中型魚だが、同じハタの系統にはクエのような巨大魚もいる。ハタの大半は単独で生活し、海底近くを泳ぐものが多い。体色が種や成長段階によって多彩で、ここに描いたものは茶褐色の斑点模様が特徴的だが、鰭の部分などは点が連続して縞模様になる傾向がうかがえる。



8. 『フタスジリュウキュウスズメダイ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

先に挙げたシマハギやスズメダイなどは典型的な被捕食者で、顔は縦に細長く突き出た口で海藻や藻を啄む。フタスジリュウキュウスズメダイも同じく捕食者から逃れるためにサンゴ礁の地形に隠れて暮らしており、模様からもそのことがうかがえる。



9. 『ハマクマノミ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

クマノミは漢字で表記すると隈之魚となり、鮮やかな色模様を歌舞伎役者の隈取に見立てたものだ。英語ではクラウンフィッシュ、ピエロに由来する。この縞模様はクマノミによって本数が違うことから種類を見分ける時にも利用される。一本線はハマクマノミ、二本線はクマノミ、三本線はカクレクマノミである。このハマクマノミは縦に一本引かれた白線が特徴的だが、幼魚の時にはこの線が二本か三本ある。幼魚と成体で模様が全く違う魚は多く、縄張り争いを避けるためや、外敵からの攻撃を避ける効果があるが、クマノミの場合は成長するにつれて性転換し模様が変わる。



10. 『タテジマキンチャクダイ』2018年、アクリル絵の具、樹脂、150×150mm

タテジマキンチャクダイは岩に付着した海綿類やホヤを主食としており、縄張り意識が強いことで知られている。一度食べて減った海綿やホヤが育つのを待つため、自分のえさ場を守る習性があるのだ。自分の縄張りで同種の個体を見つけたら攻撃する。この魚が幼魚と成魚で違う見た目をしているのはそのためである。自分と同じ種類の幼魚を攻撃しないように、同士討ちを避けるために幼魚と成魚が全く違う模様をしている。

3. 群体を描く

サンゴのような群体を作る生物を描く際、ことさらに「生物」であることを主張させて描くべきか否かは、個体を描く際の色味の問題と同じく難しい。海中の彼らは、実際には岩か植物のように見えることが普通だからだ。「生」を強調して描くことが自然な表現とも思えない。ただ実際には彼らが生物であり、捕食活動もすれば場所の奪い合いもするという事実を知らずに描くのと、知っていて描くのは違う。

私は、サンゴ礁やイソギンチャク、そこに住む生物たちを描く際は、その場所の歴史を辿るつもりで描いている。造礁サンゴの成長速度は環境などに左右されるため、一概には言えないが直径1mのテーブル状のサンゴは大抵20年以上かけてその大きさに成長している。その下にはかつて生きていたサンゴの死骸が積み重なった岩礁がある。サンゴは石の骨格を作り上げることによって、複雑な岩礁を積み上げ多くの生物に生活場所を提供しているといえるだろう。それに加えて、サンゴの作りだす粘液は食物として生物の生活を支えている。海中で最も豊かな生物相を持つサンゴ礁は、サンゴ以外の多くの生物たちの生活の糧になっている。私は、この時間の蓄積と、無数の生死が折り重なって出来た風景がサンゴ礁であると考えている。

私の制作する絵画には、生物の姿がそれとすぐにわかるように描かれていないことも多い。サンゴ礁に共生する生物が実際そうだからだ。そういう歴史を積み重ねて、たまたま今はこの状態になっている、そんな流れる時間の一瞬をのぞき込んだような作品を描くように努めている。



11. 『螺旋』2014年、アクリル絵の具、樹脂 F4号キャンバス

場所を奪い合う生き物の様子は一つの塊のようにも見える一方、狭い中に詰め込まれた臓器のようにも見える。特にサンゴやイソギンチャクは分裂して増えるという特徴のためか、特徴を持った細胞の集まりである器官に似た状のものが多い。



12. 『生物都市』2017年、アクリル絵の具、樹脂 B2サイズパネルにキャンバス

本論文でも述べた通りサンゴ礁域の魚たちが彩り豊かなのは、水が透明なことが理由に挙げられる。透き通った海中は、時に私たちが空気中で物を見ているのと変わらないくらい、クリアに景色を見せてくれる。アマゾン川を代表する熱帯地域の河川は、生物相が豊かなことで知られるが、そこに住む魚たちは総じて灰色か茶色か、地味な色味で目立つ特徴を持たないものが多い。それはアマゾン川流域が常に濁っているため、目を使って仲間を判別することがないからだと考えられている。対してサンゴ礁域の魚たちは、澄んだ海中を鮮やかな色、模様を見せて泳いでいる。彼らは私たちと同じく、視覚に情報の多くを頼っているためだ。

こうして考えると魚たちの豊かな色彩や模様は、私たち人間が服装や見た目に気を使い、ファッションで自分をアピールしたり、逆に相手を判断する材料にしたりするのに似ている。昆虫の蝶などが美しい色模様を持つのも同じ理由で、熱帯魚がサンゴを花畑に例える時に同時に蝶に例えられるのも生態的に正しい面があると言えるだろう。しかし、このようにサンゴ礁の中に舞う熱帯魚の美しさは死とともに失われるものであるため、花のはかなさを描くヴァニタス画とはモチーフの立場が逆転している。この絵画の中で咲き誇る花の役をしているサンゴ礁は既に積み重なった死骸の上に長く生き続けたものであり、これからもその姿を保ち続けるだろう。



13. 『闇の水底』2017年、アクリル絵の具、樹脂 F25号キャンバス

サンゴの群体は元々一個のポリプから分裂したクローンのつながりで成り立ち、群体が活着している限りそのサンゴは不老不死と言える。個々のポリプには寿命がある。しかし群体としてみると定まった寿命はない。たとえポリプのほとんどを失ったとしても、残ったポリプは光合成し、動物プランクトンを捕食できる。一個でも残っていればまた分裂して群体を形成しなおすことも可能だ。その場を逃げるできない固着性の動物は、サンゴのほかにホヤやコケムシ、イソギンチャクなどもあるが、群体を形成するものが多いのはこのためと考えられている。

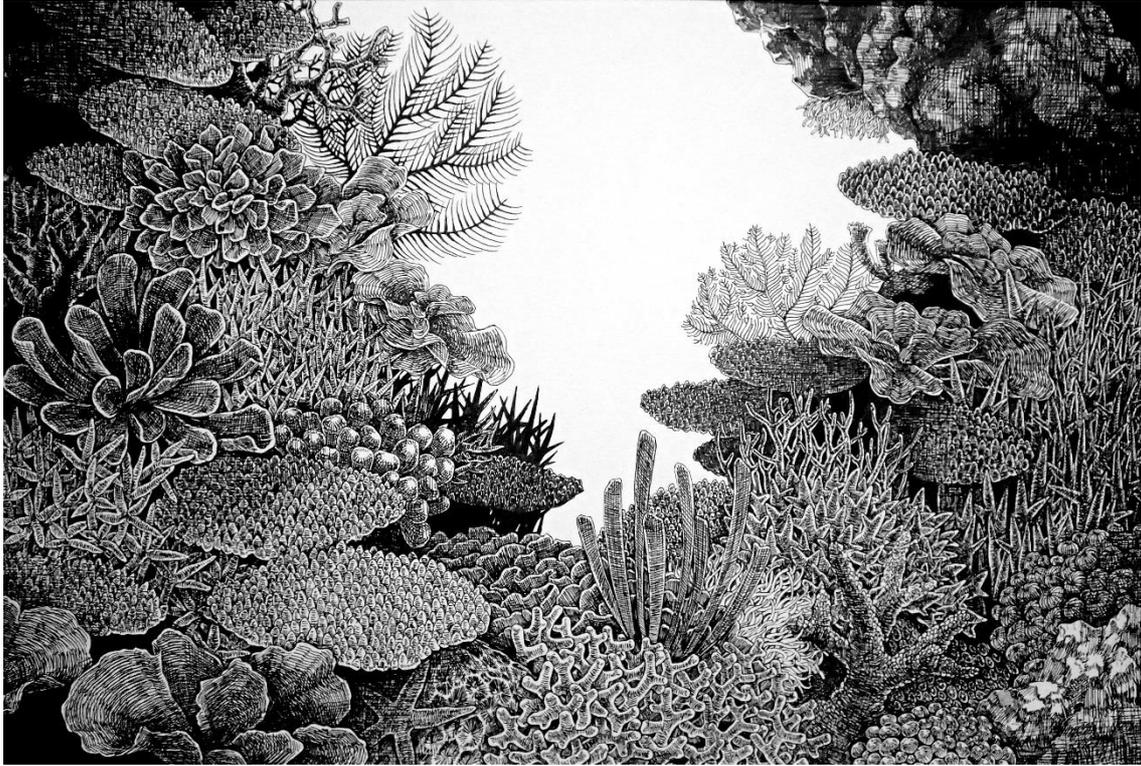
普段は光を受け、周りの生物の生活の場として静かにたたずんでいるように見えるサンゴだが、夜はまさに、本来の動物としての面がのぞく時である。賑やかな魚たちの寝静まった夜に、サンゴはプランクトンを捕食し、周囲と争う。植物の種子が夜のうちに芽吹くように、美しい海の景色が育つのは暗闇の中だ。日中の明るい海中では見かけないウニや甲殻類が多く活動するのもこの夜の時間帯だ。



14. 『手向け花』2017年、鉛筆 F50号パネル

サンゴ礁の生と死の対比について考え始めたころの作品。内骨格生物であるクジラの骨格が沈み、そこにサンゴ礁が付着していく様子を描いた。鯨類のような大型動物の死骸はそれ一つが存在するだけで周囲の環境を一変させるほどのエネルギーを持っている。近年、深海研究が注目されるに至って深海の海底に沈んだ鯨類の死骸がつくる鯨骨生物群集が注目されている。デトリタス食の動物もこうした死体の欠片を食べて生きていることを考えると食物連鎖の行き着く先は「動かない動物」だともいえる。

この内骨格生物とサンゴ礁の組み合わせは16. 『サイクル』、17. 『分解と集合』にも通じる。実際にはこのような大型鯨類の死骸は深海に沈むか陸に座礁するため、サンゴ礁域のような深度に長く安置されることは無い。



15. 『海底都市 No.2』 2016 年、ピグメントライナー、A4

群体として生き続けることで、その場所を占拠し続けられるという利点がある。死んだ後も石の家を残すサンゴなら、生き残った群体が祖先の残した土台にまたあたらしい群体を築くことができる。祖先の遺産を引き継ぎ、発展させる構造は人間以外に馴染みがない。



16. 『サイクル』 2017年、鉛筆 SM号パネル



17. 『分解と集合』 2017年、鉛筆 SM号パネル



18. 『海景』 2018年、直径 300 mm・アクリル絵の具、樹脂

本論文の一章では、自然科学の波及と共に初めて海中を見た一般の人々について触れた。現代でも、海中風景を見ようとする人々の手段は変わらない。



19. 『時間』(仮) 2019年、アクリル絵の具、樹脂 F50号パネル、キャンバス

サンゴ礁の風景を描き始めたとき、バラバラの要素をつなぎ合わせて再構成する形で描いたのは単に海中では見ながら描けないということと、理想の水槽・瞬間を描くことが目的だった。とりわけ大きな絵を描く際には細部と全体のバランスのために、あえて縮尺を変えて描く事も多い。

本論文と今まで描いてきた絵画の中で、一つだけ触れなかったことがある。それは透明な生物の存在だ。海中には想像以上に透明な気配を消したかのような動物たちがいる。クラゲは近年人気の生物になりつつあるが、体の99%が水で出来ている彼らは海中の光に同化して小さなものだと目の前にいても気が付かないほどだ。彼らの多くは死んだら水に溶けてしまう。同じ刺胞動物のサンゴが礁を形成し、外骨格を残すのとはまさに正反対の死の姿だ。サンゴ礁には浮遊性のクラゲは多くいない。(見えていないだけかもしれないが)海水が貧栄養のため、海面に漂っていても餌が少ないのかもしれない。論文の初めにサンゴなどの無脊椎動物が背景的な扱いにとどまっていると述べたが、真に背景となっているのは何も痕跡を残さず水に消えてしまう、透明な生物だともいえる。

また水の存在、絵画の表面を水に見立てるなら、本来水平に展示するのが正しいのではないかという点がある。実際制作においてはほとんどの時間を床に寝かせた状態で描いており、垂直に立たせてみているのは二足歩行する人間側の都合に合わせているに過ぎない。水・水面というものの表現ではおそらくこの水平軸、足元に広がっている状態が作品として自然体だ。水中と空気中の二世界を隔てる水面を画面上に見立てるならば絵画の水平面という別のテーマが浮上する。

アートにおける水平性はポロックのドリップアートに対するモリス、ウォーホルらによる再解釈の過程でもたらされた概念だと言える。人の直立する身体に対して、視覚的に最も受け入れやすいのは垂直に、眼の高さに置かれた状態だ。制作過程では水平に、床に置かれていた画面は、ホワイトキューブの壁面に掛けられることによって物体から絵画へと昇華した。

ポロックはドリップ絵画という新しく発明された語法を、それが制作された場——垂直的なものがそこへと低められるところの床がもつ水平性——を通して見るよう観者に強く求めていた。[イヴ=アラン・ボア、ロザリンド・E・クラウス,2011]『五尋の底に』(1947年)では、絵の具が滴った画面上に釘やボタン、鍵、マッチやたばこの吸い殻といった「床」という場からの繋がり、作品の水平性と共に足元という低俗さ、低級さに同時に言及している。

大半の絵画にとって壁に掛けるという展示方法は、観測者に対する見やすさという一種のサービス精神からくるものではないかと考えている。この観測者には度々絵を描く(描いている)本人も含まれるため、展示方法と作品のアイデンティティーのつながりをしばしば忘れがちだ。絵を見るということに、無意識に壁面につられた状態を見るということがセットになってしまっている。

私は生物を絵に描く際に、見やすさ・わかりやすさを考えないわけでは無いが、実際の海中のように気を付けないと見逃してしまうような生物たちの姿もそれらしく描きたい。ほとんどの人が見逃してしまうような生物の存在に、何人かが気付いてちょっとうれしくなるような場面を作りたいという欲求がある。水中の世界を観測するためにはそれ相応の準備と技術が必要で、かつての人々が水中眼鏡をのぞき込んで海中風景を見た様に、水中に目を凝らすような展示方法とそれに見合う作品が作れたらいいと思っている。

4. 制作の技法

本論では人のような脊椎動物とサンゴを代表とした海洋性無脊椎動物の形態や生態の違いについて論じた。主に左右相称と回転対称・不定形といった表面上に見える違いから、内骨格生物と外骨格生物という解剖学的な違いがある。すでに論じた通り内骨格と外骨格の違いは生活形態や運動能力が反映されたものであり、その生物が進化の上で積み重ねてきた歴史を伝えている。

通常人などの内骨格生物を描く際は骨格から筋肉、その上に重なる皮膚といった内側から層になった構造が外部形態に見て取れる。外見上の特徴から内部の筋肉の盛り上がりや骨格の位置を読み解いて描くこともあれば、逆に内部形態を踏まえたうえで表面上の情報を拾い集める描き方も出来る。絵画の歴史上人や動物を描く際に解剖学的な知識が重視されてきた所以だ。“動物”を描く際には必ずその中にある骨と筋肉の存在を意識する。このように内部に隠された重なった構造を学び、観察することで描き出すのは通常動物を描く際に必要とされる工程だが、外骨格生物であるところのサンゴなどは既に見えている外部形態がすべてだ。骨格の上をポリプの表面が覆っている部分もあるが、彼は表面上の形態と骨格に差異がほとんどない。昆虫などは外骨格生物としてよくモチーフになるが、彼らはその形態が運動能力を反映している。節足動物の由来はその名の通り節のある足から来ており、彼らのもつ節構造や翅は見た目だけで高い運動能力を物語っている。対してサンゴやイソギンチャク、ホヤやヒトデなどの生物たちは内部構造がそのまま外部に見えているか、もしくは全く見えていない、そして運動はしないという動物の特徴を放棄したような部分が最大の特徴になっている。彼らを描く際に動物としてではなく、静物モチーフとしての存在を投影するのは、このような内部情報の少なさも要因の一つになっている。彼らの作る構造は時間の積み重ねを語り掛ける一方で、個の生物としての厚みをつかむ手掛かりが極端に乏しい。

さらにサンゴやホヤ、カイメン類といった群生する動物たちはそれがたとえ小さな群生でも小さいということが幼さには繋がらない。群生を形成している時点で幼生期を終えた成体なのだが、時折サンゴ礁の小さな群生を”子供””赤ちゃん”と表現しているものがあり違和感がある。第2章で述べた様に、サンゴは群体が壊れて欠片になっても、生きていたポリプがいればまたそこから無性生殖で数を増やすことができる。今小さな群生になっているものも、もとは大きなものの一部だった可能性があるのだ。大きな生物ほど長く生きて、成熟した大人と思いがちだが、そこに当てはまらないのは彼らの魅力だと考えている。個体として自分の身体を成長させるのではなく、群体として大きくなる彼らは、一つ一つを見ても個々の生物としての歴史を匂わせない。それを物語るのは彼らの残す石の骨格であり、積み重なった骨格には群体としての個を超えた歴史がある。

また、サンゴ礁の構造にフラクタルとの関連を述べたが、そのフラクタル構造が原因で大きさによる距離の表現を困難にしている。サンゴ礁は様々な形態を持ちその複雑さはモチーフとして絵画上で大きな役割を持つが、どのような形状でも基本的に複雑さが大きさに左右されない。小さいものと大きいもので構造の入り組み方が同じである以上、人を描く時の様に遠くの人を小さく描くといった手法では前後が表現できない。普段取り立てて意識していないが、我々は人や動物、身近で見慣れたものを距離感の指標に使っている。空き缶一つとってもその大きさや全体感が共通認識としてあるため、絵の中に記号として落とし込んでくれるが、さほど身近ではなく大きさが距離の説明にならないサンゴ礁を描く際には遠近感と大きさを表現するのが一つの課題となっている。

遠近感を表現する際に大きさと共に手掛かりになるのは色味の変化だ。空気遠近法では、遠景にあるものを青みを買った中間色で表現するが、海中では空気中よりもはるかに速い段階で景色は青く染まってしまう。水中では光が減退することについて第3章で述べたが、これは上から下への光の差し込みに限らず、水平方向へ延びる光にも当てはまる。深度を意識してしまいがちだが、光を吸収するのは上下の積み重ねだけでなく、横に詰まった水でも同じことだ。つまり水深が浅い海でも水平方向に見る景色は必ず手前が一番明るく、離れるほど暗くなってゆく。〈図2〉は水深5mもない浅瀬に広がるサンゴ礁だが、カメラに近い手前側ではそれぞれの色味や影もはっきりと見て取れる。離れていくにつれて徐々にコントラストが鈍くなり、個有色を失うとともに暗くなってゆく。水中では光が拡散されるため深く、遠いほど明暗さが見えなくなり均一に暗くなる。どんなに明るく透明度の高い海でも水平方向に目線があるときは必ず自分のいる場所が一番明るく、色彩が豊かなのだ。慶良間諸島のような高い透明度の海でも視認できる距離の限界が50m程度なのはこのためだ。海流の状態や天候不順で濁った時は、明るくても10m先が見えなくなることも珍しくない。

普通、絵を描く際には背景とモチーフの明暗差を考慮に入れる。光源を遠くにおいて背景が最も明るく、モチーフを逆光になるような構図は静物画や人物画で時折みられるが、海中では下から海面を見上げるような体制をとらない限りこのような図は得られない。

私が描写に用いているエポキシ樹脂は高い透明度と耐光性に優れているが、そのまま使うと海中を表現するには透明すぎる。そこで使用する際にはサンドブラスト用の細かいガラスの粉を混ぜて意図的に濁った水を作っている。



19. 『』の制作途中、最下層の下地を描いた段階でまだ樹脂は乗せていない。大まかなシルエットの実を描いたところから樹脂を重ねる作業に入る。



4層ほど重ねたところ。私が樹脂を用いて描いている最も大きな要因はサンゴの様に重なり合って複雑な形状を作る生物を描くにあたって、その形状が出来上がる過程を追想するように描く事が出来るという点が大きい。サンゴ礁の構造自体が層の重なりからなっているといってもよく、その時間と構造の積み重ねが詰まった樹脂の層になる。加えて水の存在感というものを表すうえでも有効に作用しているように感じる。水中独特のものの見え方や距離感の掴みがたさというものがあり、とくに薄く濁った先にあるものの見え方などが重なった層の向こうに見えるものと近い。最初から遠くにあるものをそう見えるように描くのではなく、描いたものを樹脂の層を重ねることで自分から遠ざけるような描き方をしている。描いた先からその上を濁らせた樹脂で覆うので、描写した部分が大半は無駄になるが、水中で見る景色が実際そうになっている以上仕方がないと割り切ることにしている。

樹脂をガラス粉で意図的に濁らせるほかに、樹脂用の染色剤を使って色を付けて重ねることで減色や退光した遠く深い海中を表現することもある。先ほど述べた様に水中での退光・退色は水平方向にも左右されるため、書き出しは意図的に色数を少なく、青系の色味の中で描いている。最も遠くを描いた一層目がほとんどシルエットで色や明暗が無いのはそのためだ。遠くにあるものは大抵わずかな光の当たる箇所が見えるだけで、光が拡散されて影も見えにくくなるため、大きな塊に見える。層を重ねて描くうちに、画面内で描く対象が手前に近づいてくるにしたがって黄色や赤といった、至近距離でないと減色してしまうような色味を混ぜて乗せる。とはいえ実際に赤みがかかったサンゴやイソギンチャクも、深度のある海水中では青い光で染まったように見えるため、絵に描く際にも書いてから青い層を重ねてみることで微妙な距離感や深さを表現できないかと試みている。こうして色を持たせた樹脂を重ねると描き進めるにつれて画面が暗くなってゆくの描写で描き起こす予定のない水中部分は一層目の段階でなるべく明るい色を置いた。油絵などは背景の色を最後に変えることも可能だが、樹脂を重ねて描く描き

方では最初の下地の色から徐々に暗くすることは出来ても逆は出来ない。下地の色はそのまま残ることが多いため、一番最初の背景を白、モチーフを黒と置くか、背景を黒、モチーフを白と置くかが一番悩ましいところである。この最初のバランスから多少中間によりはするものの、一番遠くにある水中空間に描写を重ねようがないため基本的に背景にあたる部分は一番最初に置いた下地の色をほとんどのとした状態になる。



一層に重ねる樹脂はさほど厚くないため、計量カップに入った状態で見ると濃い色をつくことは無いが、同じ色味を何層にも重ねることで深く、暗い青を表現する事が出来る。画像は青の染料を用いたものだがこのほかにも紫や緑を青い層の間に挟むことがある。



10層ほど重ねた段階。樹脂を重ねて描く際に一つ難しいのが、絵の具の色味がそのまま表現できないことである。アクリル絵の具の多くは乾く前の濡れ色と乾いた後の色味に差があり、私の絵では描いた後に重ねる樹脂によって絵の具の描写は濡れ色の状態になる。基本的に明るい色は少し暗くなり、暗色はより濃くなる。この差異を考慮したうえで色を作って乗せる必要があるため、絵の具が乾いた状態ではなく濡れている状態の印象を覚えて使う必要があるのだ。

5. 静物画と生物画としての私の絵画制作

サンゴ礁の風景やそこに住む無数の無脊椎動物たちは、ひとまず発見されはしたものの、芸術的なモチーフとしては他の動物群に比べると背景的な扱いなりがちである。ひとえに彼らがあまり動かないということから、動物としては面白みに欠ける存在として扱われている節もある。また、生物を単体でモチーフにする傾向はあるものの、サンゴ礁のような「生物群集」に注目する作品はいまだ少ない。

自然の造形は無限に沸くイメージの源泉であり、生物同士の関わりは混沌を孕んだ美しさを持っている。本論文ではそのような海洋性無脊椎動物を個体で見たとときの形態的、生態的な魅力と共に、群体を作り環境を支える存在としてのサンゴ礁群集の魅力について紹介した。すでに述べたように芸術分野において海洋性無脊椎動物の形態的な魅力は博物学やヘッケルによって発見されたが、現代では再び埋もれてしまったように感じる。本論文では個体そのものの形態的な魅力に加えて、サンゴが礁を作り生物多様性を支える環境を生むことや、図像的にも興味深い群体の構造を解説するとともに外骨格生物、内骨格生物といった生物の生と死の在り方を論じた。その結果、サンゴや貝などの外骨格生物は生と死という相反する状態を外観に纏っていることや、死が腐敗と骨格の露出を意味する内骨格生物との対比構造が明らかになった。

筆者のサンゴ礁を主題とした絵画作品について、上記のような理由からサンゴなどの外骨格生物を描いた作品は静物画として見る事が出来るという結論に至った。花を描いた絵画に蝶が舞うように、サンゴ礁の周りには色彩豊かな熱帯魚が舞っているのだ。サンゴ礁はそれ自体が時間経過を物語る存在であり、制作の上では特にその点に留意することが多い。古典的な静物画と同様に、私の描くサンゴ礁の静物画も集めたモチーフを絵画上で再構成して描いているためだ。ヒトデやウニ、貝やサンゴは一見動いていないが、紛れもなく生きた動物である。本論文では、そのサンゴなどの「動かない動物」たちの形態的な魅力を再発見するとともに、静物モチーフとしての見方を提案するものである。

自作品の多くはアクリル樹脂の重ね塗りをを用いており、油絵などのような古典絵画における平面とは一線を画した表現を目指している。その理由は描いている舞台が海中という人にとって特異な環境であることや、前述したサンゴ礁の時間の重なりを描写の層として描き出そうという試みからである。絵画では水はグラス、花瓶を満たすモチーフになるが、海中を舞台にする絵画では水は空気のような存在であり、しかし絶対的な違いがある。生物、モチーフの時間経過は依然大きな課題だが、今回静物画としての表現に立ち返り、この水で満たされた環境という特異性が新たな課題となった。本論で述べた様に、「動かない動物」の生態や形態は海中だからこそ成り立つものだ。この点は静物モチーフとしての外骨格生物という新たな視点と共に、次期の研究、作品へとつなげたい。

終わりに

サンゴ礁が海の中に占める面積は世界の海域全体のわずか 0.2 から 0.1% というわずかなものだ。しかし、全海洋生物の 25% がその生活に関わっている。陸上では熱帯雨林が生物密集地として知られるが、海洋で最も生物多様性に富んだ場所がサンゴ礁だ。海洋生物、特に熱帯地域の生態系の研究が始まったのは、近代になってからのことだ。サンゴは 18 世紀まで植物だと思われてきた。群体の形状や、サンゴのポリプ一匹一匹の形態が花卉を広げた花の姿に見えることを鑑みると無理もない。

熱帯、温帯域の研究が後回しになった理由は複数あるが、一番大きなものは、経済的、技術的に発達した国が熱帯地域に登場しにくかったことがあげられる。熱帯域は植生も豊かなため、ほとんどの地域で農耕文化は発生せず、遠く北の国々の争いも知らずに過ごしていた。時代が下り、大航海時代には熱帯地方は侵略の対象となった。以来、多くの地域が植民地として支配され、欧米から研究者が海を渡りやってきたことで、南の国の生態系が研究対象となった。

序章では博物学の驚異に沸くヴィクトリア朝の人々、そして水中望遠鏡を用いて海の中を覗く世界の発見について触れた。ガラス板というレンズを手に入れて、人は海中風景を初めて目にした。生物は眼を獲得したことによって色と形を認識した。それまでは光が無かった、存在することを知らなかったのだ。水中望遠鏡を手にした人々にとって「海中光景は、おそらくはじめて視界に浮上し、多くの美しいパノラマが人間の眼に切り開かれる」というのは大げさでもなく、眼の獲得の追体験だったと言える。

サンゴ礁の生態は群を抜いて多様性に満ちている。ダイビングの最中、目の前は目まぐるしく景色が変わり、生き物は入れ代わり立ち代わり現れてはまたどこかへ行ってしまふ。密集する生き物たちはまるで一つの大きな生物のように見えることもあれば、不意にほどけて散って行ってしまいそうな儚さを感じさせる。サンゴ礁自体は群体の造り出す骨格構造だが、時間と生物を支えるその存在は体外器官として機能する分の方が大きい割合を占めている。一般的にはあまり知られていない環境だが、本論文でわずかながらでもその魅力を拡散することに寄与出来れば幸いである。

謝辞

本論文は筆者が東京芸術大学大学院美術研究科芸術学専攻博士後期課程に在籍中の研究成果をまとめたものです。指導教官として本研究の実施の機会を与えて戴き、その遂行にあたって終始、ご指導を戴いた。同専攻、布施英利先生に心より感謝致します。美術学部工芸科藤原信之先生、並びに、美術学部芸術学科林卓行先生、同専攻川瀬智之先生には副査としてご助言を戴くとともに本論文の細部にわたりご指導を戴いたきましたこと、深く感謝申し上げます。本研究に用いた生物の写真の多くは琉球大学熱帯生物圏研究センター、瀬底研究施設の方々の協力によって得られました。また、ダイビング技法、水中撮影の技術については Deep Emotion の豊橋豊土氏に修士論文の頃からお世話になりました。ここに感謝の意を表します。

上滝玲子

引用文献、参考文献

- ・ Armond, Carrie (National Geographic News) . (2015 年 7 月 3 日). 色鮮やかに光るサンゴを発見—深い海なのになぜ? 参照日: 2019, 参照先: National Geographic News: <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/15/070200167/>
- ・ BacklandFranc. (1873). Natural History of British Fishes: Their Structure, Economic Uses, and Capture by Net and Rod. (大橋洋一、照屋由佳、原田祐貨, 訳) London: Society for Promoting Christian Knowledge, n.d.
- ・ Bates, Mary (National Geographic News) . (2017 年 2 月 3 日). カニがイソギンチャクのクローン作り共生維持か . 参照日: 2019, 参照先: National Geographic News: <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/c/020200027/>
- ・ Galleria Borghese. (2016). GALLERIA BORGHESE 10 MASTERPIECES.
- ・ J・スコット・ターナー. (2007). 生物がつくる〈体外〉構造—延長された表現型の生理学. (滋賀陽子, 訳) 株式会社みすず書房.
- ・ V.MladenovPhilip. (2015). 海洋生物学—地球を取り巻く豊かな海と生態系. 丸善出版株式会社.
- ・ イアン・スチュアート. (2009). 自然界の秘められたデザイン—雪の結晶はなぜ六角形なのか? (梶山あゆみ, 訳) 株式会社河出書房新社.
- ・ イヴ=アラン・ボア、ロザリンド・E・クラウス. (2011). アンフォルム 無形なもの事典. (加治屋健司、近藤學、高桑和巳, 訳) 有限会社月曜社.
- ・ イレネウス・アイブルーアイベスフェルト. (2009). エルンスト・ヘッケル—科学者のなかの芸術家. 著: エルンスト・ヘッケル, 生物の驚異的な形 (戸田裕之, 訳, ページ: 28). 河出書房新社.
- ・ エリカ・ラングミュア. (2004). 静物画. (高橋裕子, 訳) 八坂書房.
- ・ クリストファー・ウィリアムズ. (2014). かたちの理由—自然のもの、人工のもの. 何がかたちを決め、変えるのか. (小竹由加里, 訳) 株式会社ビー・エヌ・エヌ新社.
- ・ ジョアンナ・エーベンスティン. (2017). アナトミカル・ヴィーナス—解剖学的美しき人体模型. (堀口容子, 訳) 株式会社グラフィック社.
- ・ スーザン・オーウェンズ. (2017). マリア・シビラ・メーリアン. 著: デイビット・アッテンボロー, すごい博物画 (笹山裕子, 訳, ページ: 142). 株式会社グラフィック社.
- ・ スーザン・ドミルトン. (2015). 海の美しい無脊椎動物. (堀口容子, 訳) 株式会社グラフィック社.
- ・ スティーブン・R・パルンビ、アンソニー・R・パルンビ. (2015). 海の極限生物. (片岡夏実, 訳) 築地書館株式会社.
- ・ セルジオ・ガッディ、アンドレア・ヴァンドシュイダー. (2018). ブリュエゲル展—画家一族 150 年の系譜、章解説. 著: ブリュエゲル展—画家一族 150 年の系譜 (ページ: 143). 日本テレビ放送網 ©2018.
- ・ チャールズ・R・C・シェパード. (1986). サンゴ礁の自然誌. (本川達雄, 訳) 株式会社平河出版社.
- ・ ニール・シュービン. (2013). ヒトのなかの魚、魚のなかのヒト—最新科学が明らかにする人体進化 35 億年の旅. (垂水雄二, 訳) 株式会社早川書房.
- ・ フィリップ・ディエポー、鈴木潔(監修). (2004). エミール・ガレーガラスの詩人 (第 1 版). (藤井麻

- 利, 訳) 株式会社創元社.
- ・フィリップ・ポール.(2016). かたちー自然が創り出す美しいパターン 1.(林勝, 訳) 株式会社早川書房.
 - ・フィリップ・ポール.(2016). 枝分かれ 自然が創り出す美しいパターン 3.(林勝, 訳) 株式会社早川書房.
 - ・フィリップ・ポール.(2016). 自然がつくる不思議なパターン.(桃井緑美子, 訳) 日経ナショナルジオグラフィック社.
 - ・ベルナデット・V.ホルトハウス.(2015). 解説. 著: スーザン・ドミルトン, 海の美しい無脊椎動物 (堀口容子, 訳, ページ: 247-249). 株式会社グラフィック社.
 - ・ポール・ド・クライフ.(1980). 微生物の狩人 (上). 株式会社岩波書店.
 - ・リン・L・メリル.(2004). 博物学のロマンス.(大橋洋一、照屋由佳、原田祐貨, 訳) 国文社.
 - ・高安秀樹.(1996). フラクタル構造と物性. 機密工学会誌, 62(8), 1093.
 - ・国立科学博物館.(2015). 特別展生命大躍進 脊椎動物のたどった道.
 - ・国立科学博物館、海洋研究開発機構.(2017). 特別展「深海 2017 ～最新研究でせまる“生命”と“地球”～」. NHK, NHK プロモーション, 読売新聞社.
 - ・国立科学博物館、他.(2017). 特別展「深海 2017～最新研究でせまる“生命”と“地球”～」.(国立科学博物館 (倉持利明)、海洋研究開発機構 (藤倉克則、木村純一、金井隆憲、野中裕子), 編) NHK, NHK プロモーション, 読売新聞社.
 - ・山城秀之.(1995). イシサンゴにおける石灰化と脱石灰に関する形態学的、生理生態学的研究.
 - ・山城秀之.(2017). サンゴー知られざる世界. 株式会社成山堂書店.
 - ・山田格.(2015). 脊椎動物の歴史——一つの見方. 著: 国立科学博物館, 特別展生命大躍進—脊椎動物のたどった道 (ページ: 13, 15).
 - ・酒井一彦.(1995). サンゴ群集の種多様性と場所の広がり—どのスケールで考えるか? 著: 西平守孝、酒井一彦、佐野光彦、土屋誠、向井宏, サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉 (ページ: 51、30). 株式会社平凡社.
 - ・秋山聰.(2017). アルプス以北十六世紀の宮廷と美術. 著: 秋山聰、小佐野重利、北澤洋子、小池寿子、小林典子, 西洋美術の歴史 5 ルネサンス II—北方の覚醒、自意識と自然表現 (第 5 巻, ページ: 614-622、628-629). 中央公論新社.
 - ・出口保夫、齋藤貴子.(2007). 楽しいロンドンの美術館巡り. 株式会社講談社.
 - ・小宮正安.(2007). 愉悅の蒐集—ヴンダーカンマーの謎. 集英社新書ヴィジュアル版.
 - ・須藤斎.(2018). 海と陸をつなぐ進化論—気候変動と微生物がもたらした驚きの共進化. 株式会社講談社.
 - ・中山公男.(1994). 静物画. 著: 日本大百科全書. 小学館.
 - ・中村俊春.(2016). 17 世紀ネーデルラントの美術. 著: 大野芳材、中村俊春、宮下規久朗、望月典子, 西洋美術の歴史 6 17～18 世紀—バロックからロココへ、華麗なる展開 (ページ: 410-411、). 中央公論新社.
 - ・中村庸夫.(2012). サンゴとサンゴ礁のビジュアルサイエンス. 株式会社 誠文堂新光社.
 - ・中野理枝.(2011). 海に暮らす無脊椎動物のふしぎ. ソフトバクリエイティブ株式会社.
 - ・渡辺政隆.(1991). ガラガラヘビの体温計—生物の進化と〈超能力〉を巡る旅. 株式会社河出書房新社.

- ・土屋誠. (1995). サンゴ礁のマイクロエコシステム. 著: 西平守孝、酒井一彦、佐野光彦、土屋誠、向井宏, サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉 (ページ: 121、). 株式会社平凡社.
- ・藤原晴彦 (出演者/演奏者). (2011 年 10 月 15 日). 昆虫の擬態: だましのテクニックの進化. 東京大学公開講座.
- ・内田紘臣. (2001). イソギンチャクガイドブック—Sea Anemones in Japanese Waters. 図書印刷株式会社.
- ・日本大百科全書. (2001). 小学館.
- ・望月典子. (2016). フランスのバロックと古典主義. 著: 大野芳材、中村俊春、宮下規久朗、望月典子, 西洋美術の歴史 6 17~18 世紀—バロックからロココへ、華麗なる展開 (ページ: 326-328). 中央公論新社.
- ・本川達雄. (1992). サンゴ礁の生物たち—共生と適応の生物学. 中央公論社.
- ・本川達雄. (1992). ゾウの時間ネズミの時間. 中央公論新社.
- ・本川達雄. (2008). サンゴとサンゴ礁のはなし—南の海のふしぎな生態系. 中央公論社.
- ・本川達雄. (2015). 生物多様性—「私」から考える進化・遺伝・生態系. 中央公論社.
- ・本川達雄. (2018). ウニはすごいバツタもすごい—デザインの生物学. 中央公論社.
- ・友部直・中村るい. (1997). 青銅器時代の美術(前 1700~1100 年) クレタ宮殿全盛時代. 著: 世界美術大全集 3 エーゲ海とギリシア・アルカイック (ページ: 73 - 88).
- ・鈴木潔. (2005). 没後 100 年記念 フランスの至宝 エミール・ガレ ——創造の軌跡展 (第 初版版). (日本経済新聞社、佐藤隆英, 編) 東方出版株式会社.

図版目次

〈図 1〉 蛸文双耳壺 前 1500~1450 年頃、クレタ島出土 ギリシア・イラクリオン考古学博物館5	
〈図 2〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 31〈放散虫類—キルトイデア 6	
〈図 3〉 ルネ・ビネの設計した 1900 年パリ万国博覧会の入場門..... 7	
〈図 4〉 エミール・ガレ《クラゲ文花瓶》、1900~04 年、北澤美術館..... 8	
〈図 5〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 8〈鉢クラゲ類〉 8	
〈図 6〉 ダミアン・ハースト〈Bust of the collector [Treasures from the Wreck of the Unbelievable]〉 2018 撮影・布施英利..... 11	
〈図 7〉 池田学〈再生〉2001,浜松市美術館蔵..... 12	
〈図 8〉 部分 12	
〈図 9〉 サンゴ礁の分布 [日本大百科全書, 2001] [V.Mladenov, 2015]を参考に作図 14	
〈図 10〉 国内ダイビングポイントマップ 筆者作図..... 15	
〈図 11〉 瀬底島 筆者撮影 16	
〈図 12〉 水納島 筆者撮影 17	
〈図 13〉 瀬底島 筆者撮影 17	
〈図 14〉 粟国島・ナポレオンフィッシュ 筆者撮影 17	
〈図 15〉 粟国島・アジの群れ 筆者撮影 17	
〈図 16〉 慶良間諸島・タイマイ 筆者撮影..... 18	
〈図 17〉 慶良間諸島・ウツボ 筆者撮影 18	
〈図 18〉 慶良間諸島・ウミシダ 筆者撮影 18	
〈図 19〉 雲海丸 筆者撮影 19	
〈図 20〉 兄島近く 筆者撮影 19	
〈図 21〉 イルカの群れ 筆者撮影..... 19	
〈図 22〉 海綿や海藻に覆われた岩肌 筆者撮影 20	
〈図 23〉 ウミヤギ 筆者撮影 20	
〈図 24〉 ドチザメとマダラエイ 筆者撮影 20	
〈図 25〉 テヅルモヅル 筆者撮影 20	
〈図 26〉 作品(部分) 筆者撮影 22	
〈図 27〉 アンドリス・ファン・ブイセン「自然の美しいものの陳列棚」、リーバイス・ヴィンセント 『Her Wondertooneel der Natuure 自然のふしぎな劇場』1706 年の口絵、スーザン・オー ウェンズ.(2017). マリア・シビラ・メーリアン. 著: デイビット・アッテンボロー, すごい 博物画(笹山裕子, 訳). 株式会社グラフィック社.p142 から引用、他ジョアンナ・エーベン ステイン.(2017). アナトミカル・ヴィーナス—解剖学の美しき人体模型.(堀口容子, 訳) 株 式会社グラフィック社.にも記述あり 23	
〈図 28〉 生物の系統図 [国立科学博物館, 『特別展 生命大躍進 脊椎動物のたどった道』2015、 p9 の図を参考に作図] 28	
〈図 29〉 放射相称形動物の図 筆者制作 29	
〈図 30〉 刺胞動物の二胚葉構造 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態 系』2008、p28]を参考に作図 30	
〈図 31〉 海洋生物の生活形態 筆者制作 31	
〈図 32〉 造礁サンゴのポリプ解剖図 [日本大百科全書, 2001、小学館]を参考に作図..... 32	
〈図 33〉 イソギンチャクに住むカクレクマノミ (1)、クマノミ (2)、セジロクマノミ (3) 筆者撮	

影.....	34
〈図 34〉キンチャクガニ (1)、とバブルコーラルシュリンプ (2) 筆者撮影.....	35
〈図 35〉ヒトデの放射相称形 筆者撮影・作図.....	37
〈図 36〉ウニの放射相称形 筆者撮影・作図.....	38
〈図 37〉左右相称動物の図 筆者制作.....	40
〈図 38〉魚類の形態 筆者作図.....	42
〈図 39〉ホヤの群生 筆者撮影.....	43
〈図 40〉さまざまな巻貝 筆者撮影・作図.....	44
〈図 41〉シャコガイ 筆者撮影.....	45
〈図 42〉さまざまなウミウシ 筆者撮影.....	46
〈図 43〉コブシメ 筆者撮影.....	47
〈図 44〉ヤドカリ 筆者撮影.....	48
〈図 45〉イバラカンザシゴカイ 筆者撮影.....	50
〈図 46〉造礁サンゴと非造礁サンゴ 筆者作図.....	53
〈図 47〉サンゴの骨格.....	54
〈図 48〉群体の形状 筆者作図.....	55
〈図 49〉サンゴ礁を真上から見た様子 筆者撮影.....	57
〈図 50〉海岸線のフラクタル 筆者作図.....	58
〈図 51〉慶良間諸島・ハマサンゴ 筆者撮影.....	59
〈図 52〉サンゴの一生 [本川達雄,『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』、2008、 p78]を参考に作図.....	61
〈図 53〉海中に届く可視光線 [国立科学博物館,『特別展 深海 2017』、2017、p19]を参考に作図	65
〈図 54〉隠蔽的擬態 筆者撮影.....	70
〈図 55〉生物の模様.....	71
〈図 56〉タテジマキンチャクダイ.....	72
〈図 57〉魚の顔.....	73
〈図 58〉外骨格生物 筆者撮影.....	78
〈図 59〉内骨格生物 筆者撮影.....	78
〈図 60〉貝殻の構造 [本川達雄,『ウニはすごいバツタのすごい』、2018、p 106]を参考に作図..	79
〈図 61〉節足動物のクチクラ [本川達雄,『ウニはすごいバツタのすごい』、2018、p 37]を参考に作 図.....	80
〈図 62〉ドロップオフ,水納島・砂辺 筆者撮影.....	84
〈図 63〉カラヴァッジョ 〈果物籠を持つ少年〉1594 頃、ローマ ボルゲーゼ美術館 Galleria Borghese. (2016). GALLERIA BORGHESE 10MASTERPIECES. p.24.....	89
〈図 64〉ヤン・ブリューゲル I、ヤン・ブリューゲル II 〈机上の花瓶に入ったチューリップと薔薇〉 1615-1620 頃 個人蔵 ブリューゲル展—画家一族 150 年の系譜 p.148	

はじめに

本研究は、海の無脊椎動物をテーマとした自身の絵画制作とフィールドワークを通して、サンゴ礁とそこに住む様々な生物の形態について考察するものである。

筆者はこれまでスキューバダイビングやスキューバダイビングを通して海中のサンゴ礁を観察し、そこに生きる生物たちの姿やサンゴの作り出す風景を描いてきた。つまり、自然の生物をモチーフにした絵画制作に取り組んできた。

筆者が絵画の中で主なモチーフとして描いているサンゴ礁は、小さなイソギンチャク状の生物が無性生殖で群体になり骨格を形成することで作り出される。サンゴ礁を構成するイソギンチャク状のサンゴ個体はポリプと呼ばれ、一匹一匹が独立した生物でありながら群体としての超個体の性質も持つ。サンゴの作る礁が複雑な地形を生み、多くの生物の生息場所となることからサンゴ礁は海のオアシスにも例えられる。海洋生物たちの生活の場所として賑やかで美しい景色を作り出すサンゴ礁だが、サンゴ同士で夜ごと場所を奪い合う残酷一面も持っている。一見美しく見えるサンゴ礁の構造はその争いの結果ともいえるが、その構造がまた新たな生物をはぐくむ場となるのだ。熾烈な捕食競争と場所の奪い合いという死の濃厚な気配に反し、色鮮やかで美しい熱帯魚が蝶のように舞う海の風景は、絵画制作を促す魅力に満ちている。

修士論文では、サンゴ礁の作り出す造形のイメージ、とくに人の作り出す都市を連想させる骨格の建築と、密集して暮らすさまが腹部内臓の姿とも重なる点について考察した。私は普段から、広く発展する都市の光景と、顕微鏡をのぞき込むようなマイクロな構造感という、相反するイメージをサンゴ礁に重ねながら作品を描いている。本論文ではサンゴの骨格の構造や、自然物のもつ構造・模様のパターンからその造形のもつ魅力に迫るとともに、サンゴ礁を彩る様々な生物にも焦点を当て制作に資せられたらと考えている。

はじめに自作について、海の無脊椎動物をモチーフとした作品を描く上での資料集めとしてのフィールドワークと制作過程についてまとめる。人類が海洋のなかを見る事が出来るようになったのは近代になってからのことだ。海洋生物の存在が当時の人々や芸術に与えた影響にも触れたい。制作においては、実際に海に潜り体験した情報を再構成しまとめながら、観察をもとにサンゴ礁の生物の姿を絵画に再現している。海の中では、同じ瞬間、同じ景色にもう一度出会えることはない。私の絵画は、記録であると同時に実際には起こり得ない環境や瞬間をとらえた、私の中で作られた理想の水槽のような役割がある。

一連のサンゴやイソギンチャクを主題として描いた私の絵画作品は、技法としては全て樹脂の重ね塗りをを用いて制作している。初期には水ガラス(珪酸ソーダ)を用いたが、近年はエポキシ樹脂とアクリル絵の具を使い、キャンバス上に描いている。我々は水の中を見るためには空気の層を挟まなくてはならない。水族館では、水槽越しの景色は歪んで平面的に感じやすいが、海の中の景色は、水の中であることと、水中眼鏡越しであることから実際よりも物と物の距離感が詰まって見える。このような水中と空気中の差異や、絵の中に水中を表現する際に、見る側である人間と海の中とを隔てる水面を自作上では樹脂の層で表現している。また、描写を何層も重ねることで、空間に水という質量が詰まっている様子や、細かい生物同士の重なりなども描くように努めた。

サンゴ礁を主テーマに絵画作品を描いている作家は少ないものの、近年は池田学やダミアン・ハーストなどがサンゴ礁をモチーフにした作品を制作・発表している。彼らはサンゴや海の生き物をどう見て、表現しているのか、自作のテーマを振り返りながら紹介したい。

第一章はフィールドワークを通して出会ったサンゴ礁に住む生物たちについて述べる。特に生物のボディプラン（解剖学的な基本体制）について、主に [本川達雄, 『ウニはすごいバツタもすごい—デザインの生物学』, 2018]などを参考にしながらサンゴやイソギンチャクといった刺胞動物、またウニやヒトデなどの棘皮動物が持つ放射相称形の形態と、私たち人にも共通する左右相称形の生物を対比する形で解説する。放射相称形動物は陸上ではまず出会うことのない存在だ。彼らの多くは水生で、ほとんどすべての種が海中にしかいない。

生物たちの形態の特徴には必ずたどってきた進化の痕跡、今までの暮らしの歴史が刻まれているものだ。海洋生物の形態は周囲が水で満たされている点と、重力による制限から逃れている点が大きく影響している。特に刺胞動物のように、無性生殖を繰り返し増える生物と、左右相称のボディプランを持ち有性生殖する種は運動や生殖といった生物の基本行動に根本的な隔たりがあり、それが外部形態からも読み解ける。

第二章では、サンゴを中心とした群体性の生物が作り出す造形、とくに骨格や全体の構造について、第一章の個体としての構造を踏まえて論ずる。石の骨格を作るサンゴを造礁サンゴと呼ぶが、その中でも特に大きなグループが六放サンゴ目イシサンゴの仲間だ。同じイシサンゴでも場所によって塊状から樹枝状まで、幅広い形態を作ること知られる。拡大してみるとサンゴの個体同士はハニカム構造を作っており、枝分かれにもまたフラクタル構造のような法則性がある。[J・スコット・ターナー, 2007]その一方で、全体像はアメーバ状に広がりサンゴ礁同士の衝突や障害物によって予測できない形状を作り出している。サンゴ礁の魅力は、この美しい構造とそれに相反した不定形の成長の二面性によるところが大きいと考えている。太陽光に頼る生態や、その形状から植物に例えられることの多いサンゴ礁だが、その成長を支えているのは一個一個のポリプだ。サンゴ群体の不定形な成長はサンゴが動物であることももちろん理由の一つだが、陸とは違う環境であること、例えば潮の干潮周期や海流、周辺の生物たちの生態系も無関係ではないだろう。

第三章はサンゴ礁の色彩と海中に差し込む光に注目したい。サンゴ礁の海に潜ったとき、まず驚くのはその色彩の豊かさだろう。サンゴ礁の生物がカラフルなのは、端的に言えば海水が透明だからである。沼地や、アマゾンのように濁った川に住む生物は基本的に地味で、茶色や灰色をしている。そもそも視界不良の場所に住んでいる生物は視力が悪いことが多く、その上鮮やかな色では悪目立ちしてしまうため捕食者に狙われるリスクが高くなってしまいうことから、視界に頼らない生活をしているものが多い。サンゴ礁域では視界がクリアなため、生物たちは逆に視界に頼った生活をしている。貝殻の模様や魚たちの色は同種同士がお互いを見分けるためにあると考えられており、群生するサンゴやイソギンチャクがカラフルな海では、そこに住む生物たちも色彩豊かな方が馴染めるのだ。この章では生物の色や模様について、保護色や警戒色、そして擬態を取り上げる。

第四章では全体を通して考察したサンゴ礁の生物たちの魅力をまとめるとともに、内骨格・外骨格という生物を二分する特徴から海洋生物の生と死について触れる。イシサンゴや貝、ヒトデやウニなど外骨格生物も特徴を持つ生物は、死んだ後もその体が姿をさほど変えずに残るという特徴がある。それに対し、内骨格生物の死は明確な変化とともにある。私たちの身体は、死ぬと間もなく肉が腐り落ち、元の顔

を失った姿になる。だからこそ死体を変わり果てた姿と形容する。死と腐敗は人の死生観や宗教観に間違いなく多大な影響を与えた自然現象であり、仮に人間が死んでも姿を留める外骨格生物だったら今ある葬儀や死のイメージも全く違ったものになったのではないだろうか。

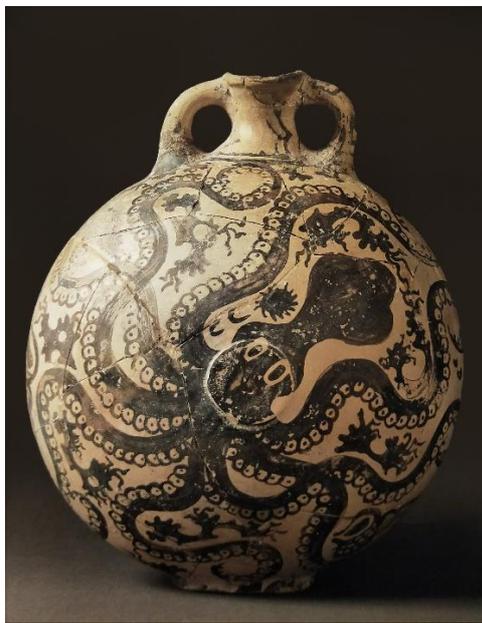
結論では、ここまでで述べた海洋生物の解剖学的特徴や、色模様の成り立ち、そしてサンゴ礁の持つ魅力と共に自作と今後の制作について述べる。サンゴ礁は生物でありながらそうは見えない、モノに近い存在であるように感じられる。彼らの姿は日々変わっているがその動きは緩慢すぎて大木の成長のように掴みづらい。死んだ後もその場に残る彼らを描く私の絵は、動物や風景を描いた絵よりも静物画に近いのではないかと考えている。静物画は死への諦観を促す宗教的なモチーフを描く絵画が根底にあり、時には美しく咲く花などの自然物を描くことでそのはかなさを得の中に示す。生きているときから死体と同じ姿をしているサンゴや貝を描く絵画には生と死の両面を同時に語るものになる。

はじめに

「海の無脊椎動物」を描く

海は人にとって災害を運ぶ畏怖の対象でもあり、豊穡の実りをもたらす恵みの象徴でもある。科学研究の進んだ現代にも、海に対する信仰心のようなものは人々の意識に根付いているように感じられる。人類は約5万年もの間、地中海沿岸に住み続けておりそこで文化が生まれた。海は人類の歴史の中でごく身近にある存在だった。それに伴い、海洋研究自体はギリシア時代から行われてきたが、長い間科学分野として成立するには至らずにいた。地中海の遺構からはタコなどの海洋生物が描かれた壺(図1)などが出土しているが、生物の姿を正確にとらえて描くというよりも、形状の面白さが装飾的に利用しやすいため用いられていたように見える。特に前1700~1100年頃、クレタ宮殿全盛時代といわれる頃の工芸作品は、陶器の文様に自然のモチーフ、植物や動物を組み合わせ描くものが多くみられる。

タコ、オウムガイ、ヒトデなどの海洋生物もモチーフとして非常に好まれたようで、軟体動物の大胆な動きが装飾モチーフになっているものは秀逸だ。これらの陶器は主にクレタ島東部で出土し、「マリンスマイル」の名称で独特の作品群を形成している。[友部直・中村るい, 1997]

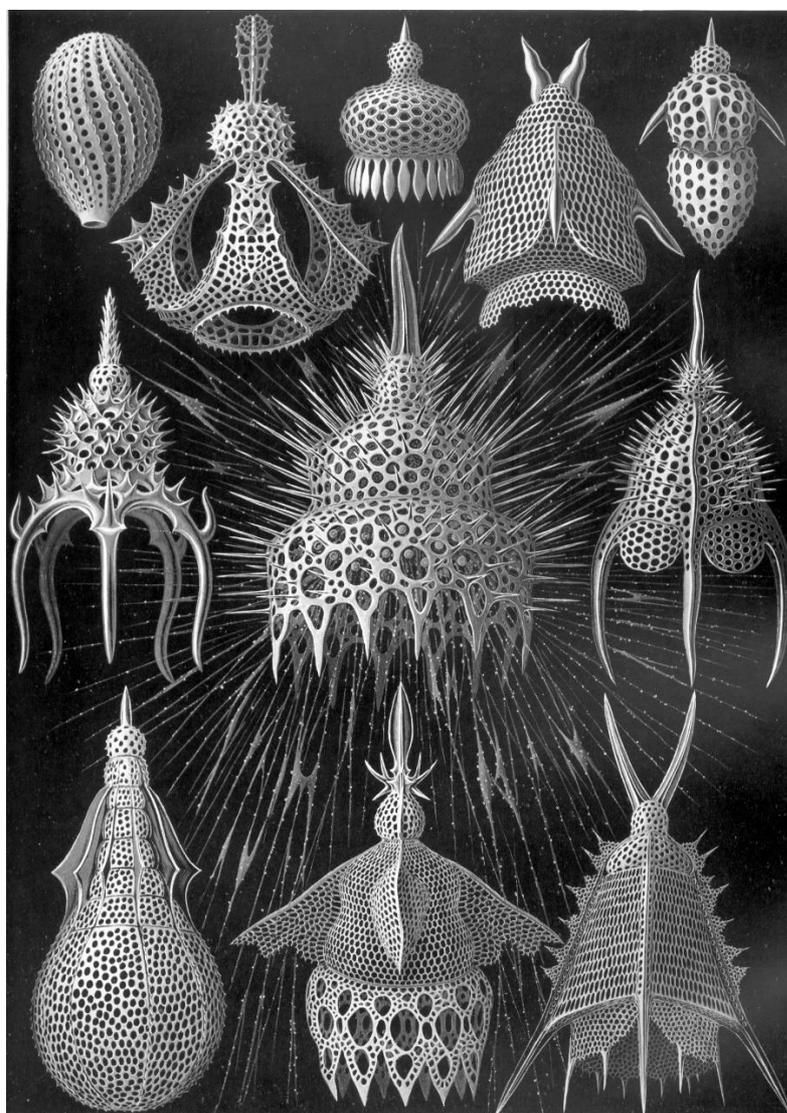


〈図1〉 蛸文双耳壺 前1500~1450年頃、クレタ島出土 ギリシア・イラクリオン考古学博物館

技術の発達に伴い、海洋生物はその姿を知られるようになり、今では写真や動画で簡単に見ることができる。

地球科学の一分野として海洋学が始まったのは19世紀になってからのことだ。当初は波の流れや気象観測など、航海の安全を図ることが主な目的だった。チャールズ・ダーウィンが測量船ビーグル号で南米の生物に出会ったのは1831年から1836年にかけて、その後1851年に『種の起源』を発表する。自然選択説の提唱で知られる彼だが、フジツボの分類や、後述するビーグル号航海中に見たサンゴ礁の構造とその形成過程の研究も行っている。1872年から1876年にチャレンジャー号による海洋観測が行われ、この時、気象や海流、海水温の記録を取り、航海の安全を追求すること目的とした海洋学が初めて学問の形を持った。海洋性生物、特に熱帯地域の生態系の研究が始まったのも近代になってからのことで、学問として熱帯の自然に注目が集まったのは19世紀後半のことだ。大航海時代の幕開けによって、16世紀から17世紀のヨーロッパには様々な生物標本、鉱物などが集まった。「紙の標本」である博物画もこのころから重視されるようになり、17世紀にはイソギンチャクや枝状のサンゴが描かれたものが現れるようになる。

エルンスト・ヘッケル (1834-1919) は、ダーウィンの自然選択説を支持し、海洋生物の仔細な観察を行い図版に残したことで知られる。彼は、出版した『自然の芸術的形態』(翻訳は『生物の驚異的な形態』)で鳥類、カメや地衣類などと共にあらゆる種類のクラゲやサンゴ、貝や幾何学的な殻で包まれた微生物などをおびただしい量の図版と共に紹介している。(図2)中でも執着的とも感じられる描写と図の量を残したのが、珪質の殻を持つ海のプランクトン、放散虫だ。ヘッケルは自然界の創造力・組織力を放散虫の規則的な網目模様の中に見出し、生物の形態や対称性、そして美しさについてこの本の中で説いている。一見すると図鑑のように生物の形態を俯瞰した、客観的な記述と描写の本に思えるが、[フィリップ・ボール, 2016]によると、実際には『自然の芸術的形態』はヘッケルの神秘主義的な世界観と意図を持って編纂されたものだ。単に自然の美しさを賛美するものではなく、生物の形態に秩序があるという主張を裏付けるデータとしての図版であるため、ヘッケル自身の恣意的な解釈を疑う必要がある。ただ一方で、彼が描き紹介した未知の生物たちの姿は、どんなに小さく下等とされる生き物にも、奇妙でありながら壮麗な姿形を持っている。ヘッケルが、「芸術的な魂」が生物にあるという結論に至ったのも想像にたやすい。



〈図 2〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 31 〈放散虫類—キルトイデア

芸術において、自然は尽きることないイメージの源泉であり、生物の持つ奇妙な、あるいは美しい形態、人間には作り出せない雄大な景色は度々物語や芸術作品のモチーフになってきた。人間のイマジネーションを超える奇妙な生態・形態の生物や風景も少なくない。特に海洋生物は、重力の制約を受けないという点で陸上よりも自由な形態を許されているように見える。人をはじめ陸上生物は基本的に陸という面の上、二次元で生活するという原則がある。我々陸上生物の形態は、豊富なようであるが基本的に前後左右に適応するという原則に沿っており、水平移動に対応したものだ。ヘッケルの憑りつかれた放散虫や、後の章で取り上げる様々な海洋生物が生きる世界は海水に満たされた3次元であり、重力の制限が極端に低い。この空間こそが放散虫の美しい骨格や花のような放射状の形態を持つ生物たちを育てている。海中を漂う生物たちにとって陸上のような上下左右は存在せず、運動方向を支持するものは何もない。微小な彼らの存在を発見し、その形態を観察する事が出来たのも19世紀の自然科学の発達によるところが大きい。

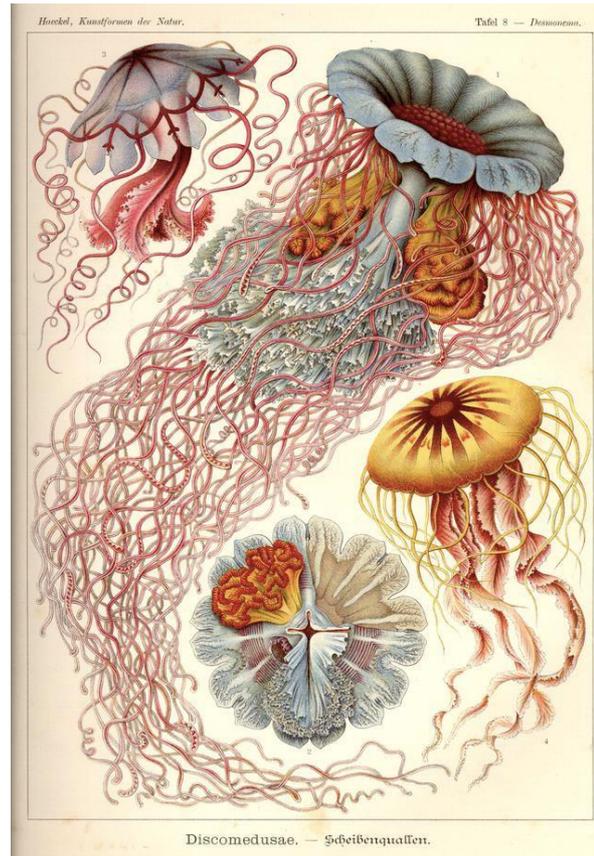
フランスの建築家・デザイナーのルネ・ビネはパリ万国博覧会の入り口の門を制作する際ヘッケルの描いた放散虫の図版からデザインを起こしている。(図3)また、家具のアルヌーヴォー調のデザインにもヘッケルの描いた刺胞動物の図に影響を受けたことを認めている。[イレネウス・アイブルーアイベスフェルト, 2009]



〈図 3〉 ルネ・ビネの設計した 1900 年パリ万国博覧会の入場門



〈図 4〉 エミール・ガレ《クラゲ文花瓶》、1900～04年、北澤美術館



〈図 5〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 8 〈鉢クラゲ類〉

ガラス工芸家として著名なエミール・ガレは哲学や植物学、鉱物学など多岐分野に関心を持っていたことで知られる。彼の作品は植物や昆虫など生物を主題にしたものが多く、中でも海の生物をモチーフにした作品には『自然の芸術的形態』からの影響が明らかだ。(図4)彼自身、「海洋学は千夜一夜物語の魔人のように、地上の人々を腕に抱え込んで、青い宮殿へと誘ってくれるのです。……深海に潜る海洋学者は、海の七宝螺細ともいえるめずらしいものたちを写生して、芸術家に見せてくれます。」と語っている。[鈴木潔, 2005]

アールヌーヴォーは元々、産業革命による工業化・機械化と、それに伴う粗悪な製品の大量生産から装飾芸術、伝統的な手工芸の復活を目指すアーツアンドクラフツ運動に端を発し、美術作品における模倣からの脱却を目指す芸術家たちによる営みである。新たな表現、モチーフを自然のなかに探し求める芸術家たちが海洋生物の独特の形態にモチーフとしての魅力を見出したことは何ら不思議ではない。自然科学、博物学の進歩がガレの芸術に寄与したところも決して小さなものではなかった。[鈴木潔, 2005]

とりわけ層を重ねて深みを出した色味や、ガラスに彫刻を施すグラヴェール技法など新しい技法を日々模索するガレの姿は当時の海洋研究の発展とも重なる。ヘッケルの図版の多くはリトグラフによる多色刷りを用いており、色ごとに版を重ねて形を描き出す工程は、用いる技法や材料は違えどガラスに着彩する工程に近いものがあつたのではないだろうか。

透明ガラスの素地に失透現象を起こすような化合物を入れることで、ガラスを錆色に曇らせたり濁らせる効果を出す“パティネ”や、あらかじめモチーフの形に切った薄ガラスを本体に接着し冷却後にグラ

ヴェール技法で細部を整える“マルケトリー”(ガラス象嵌)はガレが特許を取得している。[鈴木潔, 2005] グラインダーでガラス表面を研削して文字や文様の彫刻を施すグラヴェール技法は草木や動物の姿を立体的に掘り出すほか、まだ熱いガラスの塊を部分的に溶着し成型する“アプリケーション”などと合わせて用いられることも多かった。

ガラスというと透明なものというイメージがあるが、ガレの作品はその繊細な色彩への追求から色ガラスや金属を重ねる工程を重ねるものが多くなる。ガレの探求の結果ガラスは不透明になっていき、とくにマルケトリーの登場によってその地位を確固たるものにしたと言える。[フィリップ・ディエポー、鈴木潔(監修), 2004]マルケトリーは重ねられた素地とグラヴェール技法による文様とが独特の効果をもたらすが、技術的に難しく制作途中の破損も多かったという。この技法によってガレの見た、あるいはイメージした自然の姿、色彩豊かな光景をガラスで再現することが可能になった。ガレは当時の近代的な道具を用い、新しい技術、新たな技法を使いながら陶器・ガラス・木工と三つの分野で自らの芸術を作り上げている。アールヌーヴォーの時代にあって、伝統的なスタイルの模倣や折衷と合わせて古典に根差しつつ、常に変化するという新しい作品を作り続けたのは彼自身の探求心と科学技術の進化・自然科学の発見によるところが大きい。

海洋性無脊椎動物の色や形態、芸術的なモチーフ足り得る魅力はこの時に発見されたと言っていいだろう。しかし現代では、当時に比べてはるかに容易く海の生物を観察・記録できるにもかかわらず美術モチーフとしての扱いは少ない。

近年発表された、サンゴ礁自体が主題ではないもののモチーフとして登場する有名作品として、ダミアン・ハースト(図6)と池田学(図7・8)の作品を取り上げたい。両者に共通するのは、サンゴ礁というモチーフが過ぎ去った時間の経過を表している点である。

ハーストが2017年自身の個展で発表した作品群は多くがサンゴや貝などの海洋性無性対動物に覆われた状態を模している。[Treasures from the Wreck of the Unbelievable]と題された展示は、その名の通り難破船から引き揚げられた財宝の数々を展示している、という虚構の展示だ。長い間難破船に眠っていた財宝の数々である展示物と、さらにその引き上げ作業を撮影した映像記録で構成された展示は、一見いかにも過去の遺物が発見されたかのように見える。海の底に沈んでいたであろう彫刻や装飾品はいかにも古代ローマの作品群だが、その中に、ミッキーマウスやトランスフォーマーのおもちゃといった「ありえない」異物が現れることで、観客は難破船の財宝というのが巧妙に作り込まれた嘘だと気づく。

さらに、この展示の会場は水の都として知られるベネチアである。海中に沈んだ過去の人類史を掘り起こす研究分野として水中考古学があるが、海に囲まれたイタリアでは実際に海中から古代の遺物が見つかる環境であることも、ハーストの大掛かりなウソをよりリアルに魅力的に見せているように感じられる。

池田学の作品は、大きなキャンバスに沈没船をサンゴ礁や生き物が取り巻く様子を描いている。162 cm×162 cmはこの絵が発表された公募展の規格である100号サイズに収まる最大のものを用いており、その大きな画面を最大限に使う形で描かれた戦艦は真正面の構図も手伝って顔のようにも見える。緻密に描かれた絵は、遠目には大きな戦艦だが、近づくとその表面をサンゴ礁や海藻が覆う生物の楽園だ。

戦艦という武骨な人工物が近づいて見ることでその印象をガラリと変える。巨大な一枚の絵画だが、その中に場面ごとのストーリー性があり、遊び心を感じさせるキャラクター達をつい追ってしまう。

彼らの作品に通じるのは、モノが死んでいることを表すためにサンゴ礁がある点だ。船は女性名詞で語られ、真正面から見た姿には顔に通じるものがある。巨大な船は人々の生活の場・一種の街でもあり人工的な島に近いが、同時に大きな鯨にも似た生き物じみた存在感がある。またハーストの作品に登場する銅像の様に、人をかたどったものは生き物のように感じやすい。ミッキーマウスやトランスフォーマーといったおもちゃやシンボルもまた、生命のないものと分かっているながら生き物ののように扱われている存在だ。ここに登場するものは皆、生き物ではないが役割のために人格を与えられており、そしてその役割を終えた姿が展示されている。モノの死を強調するために、生物であるサンゴ礁は時間経過を訴える役割をしており、サンゴや貝の存在が死体に沸くウジのように死を証明している。

しかしサンゴ礁の生物多様性を知っている者には、海底に沈んだ彼らの周りには大量の生物が暮らす豊かな環境があったことが想像される。逆に、モノであった財宝たちが、生命を持ったようにも見えるのだ。池田学の作品はまさしく〈再生〉がタイトルになっている。立派な戦艦は役割を終えて久しく、漁礁として生まれ変わった姿である。モノの死を描いた作品だが、同時にモノが生命を得た姿でもあるのだ。

小笠原諸島でダイビングした際、第二次世界大戦で沈められた貨物船や軍需輸送船が多く沈んでいた。父島は防衛要塞として司令部がおかれたことから戦跡がおおく、小笠原諸島周辺には100席以上の沈没船があるという。海に沈んだ船は今ではすっかり生物に覆われている。サンゴや海綿、ホヤなどが表面を覆い、人工物の面影を残しつつ自然の一部に取り込まれていく。

動かない動物であるサンゴや海綿類に覆われて時を過ごす人工物の姿は、森の中に打ち捨てられた廃墟や朽ちていく廃車に近いものがあるが、海と陸で違うのは海洋生物にとってこのような人工物はむしろありがたいものになるという点だ。小笠原諸島の廃船やサイパンに残された戦争遺構は、今となってはその構造のおかげで漁礁として賑わっている。サンゴ礁の複雑な地形が生態系を育むように、海中に沈んだ人工物の構造は生物の隠れ家や新たなサンゴ礁を育む足場として重要な土台の役目を持つのだ。ここでも見えてくるのはモノとしての死と、美しい生物多様性という対比構造である。

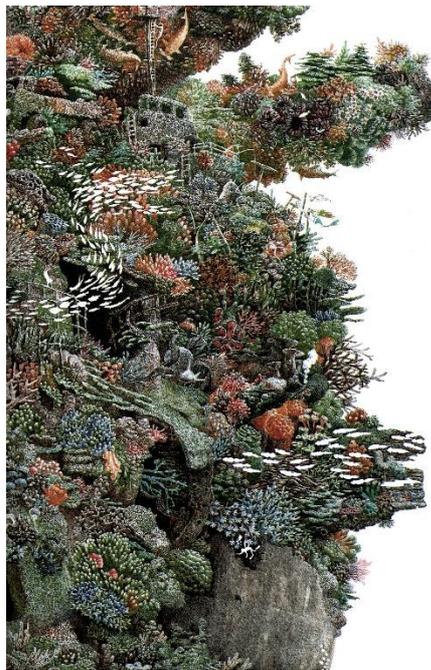


〈図 6〉ダミアン・ハースト 〈Bust of the collector [Treasures from the Wreck of the Unbelievable]〉 2018
撮影・布施英利

ハーストの作品もまた、銅像に人の姿を重ねてみる人にとっては死体の図であり銅像をただの物として見る人にとっては生命が宿った姿だ。もとの用途や鑑賞の規則から外れている、彼らは銅像としては死んで、岩礁として生き物に囲まれて暮らし、引き上げられた今の姿はどちらにも属していない。



〈图 7〉 池田学 〈再生〉 2001, 滨松市美术馆藏



〈图 8〉 部分

1. 絵画制作のための資料収集

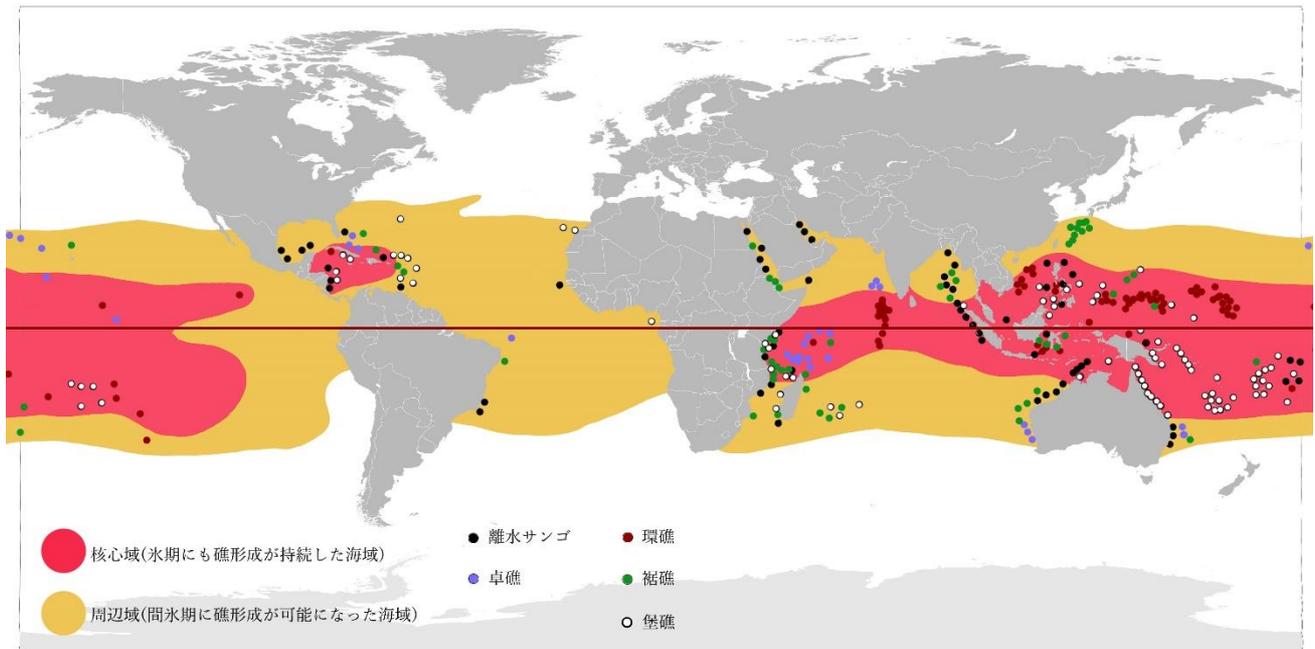
海中は魅力に満ちたフィールドであると同時に、本来人間の立ち入ることのできない危険な領域でもある。私自身は資料収集が主な目的であるものの、ダイビングそのものも楽しんでいる。それでも、特に水深40メートル近い深場や、光の入らない洞窟などに入る時は、恐怖と興奮に心臓を締め付けられるような感覚を覚える。普段当たり前に行っている呼吸や空気の軽さ、そして水から上がった瞬間の自分の身体の重さは、ダイビングをしなかったら生涯意識しなかったかもしれない。

ダイビングの際には資料集めのために水中カメラを利用している。この章で紹介する写真はだまかに風景とポートレートに分けられる。絵画を制作する際、構図を組むときの参考にしている地形や風景の写真と、生物の形態や色を記録するものとして撮影したものがある。制作する絵画は基本的に写真に撮った風景を描き移すのではなく、要素を抜き取り画面上に構成して描いている。資料として撮影するのは主に様々な形態を持つサンゴで、枝状に植物のように広がるものもあれば腹部内臓を思わせる塊状のもの、細長い紐状に伸びたものなど、興味は尽きない。そのサンゴ礁と共に暮らす生物たちもまた、独自の模様や形態を持っている。サンゴ礁が地球上の海域に占める面積は僅か0.1%~0.2%ほどだが、全海洋生物の25%がサンゴ礁と関わりながら生活しているという。[本川達雄, 1992]陸上では熱帯雨林が多く種が集まる生物多様性の高い場所として知られるが、海の場合はサンゴ礁がそこに当てはまる。

水中では光が吸収され、澄んだ海水でも水深10mまで潜るとそこに届く太陽光量は地表の16%まで落ちる。潜っているダイバー本人は目が慣れてそれほど暗さを感じないが、カメラは暗いとピントを合わせる事が出来ない。そこで写真を撮る際にはライトやストロボを使うことも多いので、写真によっては色味などが全く違って見える。また、水中で光が拡散・吸収されることによって影が出来にくいという特徴もある。海中では赤い色味は減退するため、生物の色味は写真に撮っても正確とは言えない。水中の青みがかかった色味が海中風景としては正確な色であるものの、生物の身体の色としては空気中で見る時とは明らかに違うことが少なくない。図鑑に描かれる生物は大抵空気中に置かれた姿だが、本来海中にいる生物を大気中に引っ張り出して見た色は正確ではあっても自然ではないと私は考えている。生物単体を写真に撮るときは、ライトなどを当てて色が分かるようにとることが多いが、絵画の中に描くときは水深と色の減退を意識して描いている。

私が絵画の主なモチーフとして描いているサンゴ礁とは、熱帯・亜熱帯域に生息するサンゴが創り出す骨格が積み重なった岩礁を指す。(図1)サンゴは刺胞動物に属しイソギンチャクやクラゲに近縁の動物で、その中でも群体を作り海底に生活するものをサンゴに分類している。その中で、石灰質の骨格を持つサンゴを造礁サンゴといい、骨格を持たない非造礁サンゴ、ソフトコーラルと呼ばれる種も存在する。

造礁サンゴは分類学上の名前ではなく、刺胞動物の内では海底に定着し礁を形成するものを指している。その中でも大部分を占めるのはイシサンゴ目に属するもので約100属、800種類が確認されている。このうち日本に生息するのは約200種類程度で沖縄県から九州南部の島々に広く分布している。本州では千葉県館山沖に生息するものが北限と確認されており、礁を形成しないソフトコーラルも多く生息する。日本は地理的にサンゴとサンゴ礁の分布の北限に当たるが、黒潮の流れによって同じ緯度の他地域に比べ多くのサンゴが分布している。また、日本国内でも小笠原諸島は唯一オセアニア気候に分類される特殊な環境で、固有種の多さでも知られる。ここでは資料として撮影した風景や生き物たちを紹介したい。



〈図 9〉 サンゴ礁の分布 [日本大百科全書, 2001] [V.Mladenov, 2015]を参考に作図

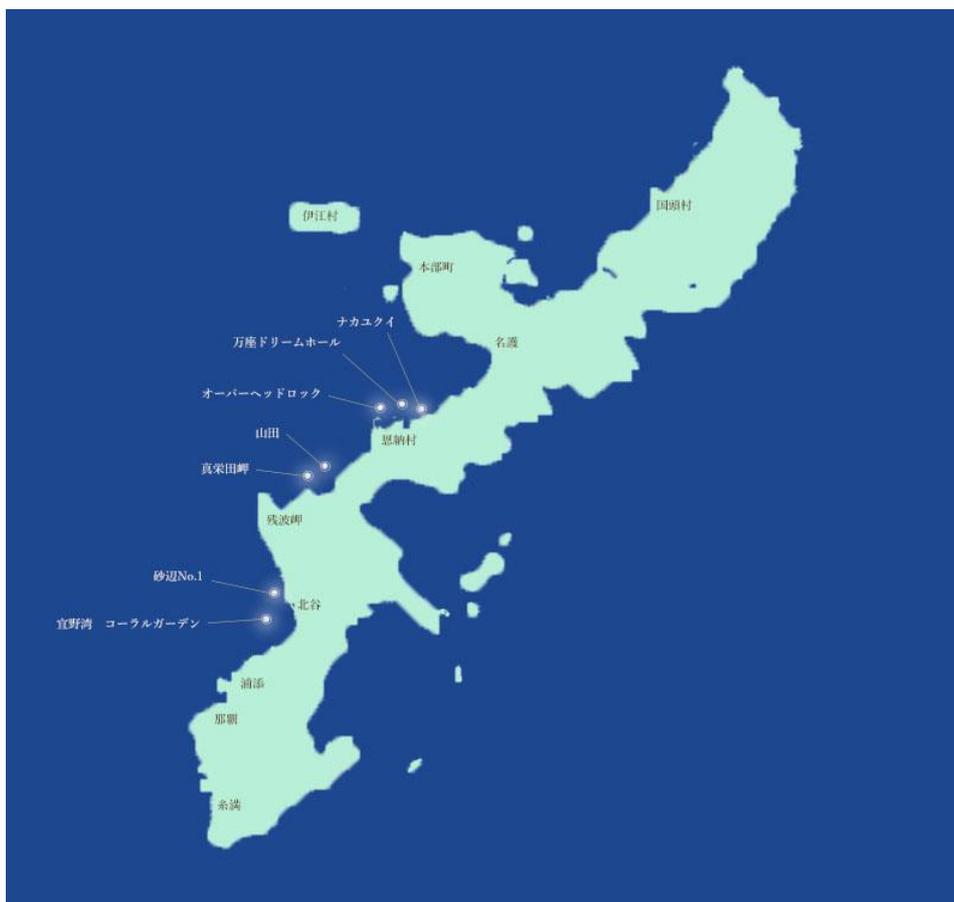
サンゴ礁の生態系が形成される場所は限られており、カリブ海、インドネシアの島々、紅海、オーストラリアの北東と北西の沿岸部がサンゴ礁の主な生息場所として知られている。 [V.Mladenov, 2015]

サンゴ礁は大まかに裾礁、堡礁、環礁の三種類に分けられる。海岸部に接するサンゴ礁を裾礁といい、日本のサンゴ礁のほとんどはこれにあたる。礁が島を囲み、防波堤のようにになっているものを堡礁、中央に島が無く礁のみがある場合を環礁と呼ぶ。

前述したダーウィンのサンゴ礁と地形の研究はこの三種の礁がどのように形成されるかを予想したものだった。サンゴは浅い海に形成されるため、初期には島の裾野に根付き発達する。サンゴ礁の上にさらにサンゴ礁が形成されることが繰り返されるにつれて、裾野は広がりサンゴ礁は浅い海域を広げていくが、それとは反対に地盤沈下や海面の上昇で島自体が沈んでゆく現象が起こる。サンゴは上に成長できるので沈まずに残るが、島とサンゴ礁の間には礁湖と呼ばれる海域ができ、サンゴ礁が島をぐるりと取り囲むようになる。これが堡礁と呼ばれる状態で、とくに有名なのはオーストラリアのグレートバリアリーフだろう。漢字表記で大堡礁と書くサンゴ礁地帯で、2300 kmに及ぶ長さに 600 種を超えるサンゴが生息している。島が完全に沈んでしまうこともある。火山島の沈降はプレート運動によって起こり、熱帯の火山島の周りにサンゴ礁が形成された場合、礁と礁湖のみを残して島が沈んでしまうことがある。 [中村庸夫, 2012]海洋プレートの運動が知られていなかった時代、この環礁は島が存在しない中どのように形成されるのか謎に包まれていた。環礁はまわりが深度 5000mに達するような深い海の上に形成されることも珍しくない。本来島の周りなど浅い海域にできるはずのサンゴ礁が突然海洋に登場したように見えるのだ。この環礁を含めサンゴ礁の発達段階を統一的に説明したのがダーウィンの沈降説である。この説が正しいと分かったのは 1952 年のことだ。ビキニ島とエニウェトク島で行われたボーリング調査は 1400mもの深さに及び、この調査によってサンゴ礁の堆積とかつてここに火山島があったことが証明された。 [本川達雄, 2008]海面は上下するため、環礁が隆起して島になることもある。地盤沈下で島が沈むこともあれば、逆に上昇することもあるのだ。日本では南大東島や北大東島が隆起環礁の島として知ら

れている。もともと環礁だった面影は、今も島の中央が低く外周が小高い地形となって残っている。

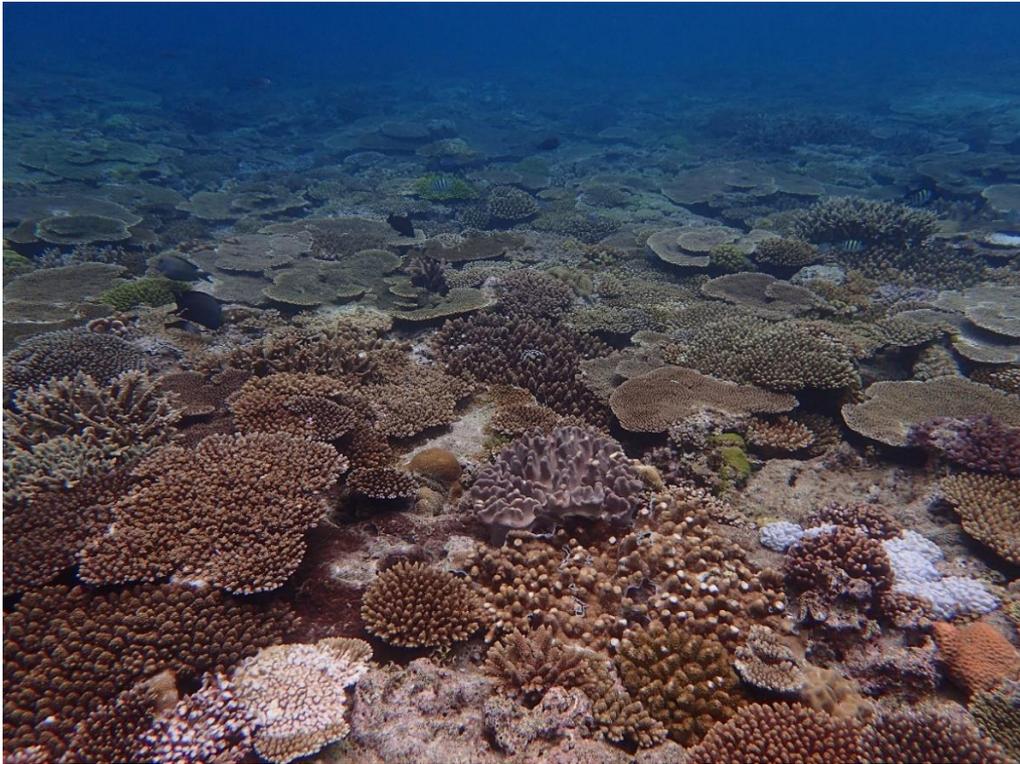
海洋は地球上の七割と多くを占めるが、生物が多く生息する地域は限られている。大洋の大半は陸地という砂漠に等しく、生物が生活していくには難しい環境だ。その中でサンゴ礁はオアシスのように生物たちが集まる環境を作っている。



〈図 10〉 国内ダイビングポイントマップ 筆者作図

沖縄本島と離島

沖縄のダイビングポイントは本島だけでも数えきれないが、ここでは特にサンゴ礁が美しい水納島や瀬底島の風景を紹介したい。隆起したサンゴ礁が島になっており、一面サンゴに覆われた『お花畑』や『ラビリンス』と呼ばれる海中洞窟が有名なポイントとして挙げられる。後の章で詳しく述べるが、サンゴ礁の成長には日光が大きな要素となっている。基本的には水深 30m 程度までの浅い海に多く生息しており、植物と同じく日光を効率よく浴びつつ、波や潮流に耐えられる形に成長する。水納島・瀬底島周りのサンゴ礁は水深 3m から 5m 程度の浅瀬に広がっており、水納島周りは地形に立体感があり起伏に富んだ礁を形成している一方、瀬底島周りは面を塗りつぶすように礁が広がっている。粟国島では5月半ばから6月の半ばにかけてギンガメアジが群れを作ることで知られている。まわりの離島から離れた個所にあることもあり、海流の関係から流れが急で深度もある。慶良間諸島は大小合わせて 36 の島々からなり、うち有人の島は 5 島のみである。沖縄本島から西に約 40 km の沖合に位置し、日帰りで行ける離島ダイビングスポットとして知られる。2005 年にはラムサール条約の登録地となっており、2014 年に諸島及び周辺海域が国立公園に指定された。その海の美しさから世界屈指のダイビングスポットとして知られる。

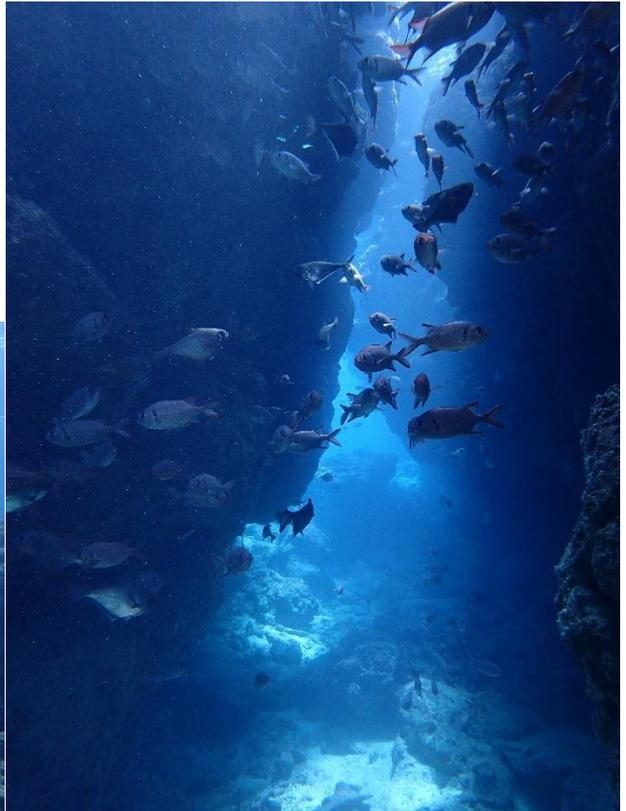


〈図 11〉 瀬底島 筆者撮影

瀬底島の浅瀬に広がるサンゴ礁。潮の満ち干きなどで露出しない程度の水深に多くのサンゴが群生するため重なり合って成長している。成長の負けてしまったサンゴは日陰になった部分が死んでしまう。



〈図 12〉水納島 筆者撮影



〈図 13〉瀬底島 筆者撮影

サンゴ礁は石灰質で隙間が多く、サンゴ礁が隆起した島では洞窟が形成されやすいため、沖縄をはじめサンゴ礁地域には鍾乳洞のような洞窟が多い。先述したように海水面の上下によって島はサンゴ礁の部分が島として陸地になることも珍しくない。瀬底島のような海底洞窟は海水面が低かった時代に陸上に露出し、雨水などの浸食によって出来たものが、その後の海面上昇によって沈み海底洞窟となったと考えられている。



〈図 14〉栗国島・ナポレオンフィッシュ 筆者撮影



〈図 15〉栗国島・アジの群れ 筆者撮影

ギンガメアジがここに集まるのは産卵のためのペアを見つけるためで、大量に集まったアジが渦を巻くように泳ぐ。ギンガメアジは体長1m近くに成長する大型魚で、このポイントではさらに大きいロウニンアジやイソマグロの群れ、カンモンハタなどの姿も見られる。



〈図 16〉 慶良間諸島・タイマイ 筆者撮影

ケラマ諸島周辺はサンゴ礁にやってくるウミガメとの遭遇率が高く、今回はサンゴ礁の上に乗って休む姿を間近に見ることができた。タイマイは主にカイメン類やサンゴ、サンゴ礁の隙間に住んでいる甲殻類を捕食するため、慶良間諸島の様にサンゴ礁の豊かな海でよく見る事が出来る。



〈図 17〉 慶良間諸島・ウツボ 筆者撮影



〈図 18〉 慶良間諸島・ウミシダ 筆者撮影

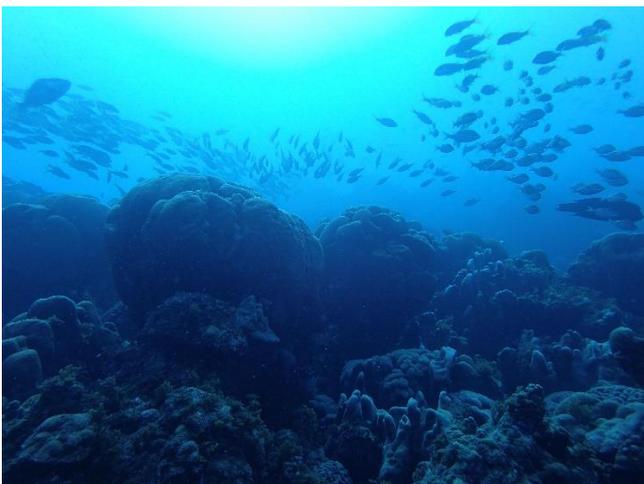
今回訪れた渡嘉敷島周辺は水深 50～60 メートルまでも見渡せる透明度を誇り、「ケラマブルー」と称されている。この地域では日本で確認されているサンゴの内約 6 割、約 250 種ものサンゴが棲息することから、様々な生物との出会いを求めて世界中からダイバーたちが集まる。隙間の多いサンゴ礁の構造は生物の隠れ家として機能する他、タイマイの様にその生物を目当てに集まるものもいるため、結果的に豊かな生物多様性を育んでいる。

東京都 小笠原諸島

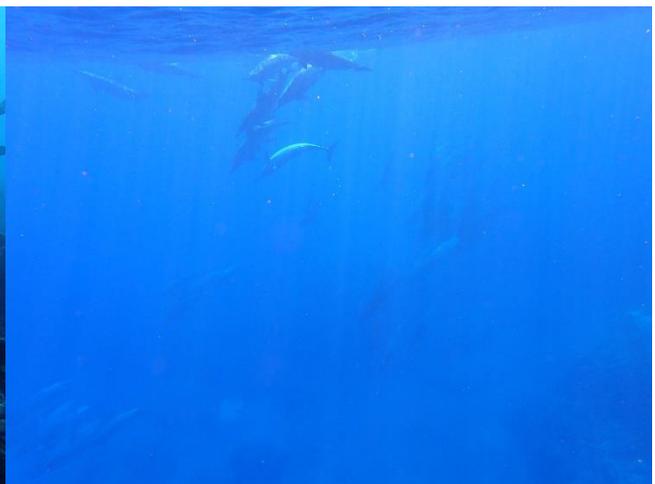
小笠原諸島は東京の南南東約 1000 kmの海上に 30 余りの島々から構成される。島の形成以来陸地と隔絶していたため独自の生物が多く生息しており「東洋のガラパゴス」に例えられる。島々の各地で第二次世界大戦の名残を見て取れる。沈められた貨物船などがそのままの姿で海底に残り、ダイビングポイントになっている個所も多い。特に『雲海丸（バラ沈）』や『利根川丸』は水深の浅い場所に沈んでいるため、船の上からでも水底の廃船が確認できる。沈没船は魚たちにとってはいい漁礁に、サンゴやイソギンチャクにとっては付着するのにいい足場となるため、今では豊かな生物相の土台になっている。



〈図 19〉 雲海丸 筆者撮影



〈図 20〉 兄島近く 筆者撮影



〈図 21〉 イルカの群れ 筆者撮影

島々の周りではイルカやクジラの回遊が見られる。島全体が漁礁となっているためか、魚を追って泳ぐイルカに遭遇することも多い。

静岡県 南伊豆

黒潮に乗って熱帯地方から関東近郊まで流れてくる熱帯魚は、寒い本州の海では冬を越せないため死滅回遊魚と呼ばれる。よく観察されるのは伊豆半島、神奈川の家や千葉の館山などで、温かい時期にだけ南国の魚たちの姿が見られる。この仲木でも、まるで熱帯地方のような魚群が見られる。



〈図 22〉 海綿や海藻に覆われた岩肌 筆者撮影



〈図 23〉 ウミヤギ 筆者撮影

千葉県 館山

厄介者扱いされているサメだが、ダイバーたちの間では人気者で、この館山・伊戸はそこに目をつけてダイビングポイントとして整備された。定置網にいたサメがこちらに誘導してうつされており、常時100匹以上のサメが水深20m程度の海底に群れを成している。



〈図 24〉 ドチザメとマダラエイ 筆者撮影



〈図 25〉 テヅルモヅル 筆者撮影

2. 私の絵画作品の制作について

自然の中で見つけた生き物を即座に同定することは難しい。図鑑を持ち歩けるならまだしも海の中ではそれも出来ない。写真を撮って後で調べようにも、膨大な数いる生き物から何をヒントに調べればいいのかわからない。このような経験のある人は少ないだろう。私自身、最近によく見る馴染の生物は大体名前が分かるようになったが、海に潜り始めたころは大量に群れを成している魚が何という名前なのか、何の仲間なのかも分からなかった。ところが一度名前を覚えると、今度はその姿を意識して探すようになる。道端の雑草も名前を知るとその時から雑草ではなくなる。ただ沢山いた魚やよくわからない生物も、その名前を知ると途端に存在が世界から浮き上がってくるように感じる。

風景にまぎれた昆虫や石を探すとき、最初の一匹を見つけるまでに苦労したのに反して一度見つけると二匹目三匹目が立て続けに見つかるという経験はないだろうか。

ニール・シュービンが著書『ヒトの中の魚、魚の中のヒト』の中で、著者が延々と続く砂利の中から化石を探す描写がある。ほかの研究者たちは毎日大量の化石を拾ってくるのに、著者は何も見つけられない。まわりに聞いてもただ見ろ、観察しろとしか言われず、心が折れそうになった時、すぐ足元の砂利の中に沢山の化石があることに気が付くのだ。それまでただの細かな石にしか見えなかったものが、一度化石だと“見える”ようになると今までなぜこの存在に気が付かなかったのか、不思議なほど目に入るようになるという。「まったく突然、砂漠が骨で満ちあふれて見えた。それまで岩にしか見えなかったところで、私はいまや、化石の小さな欠片や断片をいたるところで見ている。まるで、特別な新しい眼鏡をかけ、さまざまな骨のすべてにスポットライトが当たっているかのようだった。」 [ニール・シュービン, 2013]

何かを観察し、膨大な情報の中から探す作業をしたことのある人には似たような経験のある人もいるのではないだろうか。私はこのエピソードを読んだとき、子供のころに熱中した昆虫採集を思い出したが、同時に、砂利の中に化石を見つける研究者の視線はモチーフを見つめる画家の視線に近いものがあると感じた。私たちは普段、自分で思っているほどまわりのものを見ていない。絵を描くとき、モチーフを見つめる時間が長くなればなるほどそのことを実感する。もうこれ以上描く事が出来ないと思った矢先に、新たな一面に気付かされたりする。砂利の中に化石を見つけてしまうのだ。何度も見たはずの景色の中に、見落としていたものの存在が途端に浮き上がってくる瞬間が必ずある。一度気が付くともうその存在は無視できるものではなくなり、どうしても意識がそちらに向いてしまう。

私にとってのサンゴや共生する小さな生物たちも、もともとは風景の一部だったが、その存在に気が付いてしまっただけからはもう背景に戻せなくなってしまった。一塊に同じように見えていたものだったのに、今は彼らがそこに存在していることを知ってしまったのだ。何物でもない存在だったはずのもので、名前が付くともう意識せずにいられない。



〈図 26〉 作品（部分） 筆者撮影

一連のサンゴやイソギンチャクを主題として描いた作品は樹脂の重ね塗りを用いて制作しているものが多い。初期には水ガラス(珪酸ソーダ)を用いたが、去年の作品以降はエポキシ樹脂とアクリル絵の具を使い、キャンバス上に描いている。基本的には奥にあるものから順に、薄く描いては重ねるを繰り返すことで密集する生物の層と画面の表面にまで詰まった水表現するものだ。我々が水の中を見るためには空気層を挟まなくてはならない。絵の中に水中を表現する際に、見る側である人間と海の中とを隔てる水面を自作上では樹脂の層になっている。

層が重なるにつれて先に描いた部分を隠して、塗りつぶしてしまうことが珍しくない。生き物の姿が別の生き物の姿に遮られてしまったり、海流が変わってイソギンチャクが被さってきたりすることは海に潜っていても珍しいことではなく、シャッターチャンス逃してしまうこともあるが結果的に面白い構図が見つかったりもする。また、サンゴ礁というモチーフの特性として時間の重なりがその景色を作っていることがあげられる。礁は多くの生物が集まり、積み重なることで出来上がった風景であり、今見えているものの中にはかつて生きていたサンゴ礁の骨格が眠っている。サンゴ礁や貝など、外骨格が残る生物は、死んだ後もその姿が残るため次の世代に利用される。サンゴ礁の成長は決して早いとは言えないが、環礁の成長に見られるように膨大な時間をかけて1000m以上の堆積を作ることもある。加えて陸上とは違い、重力の制限が弱い海中ではサンゴの成長も3次元的になり、独特の地形を生む。水中という陸上とは違う重さの重なりと、少しずつ積み上がって構造を作る時間の重なりは海中を描く上で無視できない。

3.自然科学と芸術

先述したように自然科学が海洋生物の姿を明らかにしたのは19世紀のことだが、それ以前、16世紀から17世紀にかけて、大航海時代の起こりによってヨーロッパには外国からの珍しい植物や動物が持ち込まれた時代がある。海洋ルートの開拓と新大陸の発見によってもたらされた異国の品々や動植物は王族貴族のコレクションとなりアーティストのモチーフとなった。(図18) 世界中から集められた珍品を収めたクストカンマー(驚異の部屋)は15世紀のイタリアで作られたのが始まりとされているが、16世紀にはドイツに広まると学者や文人の間でも作られるようになり、今日の博物館・美術館の土台となったことで知られる。[小宮正安, 2007]



〈図 27〉 アンドリス・ファン・ブイセン「自然の美しいものの陳列棚」

リーバイス・ヴィンセント『Her Wondertooneel der Natuure 自然のふしぎな劇場』1706年の口絵

アムステルダムに裕福なテキスタイルデザイナー兼商人だったレフィヌス・フィンセントのクストカンマーを描いたもの。テーブルや右側の壁に並べられたケースの多くには昆虫標本が入っている。

[スーザン・オーウェンズ, 2017]

私たちが現在考える科学が誕生したとあってよいのは19世紀に入ってからのことだが、その下地はこのクストカンマーの文化の頃から育まれていた。初期のクストカンマーは王侯貴族の権威の象徴としての役割が大きく、そののちの17世紀、18世紀に様々な標本を作らせ、自然の驚異を集めさせたのは人々の自然科学への興味の高まりでありこそすれ、当時の生物学や化学は美学や哲学を含んだアプローチが主流だった。世界にあふれる自然の造形やその美から、神の創造した自然界を理解しようという試みである。驚異の部屋はそうした神話的世界観の表現を担っており、神の御業を伝える装置として

の側面が強かったものと考えられる。[ジョアンナ・エーベンスティン, 2017]その頃に台頭した芸術家の作品には自然科学への関心が伺えるものが多いが、モチーフの扱いは宗教的・象徴的な側面が強い。

19世紀は自然科学への関心が民衆に広まり、さらに鉄道の敷設により人々の移動が容易になったことから自ら海や山に赴き標本を収集する博物学が一般的な趣味としてとらえられるようになる。博物学と科学は長らく混同されており、科学、生物学、博物学といった用語の定義は流動的で区別はあいまいなことが多かったが、このころになると博物学は現代で知られる科学とは一線を画し、あらゆる自然を研究することを意味するようになった。そこからさまざまな個別的な科学、地質学、生物学、生化学、生理学などが発展したのだ。博物学において可能になった発見の数々である新しい種、新型の動植物や新しい生態については、自然が無尽蔵であるという自然観を人々に広めることになった。ひとたび人気に火が付くと、博物学は信奉者を生み出しヴィクトリア朝の姿勢や嗜好に影響を与えるに至るとともに、文章や絵画表現といった芸術とも結びつく。[リン・L・メリル, 2004]

とりわけヴィクトリア朝の博物学信奉者たちを取り分け熱狂させたのは、レンズ越しにのぞき込む顕微鏡の中の世界だった。レーウェンフック(1632-1723)が顕微鏡を用いて微生物を発見したのは1674年とされている。自然科学に沸くヨーロッパの人々は、海を渡らずとも身近に驚異が存在することに気付いたのだ。[ポール・ド・クライフ, 1980]虫眼鏡か顕微鏡さえあれば、思いもよらなかった世界を、ミニチュア風景、小さいが多次元的な世界を垣間見ることができるのである。ヘッケルの描いた放散虫も、その見事な形態を人が見ることができるのは顕微鏡のおかげだ。観察者として人々は、レンズを通した向こう側に別の世界があることを知ったのだ。

ヴィクトリア朝の人々は顕微鏡について言及する際、魔法の世界の敷居を超えたという表現を用いている。顕微鏡さえあれば別世界を除くことができるという、新境地を切り開いたという感覚が当時の人々にはあったことが想像できる。それはまた、望遠鏡や「水中望遠鏡」を除いたときにも同じく体験することができた。フランク・バックランドは「生きた魚や他の種類の海中生物を野生状態のまま観察して海辺で時を過ごしたい」人向けに、観察の補助として水中望遠鏡を使うことを進めている。彼のいう水中望遠鏡は底がガラスになっているバケツや金属の円筒であり、今日でも海辺で遊ぶ人々が使っているようなものだ。

バックランド曰く水中望遠鏡を使えば、「海中植物からなる華麗な海底森林の美しさと、そのおびただしい成長ぶりは、多くの人たちにとってきわめて新奇で興味深いスペクタクルとなるだろう。川や湖付近にピクニックする一行にとって、水中望遠鏡は、その日の余興の大いなる付録と判明するだろう。なにしろ、水中望遠鏡のおかげで、海中光景は、おそらくはじめて視界に浮上し、多くの美しいパノラマが人間の眼に切り開かれるからである。」[Backland, 1873] ([リン・L・メリル, 2004]から引用) 水中望遠鏡という新しいレンズの獲得によって、人々の前にはじめて「海中光景」という新しい世界への窓が開いたのだ。

第一章
個体の形態

エルンスト・ヘッケルはダーウィンの進化論を一般に広めたことでよく知られるが、もともとは海洋無脊椎動物の分類学者であった。彼の描いた膨大なスケッチは、幾何学模様を思わせる構成になっており、それはヘッケル自身の信じる生物の形態の変遷や対称性を強調するためでもあった。一般読者にとって図鑑は、解説のテキストよりも図版の方が重要なことが多い。生物の形態、構造の対称性を訴える図版が有効なことをヘッケルはよく承知していたはずだ。

現代でも生物の分類や体の基本構造（ボディプラン）について考える際、一つの基準となるのがこの対称性である。対称性は物体や構造に変換を加えても見た目が変わらない性質と定義されている。数学で扱う点対称・線対称のように、生物の形態には対称性がある。完全な球体はどこを軸にとって回転させても見た目が変化しない。これを回転対称性という。また、方眼紙のマスを一つ隣にずらしても見た目上の変化はない、これは並進対称性という。もう一つが鏡像対称性で、特定の対称面に鏡を立てると同じ見た目を作れるものをいう。〔フィリップ・ポール, 2016〕

自然界に見られる対称性の代表ともいえるのが左右対称である。人間を含む大半の生物が体の正中線上に鏡像対称性を持っている。生物学的には左右相称というが、この章でまず紹介するのは左右対称性があり、かつ点対称の特性を持つ放射相称動物たちである。生物は上下左右もない球体状から始まり、光を感知できるようになると上下の感覚を獲得した。球はもっとも少ない表面積で最大の体積を持つことのできる形であり、現に多くのウイルスや珪藻類、放散虫は多面体を球状に組み立てたような形や、球状を土台に様々な形態をしている。体を作るエネルギーが最も節約できるためだ。また、海中では重力による制約が無いため、海中を浮遊する生物は対称性を持ちながら奇妙な形態へと進化しているものも多い。放射相称動物の多くは、海底に固着するか海中を漂う生活をしている。微小なプランクトンや藻のように動かない、泳ぐ能力のないものを餌にしていることが多いため、自身も運動能力にたけているとは言えない。だがそれは能力的に劣っているということではなく、むしろ動かずに済む生活を手に入れたということだ。

それに対して、左右相称生物の運動能力は捕食と被捕食の関係性と共に発展してきた。前後軸の獲得つまり左右相称形への進化は、前を見て餌を追いかけるために、または捕食者から逃げるための運動能力として発達したと考えられている。生物の目の獲得はカンブリア紀に起こったとされているが、それ以降の生物の体制の進化や武器の発達を見ても、眼の獲得が明らかに生物間の捕食競争を激化させたことが分かる。以来、ほとんどの生物は左右相称の形態で暮らしている。（図 19）

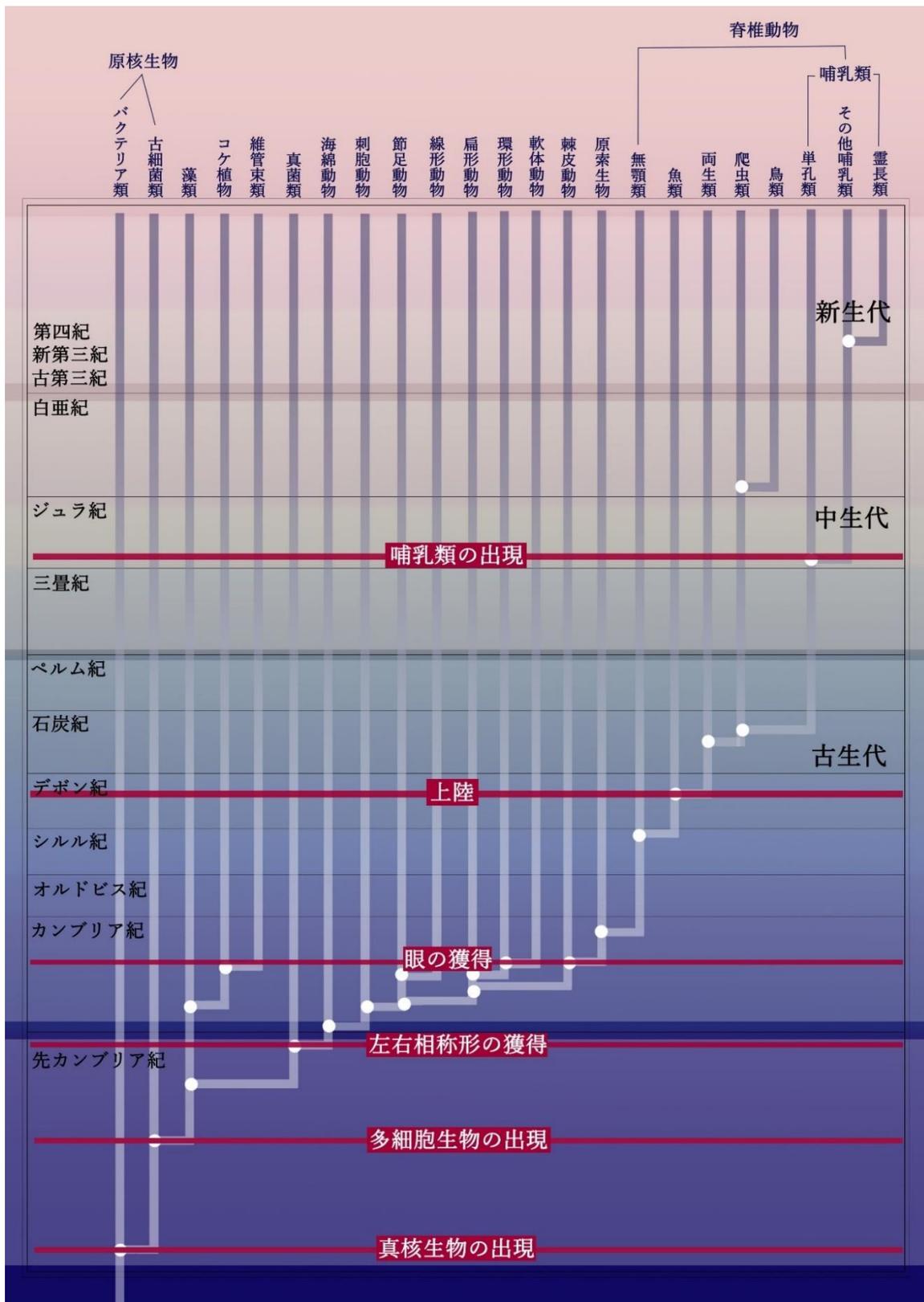
前後の無い放射相称形の動物は、刺胞動物や棘皮動物など、生物学的には系統の古い段階で分化したものが多くあてはまる。刺胞動物の多くは生まれて間もなくは遊泳形態を持ち、左右相称形で泳ぐことができることから現在の放射相称形は後発的に得たものだろう。棘皮動物は本来固着生活していたものから現在のゆっくり動く形態に進化したと考えられているため、サンゴやイソギンチャクとは逆の道をたどっている。陸上では見ることもない彼らだが、サンゴ礁の海では無視できない存在だ。

また、海洋生物の形態を語る上で無視できない貝類は螺旋構造をもつことで知られる。貝類の螺旋対称は対数螺旋（ベルヌーイの螺旋）といい、フィボナッチ数列や黄金比を語る際に語られることが多い。螺子のような等間隔に螺旋が繰り返される構造は回転対称と並進対称の組み合わせからなる。同じ幅で回る螺旋は回転していても形状に変化が無いように見える。建築的にも螺旋階段などが組み込まれたものが多くみられるのは、単に面積の都合というだけではなくこの螺旋構造のもつ美しさ故だろう。

貝類の持つ対数螺旋は、中心の近くほど螺旋の幅が狭く、遠くほど広く開いているため、回転と拡大を組み合わせても螺旋は対称を保つという特徴がある。

貝類や甲殻類などの外骨格は、主に防護のためにある。動きが遅いか、もしくは動かないような動物にとって外骨格は体全体を覆って身を守るのに役立つ。対して脊椎動物などの内骨格は筋肉の支持器官であり、運動のためにある。我々の体を動かすものは筋肉だと考えてしまいがちだが、実際には骨が筋肉を支え、筋肉が骨を動かしている。内骨格生物にとっての骨は動くための器官だ。

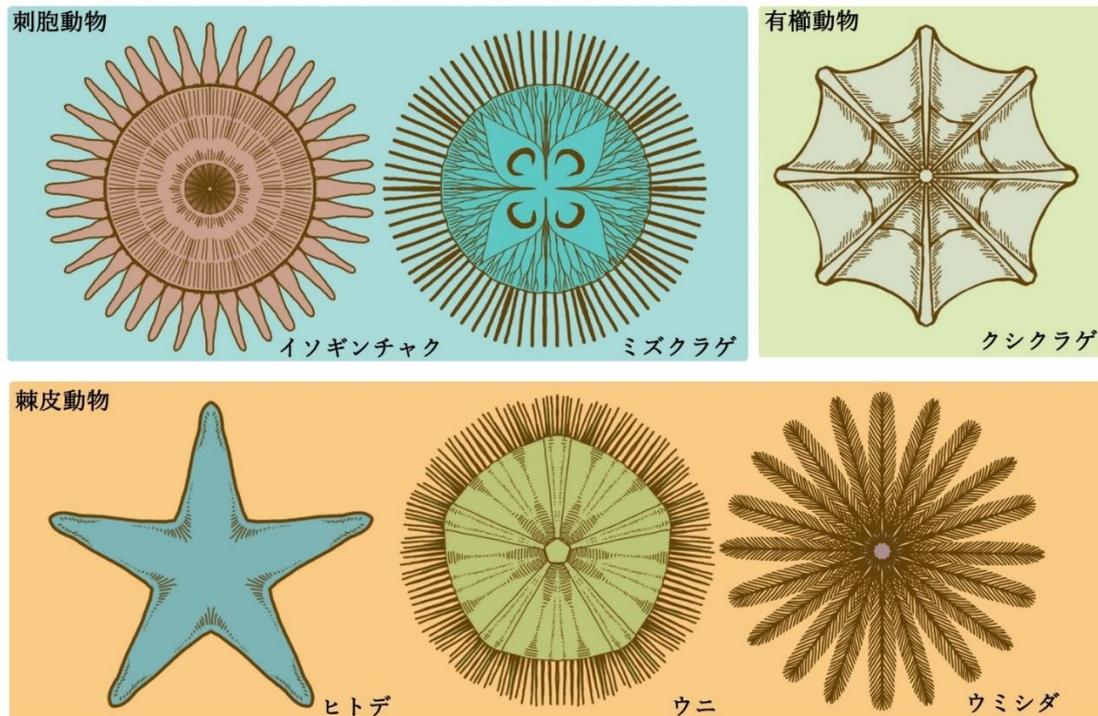
サンゴや表面を薄く皮膚が覆っているウニやヒトデなどは完全に外骨格と分類されるものではない。だが、筋肉が骨を動かすためにあるとは言えず、イシサンゴなどは骨格の中に完全に身を隠すことができる点では外骨格的生物と言えるだろう。ヒトデやウニなどの棘皮動物は、表面を薄い組織が覆っているが、そのすぐ下で鱗のような細かい骨が組み合わさって全身を覆う構造をしている。骨は瓦のように重なりながら自由に動くようになっているため、ヒトデなどはひっくり返しても腕をくねらせて元に戻ることが知られている。その一方で全身の骨を硬く結合させることで鎧のように機能させることも出来る。甲殻類の多くは海底や岩場の隙間に隠れて暮らすものが多い。伊勢エビのように大きな鋏を持つものでも基本的に戦うことは無く、彼らの武器は主に威嚇のため、戦わないためにある。基本的に海の外骨格生物は動きがあまり早くないか完全に動かない生活で、捕食者から逃げるうえで不利な分を硬い殻を持つことで克服している。内骨格生物の骨が運動の支持器官であることとは対照的に、外骨格生物にとっての骨は、動かず現状を維持するための器官だ。



〈図 28〉生物の系統図 [国立科学博物館, 『特別展 生命大躍進 脊椎動物のたどった道』2015、p9 の図を参考に作図]

生物は約 6 億年前に左右相称形の体を手に入れ、眼を獲得すると同時に爆発的に体制を発達させた。カンブリア紀には現在ある生物種のもとなる存在は大半が出そろっていたと考えられている。

1.放射相称形



〈図 29〉放射相称形動物の図 筆者制作

左右相称形（線対称）であり、かつその線が放射状に引かれても同様に相称形を持つ形態。棘皮動物は五放射であり、五方向から線対称の形態を持つ。サンゴ礁を形成するサンゴの一つ一つはイソギンチャクとほぼ同じ形態をしている。有櫛動物は刺胞動物とは別のグループを形成するクシクラゲを代表する一群である。かつては刺胞動物と合わせて腔腸動物にまとめられていた。排泄器や呼吸器を欠く点、クラゲ型のボディプランは両者に共生している。通常刺胞動物は幼生期に漂泳性、成体期に固着性へと形態を変化させるがクシクラゲはすべてクラゲ型で生活する点や、身体表面に放射状に光る筋（櫛）があるのが特徴として挙げられる。

陸上で回転対称を持つ動物は馴染みがないが、動物以外では植物や鉱物にも回転対称形があり、その中でも有名なものは雪の結晶だろう。雪の結晶は必ず六角形をベースにした回転対称形を持ち、かつ枝分かれば部分が全体の縮小構造を繰り返すフラクタル構造を兼ねている。大抵の被子植物の花は花弁を5枚持つ五放射相称で、ヒマワリの種は二重らせんを描く対称構造で知られている。鉱物の結晶構造もまた回転対称形が多い。

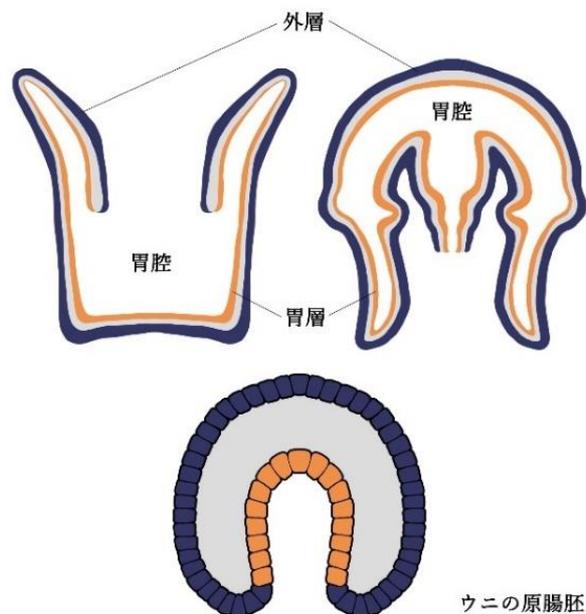
海中ではさらに、刺胞動物や棘皮動物、有孔虫や珪藻類、ヘッケルの描いた放散虫の形態などに回転対称形のボディプランが見られる。放射相称動物は基本的に運動能力に乏しい。海中はまわりを水で満たされているため、彼らの多くは流れてくる餌を円柱の周りに生やした腕で拾って食べるか、藻や貝類などの動かない餌を食べる生活をしている。海流に乗って流れてくる微生物や有機物を食べる食生活のものを好流性懸濁食物摂食者といい、サンゴやイソギンチャク、クラゲなどの大半の刺胞動物と棘皮動物の中でもウミシダやウミユリはここに該当する。ホヤなども海中の微生物を食べるが、彼らは自ら水流

をおこして海水を体に取り込み、有機物を濾しとって食べている。このような食性を濾過摂食者と言いかれ、これも海中では多く見られる。

陸上では、風に乗って無抵抗のプランクトンが流れてくるようなことは少ないが、海中では生物の分泌した有機物や卵、死体まで流れによって運ばれる。陸でも海でも動物の死体は栄養源の塊だ。大きな生物が死ぬと死体を目当てにその周りに生物が集まる。陸で死んだ者はその場を動くことは無いが、海中では分解された細かな欠片が海中を漂い、動かない生物の餌になる。このように死んだ生物や、生物の余剰分泌した有機物粒子やそこに繁殖した微生物のことをデトリタスという。陸上ではデトリタスは地表に堆積し、落ち葉などの腐葉土として昆虫や微生物によって分解されるが水中の生態系では多くは浮遊しながら流され、ゆっくりと底に沈殿していく。粒子が細かければ細かいほどデトリタスが沈殿するには時間がかかるため、より遠く広い範囲の生物に届く。また、ナマコやクモヒトデ、地中生活をする二枚貝などは沈殿したデトリタスを餌としている。特にナマコのように砂ごと食べてその中の有機物を濾しとって食べる生物は主体的に餌をとっているが生態的には濾過摂食者といえる。サンゴをはじめとした固着生物が好流性懸濁食摂食や濾過摂食で暮らして行けるのは、海中という周りが水で満たされた空間だからこそだ。重力の制限を逃れた環境では、わざわざ移動するよりも向こうが来るのを待つ方が効率的であり、低エネルギーで生活できる。

刺胞動物_サンゴとイソギンチャク

現在確認されている刺胞動物は約 11000 種おり、その大部分が海中に生息している。一般的に知られているのはヒドロ虫綱、箱虫綱、鉢虫綱、花虫綱の 4 綱で、触手に刺胞という毒針を持つことが名前の由来である。[日本大百科全書, 2001]サンゴとイソギンチャクは、大部分は花虫綱に属しているがヒドラやカツオノエボシなど、毒性の強い動物が属しているヒドロ虫綱にもサンゴと名の付くものがある。



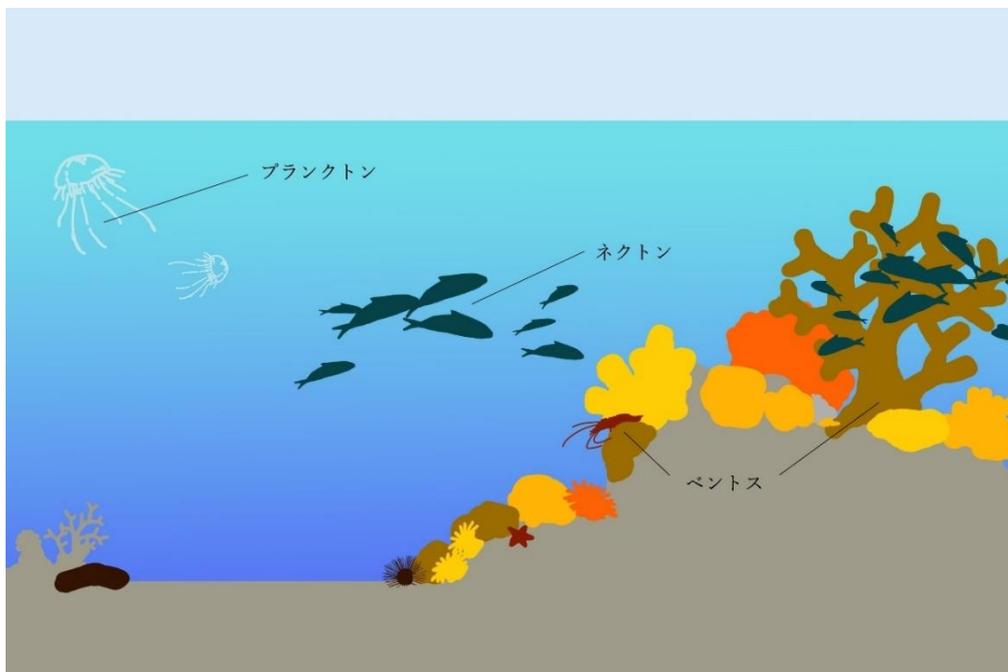
〈図 30〉刺胞動物の二胚葉構造 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』 2008、p28]を参考に作図

刺胞動物は二胚葉で、体は外胚葉と内胚葉の二層を持つ。肛門を持たず、摂食と排せつは口で行っている。多くの動物は外胚葉（外層）と内胚葉（胃層）の間に中胚葉を持つが刺胞動物や有櫛動物は二胚葉性である。このほかに海綿動物は一胚葉しか持たない。

基本的には肉食で、刺胞で動物プランクトンや魚などを毒針で麻痺させて捕食するものが多いため刺胞動物と呼ばれる。その中でもサンゴやイソギンチャク、一部のクラゲは体内に共生藻を持ち光合成で得たエネルギーを利用することが知られている。特にサンゴ礁はエネルギーの多くを共生藻に頼っており、巨大な礁を形成できるのも藻の光合成エネルギーを利用している点大きい。共生藻の方からするとサンゴ礁という外敵の少ない環境で安全に光合成できるという利点があり、このような双方に利益がある寄生状態を相利共生という。寄生や共生関係の多いサンゴ礁で、土台となる関係がこのサンゴと藻の共生だと言えるだろう。

刺胞動物は大分すると付着生活を送るポリプ型と漂泳生活をするクラゲ型の二種類があり、ポリプ型のもも幼生期には遊泳能力を持つものが多い。海洋生物は大まかにプランクトン、ネクトン、ベントスの三種に生活様式が分けられる。（図 22）プランクトンは海中生活をし、流れに逆らう遊泳能力を持たないもの。ネクトンは主に魚類や哺乳類といった遊泳能力を持ち、海中を生活圏とするもの。ベントスはカニや貝類など、主として海底生活者である。このことからクラゲ類や先述したクシクラゲはプランクトンに分類され、サンゴや岩に固着するイソギンチャクはベントスに属する。さらに数は少ないものの海面に生活するものをニューストンに分類することもある。

クラゲはゼラチン質の体を持ち、触手を使った捕食生活をしているものが多い。傘型の体の周囲に環状筋があり、これによって傘を閉じたり開いたりすることで泳ぐことができるが、大半は時折泳ぐだけで漂っていることが多い。有櫛動物であるクシクラゲもクラゲ型だが、刺胞を持たない、雌雄同体である点や刺胞動物とは異なる水管系を持つといった特徴がある。



〈図 31〉 海洋生物の生活形態 筆者制作

プランクトンを微小生物と思っている人が多いが、巨大なクラゲもプランクトンに分類される。語源になった「plan-」はギリシャ語で放浪・自分では終わらせることができない旅という意味があり、惑星

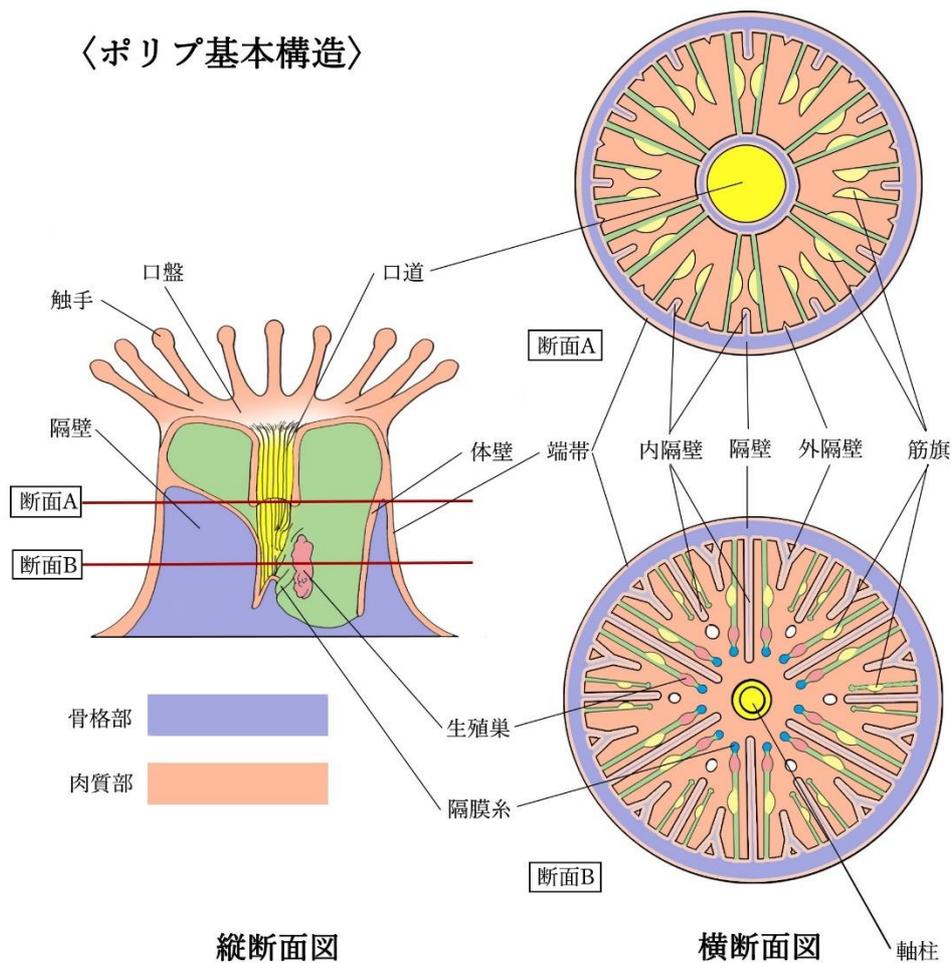
の planet に共通する。[須藤齋, 2018]ベントスはギリシャ語で海底を意味する語から、ネクトンも同じくギリシャ語から遊泳 (swimming) の意味。

サンゴ

造礁サンゴや非造礁サンゴはポリプ型で、海底に固着して群体を作る。造礁サンゴであるイシサンゴのポリプは、コップのような形の石灰質の骨格を作りその中に住む。群体は、一個のポリプが体を分裂させるか、出芽と呼ばれる芽をポリプの隣に作り成長させる無性生殖によってできる。ポリプとポリプの間は壁で仕切られ、部屋を増やしてゆくが神経などは隣同士でつながっており完全に分かれてはいない。この石造りの部屋が大量に連なり、集合住宅になった状態がサンゴ礁と呼ばれている。この石造りの家はサンゴが死んだ後も残り、死んだサンゴは固い足場となり、ウニや貝殻などと共に固められて岩礁となり、その上に更に新しいサンゴ礁が積み重なってゆく。

非造礁性の場合には骨格を残しはしないが増え方などは基本的に共通している。イシサンゴとは違い身体全体に細かな骨片が散らばっており、硬い骨格は持たないがゴムのタイヤにカーボンの粒子を混ぜて強度を増すようにしなやかな体を強化している。

〈ポリプ基本構造〉



〈図 32〉 造礁サンゴのポリプ解剖図 [日本大百科全書, 2001、小学館]を参考に作図

放射状の広がった触手の中心に口がある構造は放射相称形動物に共通する。消化管の先に出口が無く袋状をしている。このポリプ一個で成長する種も例外的に存在するが、大半はすぐ隣にポリプを増やしていくことで群体へと成長する。一群体内のポリプは遺伝的にクローンで形成されているが、群体内の場所によっては他にポリプと異なる大きさに成長し攻撃用に変化できる種もいる。[本川達雄, サンゴ礁の生物たち—共生と適応の生物学, 1992]群体は無性生殖で成長するが、年に一度の一斉産卵で有性生殖も行いバンドルと呼ばれるカプセルを放出する。幼生は遊泳することができ、固着場所を見つけるとそこでポリプ型に変態する。

サンゴの触手は先端が少し膨らんでいて、白っぽくなっている。この中には刺胞と呼ばれる毒針が詰め込まれていて、餌を捕るときや防御に使われる。触手に囲まれた中央部には口があり、中が胃腔になっている。肛門はないので、口から入った食物で消化しきれないものはまた口から外に出す。

胃腔には周りの体壁から内部へと放射状に壁が入り込んでいて、これを隔膜と呼ぶ。この隔膜には餌を消化するための酵素を出す細胞があり、また養分の吸収もここで行っている。内部にひだ状の隔膜が入り込んでいることで、ただの円筒形の状態よりも表面積を広げ、消化吸収の効率を上げていることがわかる。隔膜の数は六の倍数で触手の数もこれに対応しているため、造礁サンゴやイソギンチャクは六放サンゴ類に分類される。隔膜の数が八の倍数のものが八放サンゴ類であり、宝石サンゴや体の柔らかい、骨格を持たないソフトコーラルは八放サンゴ類に属する。サンゴ礁の骨格にはこの隔壁も残るため、サンゴの骨格はサンゴ自身が死んだ後もその形跡を明確に残している。

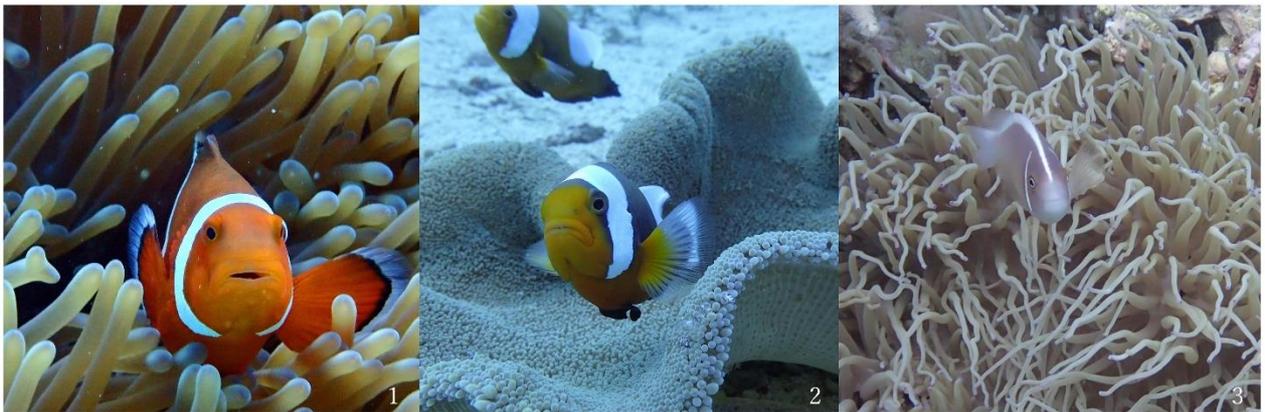
宝石サンゴとして知られるものは造礁サンゴとは異なる深海性で、通常サンゴが水深 30m 程度の海に住むのに対して水深 800m 以下に生息する。造礁サンゴよりも細かく密度の高い硬い骨格を作るが、樹枝状の群体を形成するなどの共通点もある。

造礁サンゴの骨格を作る能力は、体内に共生している渦鞭毛藻の一種である褐虫藻が生み出すエネルギーによるものだ。通常捕食によって栄養を得ている刺胞動物だが、この褐虫藻を体内に住まわせることによって藻が光合成によって生成した酸素などの生産物を礁の形成などに利用している。熱帯の海は海水の透明度が高いことが特徴の一つだが、透明度が高いということは貧栄養であるということでもある。熱帯・亜熱帯の海は基本的に栄養塩に乏しいため、珪藻類などの植物性プランクトンが繁殖しづらい環境だが、その中でサンゴ礁は褐虫藻に安全な住処を提供することで本来生息しにくい藻類の繁栄するオアシスとなっている。

イソギンチャク

イソギンチャクもサンゴのポリプと同様、円筒形で、上に口がありその周りに多数の触手を持っている。基本的には触手は円錐形の細長いものだが、先が膨らんだものや枝分かれした触手を持つ者もある。サンゴとは違い骨格を持たず、下面の足盤で岩などに付着生活を送る。サンゴ類が完全に固着した生活を送るのに対して、イソギンチャクは緩慢ではあるものの、この足盤を使い移動することができる。定着生活をする動物の多くは無性生殖で増え、群体を形成するが、イソギンチャクは基本的にすべて単独生活をするという特徴がある。雌雄異体であり体外受精で個体を増やす一方、分裂や発芽といった無性生殖をするものも多く知られている。移動できるという点から場所を巡って争うことが知られているが、無性生殖で増えた個体同士は争いをおこさないという。 [内田紘臣, 2001]

熱帯地方の海の風景として、最も一般のイメージに浸透しているのはイソギンチャクとクマノミの共生ではないだろうか。鮮やかなクマノミがイソギンチャクの間から顔をのぞかせる姿は、可愛らしくどこか官能的だ。クマノミは単体では泳ぎもうまくなく、捕食対象になりやすい。一見防御のためにイソギンチャクを利用しているように見えるが、砂がかかったら払ったりごみをどけたり、イソギンチャクにとっても有効な相利共生であることが知られている



〈図 33〉 イソギンチャクに住むカクレクマノミ (1)、クマノミ (2)、セジロクマノミ (3) 筆者撮影

クマノミだけでなく、ヤドカリやカニもイソギンチャクを防御に使うことで知られている。ヤドカリはイソギンチャクを食べる種もいれば殻に着けて利用するものもいる。毒のある刺胞を持つイソギンチャクを好んで食べる者や、近づく動物は少ないため殻に着けておくだけで防御になるためだ。また、両前脚にイソギンチャクを持った、キンチャクガニはコミカルな動きが可愛らしく、飾りをつけて踊るチアリーダーに例えられることが多い。このカニもまた、イソギンチャクを敵への威嚇に利用している。イソギンチャクと同じ理由でサンゴに共生する生物も多く甲殻類やゴカイ、サンゴに半分埋まった状態で生活する貝類など、さまざまな種類に及ぶ。 [内田紘臣, 2001]



〈図 34〉キンチャクガニ (1)、とバブルコーラルシュリンプ (2) 筆者撮影

キンチャクガニは主に威嚇のためにイソギンチャクを装備しているが、このイソギンチャクをいつどのように手に入れるのかについてはよくわかっていないという。キンチャクガニの一種は自分のイソギンチャクを失うと別のカニから奪い取ることが報告されている。また、取った方もとられた方も一つのイソギンチャクを二つに割いてクローンを作り両鉗に装備しなおすという。動物が他の動物の無性生殖を促す事例は他に例が無い。[Bates, Mary (National Geographic News), 2017]

ミズタマサンゴは一見ブドウの房のようだが造礁サンゴだ。夜になると姿が一変し、触手を伸ばして餌をとる。このミズタマサンゴに共生する生物は多く、中をのぞくとミナミクモガニやバブルコーラルシュリンプがいることが多い。

サンゴ礁が多くの生物の生活の場になっているのは、温暖な気候であることに加えてサンゴ礁が複雑な地形を作っているため隠れる場所が多いことも理由の一つだろう。サンゴ礁では小さな魚や甲殻類など餌となる生物が豊富なため多くの生物が集まるが、礁が発達した地形は小さな生物の隠れ家となるため一定数生き残ることができる。捕食者に食べつくされることが無いため次の世代を残すことができる。

クマノミやキンチャクガニ、バブルコーラルシュリンプのように刺胞を防御や威嚇のように使うことで生き延びている生物も多い。

棘皮動物 ヒトデとウニ、ウミシダ

棘皮動物は大きく、ウミユリ綱、ヒトデ綱、ウニ綱、ナマコ綱、クモヒトデ綱に分けられる。7000を超える種を擁する巨大グループだが、基本的にすべて海産で汽水域にわずかに分布するものがある程度で淡水には生息しない。棘皮動物の特徴は五放射相称形の体を持つこと、管足で動くこと、殻を持つことの三点で、これらの特徴は合わさった存在は動物界には棘皮動物のみだ。[日本大百科全書, 2001] さらに、群れを“作らない”ということも特徴に挙げられる。よく見かけられるヒトデやウニ、ナマコは群れを作らず、基本的に他の動物に寄生もしない。これは生物全体で見るとかなりの少数派で、持ちつ持たれつの寄生・共生関係が横行する海中ではほとんど棘皮動物に限ったものかもしれない。

星形の体は、中央に口があり、そこから放射状に体も器官も伸び出た形をしている。ヒトデが典型的で、円盤状の本体から放射相称形に五本の腕が伸びた形状を持つ。血管系は退化しており、腕を動かす水管系と管足が発達している。呼吸器系や独立した排泄系を持たず、ガス交換は管足で行う。

動物は通常、左右相称のボディプランを持ち、前後軸を持ちそれに合わせて動く。しかし棘皮動物は体の軸を上下に持っており、進行方向を決めるような前後軸を持たない。そのため背側・腹側といった表現ではなく、口の開いている下面を口面、水面側を反口面と呼ぶ。一見刺胞動物と同じような二胚葉動物に見えるが、反口面に排泄口と取水口が開いている。ただし肛門が無いものも多い。ウニ以外は体軸が短く、扁平な体をしており、頭とみなせる部分はない。

もっとも古い種は深海に現生するウミユリに非常に近いものだったと考えられている。ウミユリは名前のように植物のように茎の部分で海底の岩場などに固着し、五放射の手を広げて海流に乗ってくる有機物などを食べて暮らしている。現生種は深海に住むが、化石種は浅い海にも生息していた形跡があるため、捕食者の出現によって生息環境を移ったと考えられている。

ヒトデ

海の生き物としてモチーフになりやすいヒトデは、基本五本の腕を放射状に広げた星形で砂地や岩場に暮らしている。貝類を常食する捕食者として知られるほか、死骸の掃除屋であることから世界中の海の生態系で重要な役割を果たしている。色も形を目立つ彼らだが、捕食されることは多くない。棘皮動物は名前の通り表面に棘構造を持ち、殻と棘で体を防御するものが多いが、ヒトデは体内に毒を持っているためか棘を持つものはあまり見られない。優れた再生能力を持つため、まれに部分的に捕食されて腕が足りなくなっても生やすことが出来るという。イガイやアサリ、イソギンチャク、サンゴや他のヒトデまで何でも食べることが知られており、ほとんどの種が口から胃袋を反転させて獲物を包み込んで消化する。口面の口自体は小さいが、この胃は細く絞って0.1mmの隙間にねじ込む。オニヒトデはサンゴを捕食することで知られており、骨格の中に隠れるサンゴを食べる際も同様に胃袋を直接サンゴに押し当てて消化する。このような捕食方法は体外消化と呼ばれている。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]



〈図 35〉ヒトデの放射相称形 筆者撮影・作図

基本は五放射相称形だが、種類によっては8本~16本腕を持つものもあり、中には40本近くの腕を持つ個体もある。また本来5本腕のものが4本や6本になっていることもある。

植物の花弁は5枚を基点にフィボナッチ数になることが発生プロセスにあると分かっているが、棘皮動物に関しては明らかになっていない。花は飛翔する昆虫に花粉を運ばせることを目的としているため、海中を浮遊するデトリタスを捕まえる生活をする祖先系が花に近い形態を持つのは似た目的の進化の結果とも考えられる。人の形態が腹部内臓などの内部や細かい点では左右相称形ではないのと同じく、棘皮動物も完璧に回転対称形を示すわけではない。生物の形態はむしろ対称性を外れたところに生まれるもので、棘皮動物の特殊さはあまりにも完全な回転対称に近いことにある。[イアン・スチュアート, 2009]ヒトデは内部構造までもほぼ回転対称を保っているのだ。足がちぎれることがあってもそこから再生する事が出来るのは機能が偏って集約されておらず、ほとんど平等に五放射に分配されているためだ。

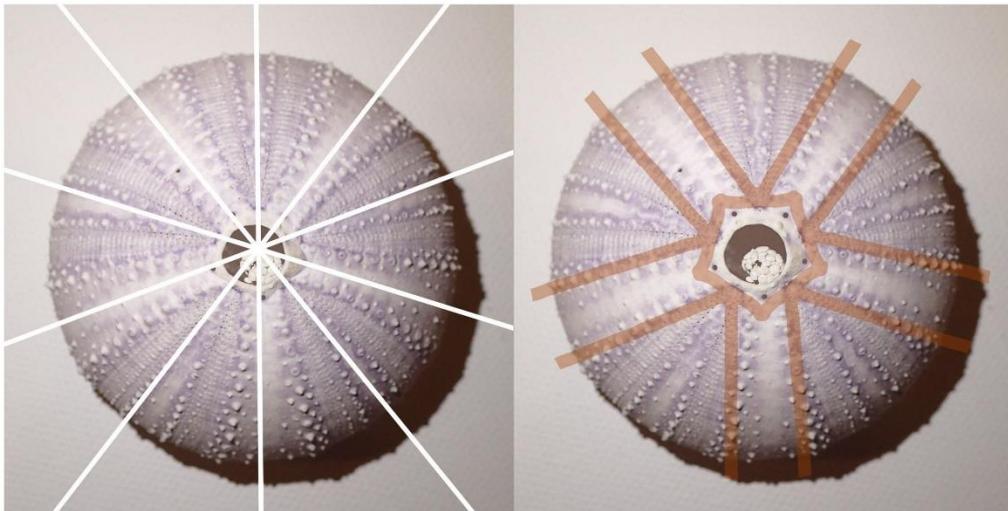
クモヒトデはヒトデに近縁の別種で原型は五放射相称形だがヒトデと違い管足は使わず、中央の盤に接合する長い腕を持ち、この腕で海底を這うように移動する。このクモヒトデもまた腕を失ってもすぐに再生することで知られている。クモヒトデの中でもテヅルモヅル(図16参照)はツタが絡まったような独特の形態で知られる。多くのヒトデ類は積極的な捕食者だが、テヅルモヅルの仲間は浅瀬の海から深海まで生息し、無数に枝分かれした腕で海流に乗ってくる有機物などを捕まえて食べる好流性懸濁食摂食だ。ヒトデと同じく再生能力に優れ、トカゲが尻尾を自ら落とすように腕を自切することがある。基本は五放射相称だが、腕は枝分かれを繰り返し絡み合った蔦のようになっている。

ウニ

ウニの基本的なボディプランはヒトデと同様だが、特徴的なのは全身を覆う棘である。ヒトデやウミシダなどは柔軟に腕を折りたたみ岩陰など隙間に入ることが出来るが、丸く膨らんだ形状のウニにはそれが難しい。そのため棘を生やして身を守ると同時に、自身を大きく見せているという。ヒトデにもウニのように球状に近い形態を持つマンジュウヒトデなどがあるが、ウニは五本の腕がほとんど区別できず、いずれ球体になることを目指しているように見える。草食で岩などに生えた藻類を食べる。

カシパンやブンブクの仲間はウニの中でも砂に潜ることで身を守る種で、抵抗なく砂の中を進むため楕円形でわずかながら前後がある。そのため、普通の五放射相称形のウニを正形類と呼ぶのに対して、カシパンの仲間は不正形類と呼ばれる。

棘皮動物の体は小さな骨片が組み合わさることで出来ており、ヒトデの場合骨片同士は筋肉や靭帯でつながっている。ウニは骨片同士がかみ合わさる形で殻を形成しており、ナマコなどでは骨片は細くなって体内に分散している。ヒトデは棘を持つ種は少ないが、骨片が体外に露出する形で出現したものがウニの棘である。



ラッパウニの骨格

〈図 36〉 ウニの放射相称形 筆者撮影・作図

ヒトデの管足は口面にのみ広がっているが、ウニの場合は口面と反口面に明確な差が無く管足は殻の表面全体にある。棘がある状態ではわかりにくいですが、骨格の状態を見ると五放射の歩帯と間歩帯があり、歩帯にそって管足が伸び、間歩帯にそって棘が乗る基部がある。

ウミユリ

植物のユリに似た形態から名付けられた。花卉にあたる部分は鳥の羽に似た形状の腕で、流れに乗ってくる有機物や微生物を捕食する。固着性で節の繰り返して出来た茎（柄）で体を支えている。現生種の9割を占めるウミシダも、同様に多くの腕を持つため一見植物のように見えるが自ら柄を切り離し、海中を遊泳して移動することもある。

体の中央に小さく丸い体部があり、口や消化管などはそこにまとまっている。細く伸びた腕の表面は骨片に包まれており、口から伸びた歩帯溝が腕の上面中央から先端まで伸びここに管足が並ぶ。ヒトデやウニの管足は主に移動と食事のためにあったがウミユリの場合は主に触覚器官と呼吸、排泄を担う。ウミシダの歩帯溝には繊毛も生えており、腕で捕まえた有機物をこれで口まで運ぶ。体の下部に巻枝と呼ばれる根のような脚があり、これで岩盤やサンゴなどの足場に固着する。（図9参照）腕は10本~多いものでは100本持つものもいる。テヅルモヅルやウミシダは一見ヒトデやウニの近縁とはわからないが、基本的なボディプランに共通する五放射相称形を基本とし、特有の水管系を持つ。

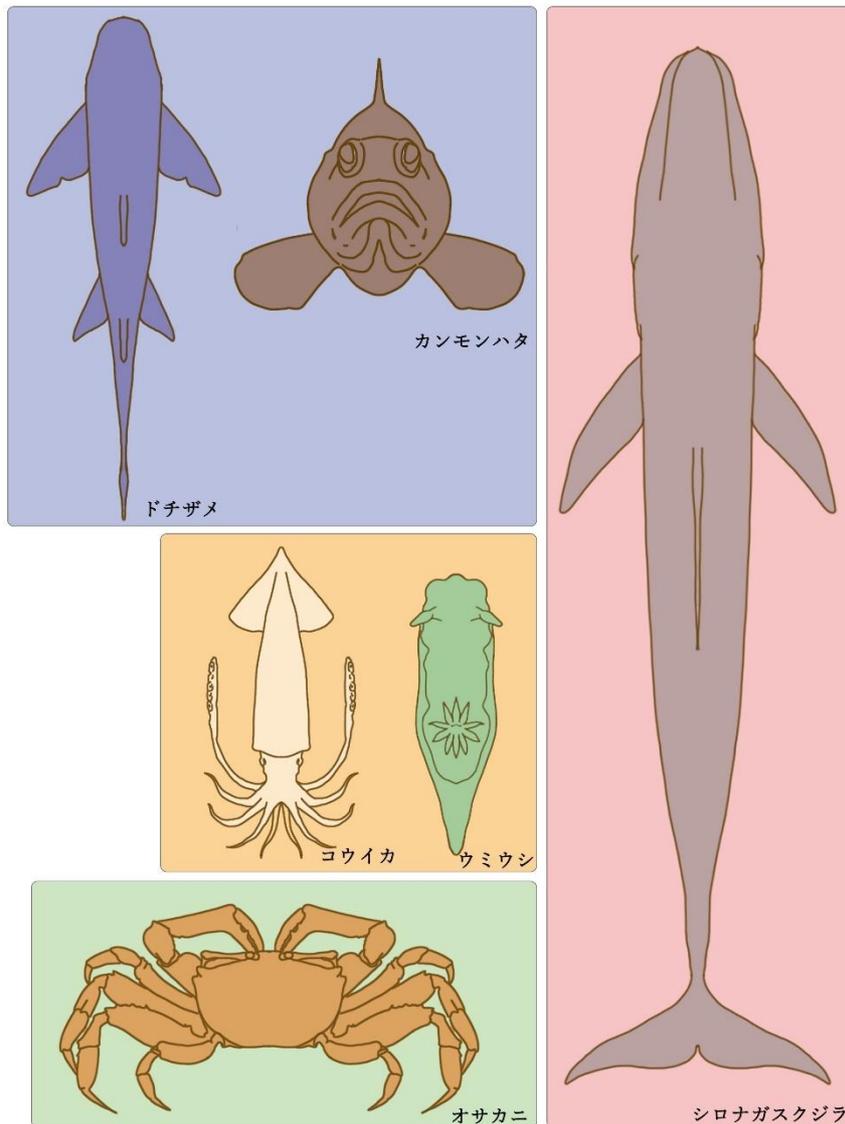
ナマコ

ナマコは、五放射相称形が基本の棘皮動物の中ではっきりとした前後軸を持つ珍しい存在だ。ウニの仲間にもカシパン類やナガウニのように左右相称の傾向があるものがあるが、口が前、肛門が後ろといった（その他大勢の動物と共通した）前後感覚を持つものはナマコに限られる。ナマコが今のボディプランを獲得したのは地中生活の際に砂を掘って進むのには細長い体が適していたためだと考えられている。砂の中には天敵もいないため、ヒトデのような毒性もなければウニのような棘も持たない。砂の上に黒いナマコが落ちているイメージが一般的だが、サンゴ礁の海には体調50センチにもなるものや、カラフルな模様を持つものなどもある。

大部分が地上生活に移った現在のナマコは、一見無防備に見える。しかし実際潜って観察してみると、目立つわりにほかの動物たちから関心を持たれていないことに気が付く。

ナマコの主食は砂である。正確には砂の中に含まれるわずかな有機物を食べている。体の大部分がナマコ特有の特殊な筋肉で出来ており、エネルギー消費が極端に少ないからこそ出来る食生活だ。そのため大抵の生物にとってナマコは食べても栄養にならないらしく、襲われることは滅多にない。また、砂浜に落ちているナマコを触っていると、硬い状態からドロドロに溶けてしまう。トカゲが敵を前にしたときに尻尾を自切するのと同様に、体の一部を明け渡すことで生き残る戦略も持っている。驚くべきは再生能力で、ヒトデが腕一本から再生することがあるのと同様に、体積が半分ほどになっても復活できることが知られている。外部刺激によって内臓を吐き出すことで知られるナマコだが、この内臓も容易に再生する。

2.左右相称形



〈図 37〉 左右相称動物の図 筆者制作

放射相称形と左右相称形は静と動の対比でもある。放射相称動物は自ら運動し、餌を追いかける生活ではなく、流れてくるデトリタスを受け取る生活をしている。大抵の動物が前に頭（顔）を持つのは、進行方向の情報をいち早く得るためであり、餌をすぐに食べるためである。その必要が無い動物はどの方向から餌が流れてきてもいように放射状に腕を広げている。この場合の腕は刺胞動物にとっては口の周りを囲う触手であり、棘皮動物の場合は五放射に伸びた腕や管足だ。餌を食べる口を設置するのはすべての腕から等分に近い中心になる。

放射相称形の動物が固着生活や緩やかな動きのものが占めていたのに対して、左右相称動物は運動能力が形態に反映されているのが特徴的だ。外骨格生物は防御を、内骨格生物は運動をボディプランの軸にしており、動物の運動は波打ちを土台にしている。多くの動物は脊柱という軸を筋肉の収縮と弛緩の波で全身に伝えて運動している。ミミズの蠕動や蛇の蛇行、魚類や鯨類も体を波立たせて泳ぐ。私たちが運動と呼ぶのは、時間の流れが命じる順序で位置が次々に変化することだ。[イアン・スチュアート、

2009]先述したウミシダは棘皮動物の中では例外的に遊泳することがあるが、彼らが泳ぐときにも波があり、数十本ある腕を一本ずつ交互に、滑らかに上げ下げして遊泳する。棘皮動物に脊柱はないが、ウミシダの腕を拡大してみるとその構造が円盤状の組織の連なりになっており、椎骨の連なりに似ていることに気が付く。

脊椎動物はナメクジウオのような単純な形態の脊索動物から進化したと考えられており、その起源は5億年以上前にまで遡る。そこから誕生した多くの魚類は体を左右の波打ちで動かし、水中を進む。両生類、爬虫類も同様に脊椎は横波を描く。対して哺乳類である鯨類は縦方向の波打ちで推進力を得る。陸生の哺乳類も同様だ。人は直立しているため実感に乏しいが、草原のガゼルやそれを追う肉食獣の脊椎は上下の波を全身に伝えて駆けている。サメとイルカはよく似た流線型の体に鰭を持つが、これは同じ環境に住み似た食性を持つことに由来する。水の抵抗が極力少ない形に、餌を見つけやすいように感覚器官を前面に集約し、バランスを取りながら推進力を得るための鰭を持つ。両者の違いは運動方向の違いからくる尾鰭の向きが最も顕著だ。

またムカデの足が滑らかな波形を描く例もある。脊椎は単純なユニットの繰り返しを、筋肉でつなぎ全体を動かすための軸にする仕組みだ。体軸方向に繰り返し構造がある場合、その繰り返しひとつごとを体節と呼ぶ。脊椎も体節構造の一つだ。ゴカイなどは頭部と尾部を除き全身がほぼ等分の体軸に沿った繰り返し構造を持っている。環形動物の体節は一つごとに一对の排出器や神経節を持っており、体節同士は隔壁で仕切られている。これらがユニットとして連なり、動きを伝えることで、体軸を波打たせて動く。この体節を持つ無脊椎動物は環形動物と節足動物のみで、節足動物の中には体節同士が融合して昆虫のように別の運動機能を獲得したものもある。

貝類やタコ、イカを代表とする軟体動物に体節はないが、柔らかな筋肉性の足や外套膜がつくる動きはやはり波型だ。幼生期の姿が環形動物と共通するため、共通する祖先を持つと考えられている。

脊索動物_ホヤと魚類・鯨類など

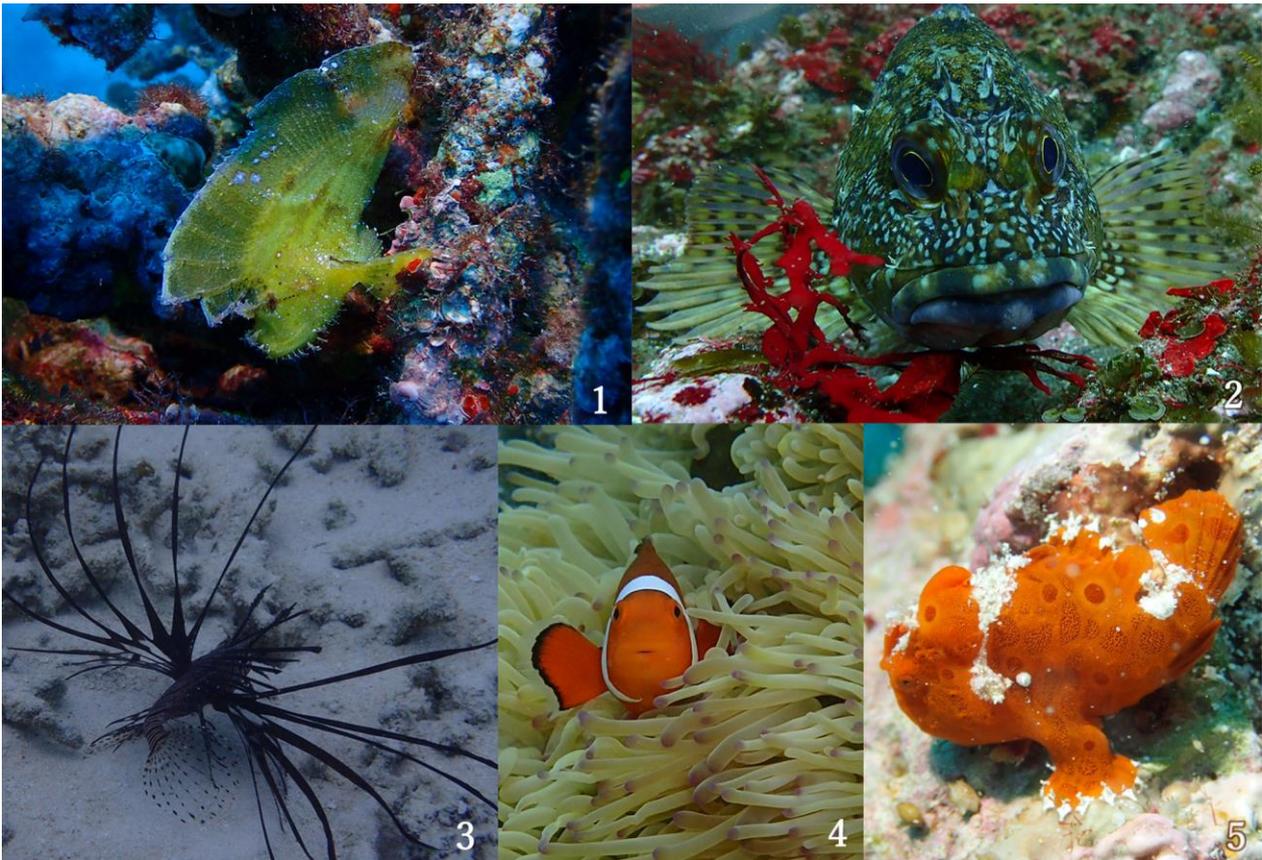
刺胞動物や棘皮動物は脳を持たず、私たちが考えるような五感に乏しい。光の方向や水の振動などは感じるができるが、それを分析し考えることは無い。動かない生物にはその必要も無いためだ。それに対し多くの脊索動物、左右相称形の動物たちは感覚器官を駆使して食物連鎖の世界を生き延びている。動物の目は藻類などが光合成のために持つ光受容器がその元になっているという。動物が眼を獲得するのは5億年前に遡り、節足動物にみられるような複眼が誕生し現在も昆虫などに引き継がれている。レンズと網膜を持ったカメラ眼が発達すると視界は像を結ぶことができるようになり、情報として得たその像を解釈するために情報処理能力、脳が発達した。 [山田格, 2015]

魚類

サメやエイなどの軟骨魚類は、およそ四億年前に誕生し今日まで種を繋いでいる。サメには脊椎は無いので彼らは脊索動物ではあるが、現在“魚”と一般的に呼ばれている真骨魚類とは一線を画している。脊椎動物である真骨魚類は全脊椎生物の半分を占め、最も多い巨大グループだ。

初期の魚類は無顎類と呼ばれる下あごの無い魚で、吸盤上の口で藻類などを削り取って食べていたと考えられている。現生種のような下顎のある魚が登場したのはデボン紀（4億1900万年~3億5900万年前）のことだ。この顎の登場と同時に動くものを捕食するため、それまで背鰭や尾鰭などの正中線上のものしか持たなかった種が左右一対の鰭、とくに発達した胸鰭を持つようになった。この対鰭の発達によって、魚類は海中での上下運動を活発に行うようになり、それが浅深方向を探るセンサーである三半規管の発達に繋がる。さらに我々の祖先が陸上に展開したのはこの時の対鰭を対肢として体を支える器官に転換できたためだ。生物の進化はすでにある器官に少しずつ改造を加えるような形で進む。下顎も元は鰓弓だったものが顎に転用されている。[山田格, 2015]

魚は水中に溶けた酸素を鰓で取り込むが、上陸すると大気中の酸素を利用しなくてはならない。私たちは大気中の酸素を使っているが、実際には肺の粘膜に溶けた、つまり液体に溶けた酸素を血液中に取り込む方法をとっている。魚の名残はこの呼吸以外、感覚器官にも多く残されている。嗅覚や味覚は依然濡れた粘膜越しに感知しており、眼も同様だ。



〈図 38〉 魚類の形態 筆者作図

1. 海藻などの葉に擬態している。
2. 斑点模様で岩礁に擬態している。
3. ミノカサゴの一種、毒性が強い。
4. カクレクマノミは縞模様が特徴的だ。
5. 魚だが胸鰭が前肢のように機能する。

鯨類

地球上最大の生物は言わずと知れたシロナガスクジラで、体長 34 メートル、体重 190 トンの個体が確認されている。これは現在確認されている絶滅種を含めたすべての動物で最も大きく、重たい。鯨類は生きている間は当然ながら、死んだ後にも生態系に多大な影響を与える。その巨大さゆえに死体が周辺一帯の生物相を支え、新たに構築してしまえるからだ。深海における鯨骨生物群集は近年研究が進みつつあり、死体となった後の生物資源としてのクジラの存在の重要性に注目が集まっている。

イルカとクジラに明確な差は無く、基本的に 5m 以上をクジラ、以下をイルカと呼んでいる。クジラ類はハクジラとヒゲクジラに分けられ、前者は魚類やイカなどを主食とし、後者はオキアミなどのプランクトンを海水ごと飲み込み櫛状のひげ板で濾しとる。シャチなどのハクジラは時にはミンククジラなどを集団で襲って捕食することもあるという。

ホヤ

ホヤは前章で述べたように群生する生物だ。一見植物のような形態をしているが、幼生の段階で尾索を持つことから、後に脊椎動物へと進化した生物との関連が研究されている。幼生から成体への変化が目覚ましく、急須のような構造の成体は濾過摂食者である。成体は放射相称形であり、群体を作る。



〈図 39〉 ホヤの群生 筆者撮影

脊椎動物の起源について、かつてはホヤの幼生が尾索生物（体の後半部に脊索構造を持つ生物）であることから、脊椎動物はホヤの幼形成熟である可能性が指摘されていた。現在はゲノム解析などでナメクジウオなどの祖先系が脊椎動物に進化したと考えられている。ホヤ同様に固着性の刺胞動物なども幼生期には遊泳型をとるものは存在するが、楕円形で体の周りに生えた繊毛で移動するものが多い。ホヤの幼生系はオタマジャクシ型をとり、尾部を振って活発に泳ぐことができる。一度固着生活に移ると尾部は失い、移動することは出来ない。[本川達雄, 2018]カタユウレイボヤでは二日で幼生系から固着型に移り、蛹の期間を経る昆虫などとは一線を画した変態を見せる。ホヤは約 2000 種いると考えられ、単体生活するものは有性生殖、群体を作るものは有性生殖と無性生殖の両方を行う。

私たちを含むほとんどの生物は、体の個々のパーツがそれぞれに成長し同じ形態を維持しながら育つ。体の各部位はほとんど同じ年齢を重ねているが、貝類のような外骨格生物が成長するのは一点、常に殻の開口部のみである。貝殻の対数螺旋は、中心軸の周りに半径を増やしながら円を描く形を持っている。この螺旋形は中心に向かう場合、隣り合う二点間の曲線の長さが比例しながら小さくなる螺旋と定義されており、曲線状の任意の点での接線と中心からの線がなす角度は常に一定である。彼らは成長するときに自身のプロポーションを完璧に維持したまま成長するのだ。貝殻は中心に近づくほど古い、つまり大人で、殻の縁に近づくにつれて若くなる。[クリストファー・ウィリアムズ, 2014]小さな状態を子供、大きなものを大人と誤ってしまいがちだが、貝殻の場合は最も小さく見える中心の螺旋が最も長い時間を経ている。



〈図 40〉 さまざまな巻貝 筆者撮影・作図

タカラガイや二枚貝は一見そうは見えないが構造としては巻貝と同じだ。二枚貝も巻き貝と同じく螺旋形だが、急激に螺旋がゆるくなるため一見そうは見えない。蝶番に近い部分を見ると巻き貝と同じ螺旋構造が残っている。タカラガイの場合は螺子のような巻き構造が殻の内部にはいりこんでしまっているため外見上は分かりにくいですが殻を切断すると中に螺旋構造が見て取れる。タカラガイの貝殻だけ表面が滑らかなのは貝殻全体が外套膜に覆われた状態で成長するため。(図 46_1) このような貝殻を外套膜内に作るものから貝殻を消失したウミウシなどが生まれたと考えられている。

貝類

貝類を含む軟体動物は陸上や淡水のものも含めると約 10 万種が地球に住んでいると言われ、海の中ではエビやカニなどの甲殻類と種類数トップの座を競っている。日本周辺でも少なくとも 7,000 種を超える海産軟体動物が記録されており、食料として、あるいは装飾品として、古くから人々との生活にかかわってきた。

二枚貝や巻貝も、殻の部分は外套膜から石灰質を分泌することで作られる。軟体動物である彼らの多くは毒などの武器を持たないため、柔らかな体を殻で包み込むことで守っている。

サンゴ礁の海で目立つのは大きな二枚貝のシャコガイだ。オオシャコガイは二枚貝の中で最も大型で殻の長さが 1 メートルを超えるものもあるという。それよりも小さいヒメシャコガイやシャゴウなどはサンゴ礁で頻繁に見かける存在だ。彼らもまたサンゴ礁に寄生する生物の内の一種で、多くは蝶番を下にして体の半分以上をサンゴの中に埋もれて過ごしている。シャコガイを含む軟体動物もまた、多くが褐虫藻と共生していることが知られている。シャコガイは外皮の部分に褐虫藻を住ませ、貝殻を広げて光合成させている。そのため見かける時は大抵 “口“を半開きにしている。硬い殻を閉じてしまうと中の褐虫藻に日光が届かなくなってしまうためだ。普段食用にしているアサリやシジミなどと比べてシャコガイの仲間が大きく頑丈な殻を作れるのもこの体内に共生藻がいるためだ。この褐虫藻はサンゴに共生しているものと同じものだという事も分かっている。シャコガイは他の二枚貝と同じく海水を体内に吸い込み、海水中の植物プランクトンを濾しとって食べることもする。サンゴと同じく、捕食と共生藻の両方を利用することで他の種とは異質な大きい殻を持つに至ったと考えられる。[本川達雄, 1992]

ハート貝と呼ばれるリュウキュウアオイもまた、褐虫藻と共生する貝だが、こちらは対照的に “口“を開いた姿をまず見せない。その代り、その貝殻は驚くほど薄くできており、日を透かして中の褐虫藻に届くようになっている



〈図 41〉 シャコガイ 筆者撮影

鮮やかな色をしたシャコガイ。サンゴ礁に住むシャコガイは、サンゴなどに半分埋まった状態で生活しているものが多く、殻を半ば開いて外套膜を露出している。

ウミウシ

ウミウシはかつて貝殻を持つ軟体生物だったが進化とともに失った。美しい色と模様を持ち、一見目立つ上に身を守る貝殻も持たない彼らだが食物から毒を体内にため込む習性がある。一般的にウミウシは海綿などを食べる肉食性のもの、よく似たアメフラシは藻を食べる草食性に分けられている。貝殻を持つ軟体動物は胴体やその中の内臓や神経系ごと貝の成長に合わせて180度ねじれているが、殻を失った彼らはねじれから解放され、祖先系と同じ左右相称の体系をもつ。派手な色や柄は警戒色と考えられているが、色彩豊かな熱帯の海においては保護色の役割もあると推測されている。



〈図 42〉 さまざまなウミウシ 筆者撮影

貝殻の螺旋形から解放された彼らだが、不思議なことに襲上に連なった卵を産む際、その卵塊は螺旋形を描いて植え付けられる。紙をゆるく巻いたような形状の卵は春先の海中によく見る事が出来る。

頭足類

タコやイカも同じく貝殻を失った軟体生物だ。マダコやコブシメなどはサンゴ礁域でおなじみの生物となっている。絶滅種のアムモナイト、現生種のおウムガイが近縁だが貝殻を持つことから、タコ・イカもかつては貝殻を持っていたものが進化の過程で失われたと考えられる。コウイカなどには貝殻の名残である骨片が甲として残されている。おウムガイは黄金螺旋である1:1.618の比率を持つことで紹介されることが多い。アムモナイトなどの頭足類はもともと円錐形の長い帽子のような形の殻を持っていたものが徐々に殻が螺旋形に巻かれるようになった。現生する巻貝の螺旋は一卷きごとの倍率が1.14~10倍まで様々な形態をしているものが多いが、初期のアムモナイトはアルキメデスの螺旋形に近く一卷きの倍率がほぼ一倍の種が確認されている。



〈図 43〉 コブシメ 筆者撮影

節足動物_カニとエビ、ヤドカリ、フジツボ

節足動物はその名の通り節のある体構造が特徴で、海中で甲殻類が占める。同じ節足動物である昆虫類が海洋に進出しなかったのは同様の形態を持つ甲殻類がすでにニッチを埋めていたためと考えられている。食性は肉食・草食、デトリタス食や寄生性など多岐にわたり、遊泳性や海底を歩行するものが一般的に知られているが固着性のものも少なくない。

カニ・エビ

サンゴ礁には特定のサンゴやイソギンチャクに住み着いて、その場を守るカニやエビがいる。先述したバブルコーラルシュリンプもその一種で、ほかによく知られているのがサンゴガニだ。普段はサンゴの分泌する粘液を食べて暮らしているだけだが、サンゴの天敵であるオニヒトデが来た際には全力で追いかつ。一方的に恩恵を受ける形の共生は、寄生または片利共生と呼ばれるが、双方に利益のある共生関係は相利共生と呼ぶ。サンゴと褐虫藻やこのサンゴガニも相利共生である。[本川達雄, 1992]

ヤドカリ

片利共生の例として、死んだ者の建築もしくは主が捨てた巣を別の生物が利用する例は多い。貝殻は軟体動物の作りだす骨格だが、死んで空になった貝は、今度はヤドカリの家になったり、ハゼのような魚の住処になったりする。



〈図 44〉 ヤドカリ 筆者撮影

ソメンヤドカリやケスジヤドカリは貝殻にさらにイソギンチャクを付けて二重の防御をすることで知られる。体が大きくなって新しい貝殻に引っ越す必要が出た際には、イソギンチャクも一緒に移し替えるという。イソギンチャクは一方的に利用されているように見えるが、岩以外の固着場所を確保できるうえ移動しながら食事也能きするためメリットはあるようだ。またキンチャクガニのように鉗にイソギンチャクを付けるヤドカリもいるため、刺胞動物の防御力は甲殻類にとって絶大なものがあるらしい。大半のヤドカリは貝殻の大きさ以上になれないため小型だが例外的に体重 4 kg に達するヤシガニがいる。彼らは生まれてしばらくの期間は他のヤドカリと同様に貝殻に入った生活をしているが、ある程度大きくなると殻を捨てて生活するようになる。ヤドカリの腹部は柔らかくなっているが、ヤシガニは他の外

骨格部と同じく硬質化する。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]ヤシガニはヤドカリ類の中でも陸上生活できる数少ない種であり、オカヤドカリもヤシガニに近く陸上に出られるが、こちらは殻を捨てられないので比較すると小さい。

フジツボ

固着性の甲殻類としてフジツボが代表的だ。円錐形の硬い石灰質の殻を持ち、脚で水流をおこしてプランクトンなどを食べる。岩礁以外にも、船底や流木、鯨類の体などに固着する。他の固着生活者と同様に、幼生期には遊泳し、固着場所を見つけると変態する。造礁サンゴ以外の礁を作る生物はこのフジツボとカキ礁が知られている。サンゴ礁域ではサンゴの骨格の中に寄生するものもいる。

環形動物_ゴカイとケヤリムシ

ゴカイ、ミミズ、ヒルなどを含む動物門で、体節の繰り返し構造からなる細長い体の特徴としている。軟体動物と共通する祖先系を持ち、体節を失って貝殻が発達したものが軟体動物に、体節構造が発達し殻を失ったものが環形動物になったと考えられている。体表が薄いキチン質で覆われていること、体節構造を持つことから節足動物の祖先系でもある。

ゴカイ

塊状のサンゴ礁のあちこちから、5 cmほどのカラフルな羽のようなものが生えている光景をよく目にする。よく見るとこの羽は傘のように広がり、小さなクリスマスツリーのように傘が三重か四重に連なっている。彼らはイバラカンザシゴカイというゴカイの仲間で、主にイシサンゴなど塊状のサンゴの体の中に住み着く。羽のように見えるのは鰓冠と呼ばれるゴカイの手と鰓を兼ねたもので、サンゴの中に体を隠しながら浮遊物を濾しとって食べているのだ。ゴカイの類は光の感知に優れており、自分の体に影がかかると傘を閉じて殻に閉じこもってしまう。サンゴの方にしてみれば特に利益はないが害もない寄生虫だが、花飾りのような触手が波に揺られる姿は美しいサンゴ礁の定番の風景である。[本川達雄, 1992]生物中で螺旋構造を持つ生き物というと真っ先に上がるのは貝類だが、このイバラカンザシゴカイの傘の部分は三角錐の頂点から対数螺旋を描く構造をしている。鰓冠部分は同じ種でもそれぞれ色彩が違ふことが多く、さらに二色以上の体色が混ざっているものも多い。



〈図 45〉イバラカンザシゴカイ 筆者撮影

1. 色が混ざっている個体 2. 単色の個体 なぜカラフルな色が付くのかは分かっていない。一つの穴から二本出ているのは二匹いるわけではなく、一匹の個体が常に二本の腕を出しているため。

ケヤリムシ

似た生活形態だが、身を守る殻を自ら作るケヤリムシという種もいる。表に見えるのは鳥の羽のような腕の部分である鰓冠のみで、全身のほとんどは管状の殻の中に隠している。この管は粘液を分厚く固めたもので、砂粒で覆われている。イバラカンザシゴカイも殻を作るがこちらはイシサンゴの中に隠れて見えない。ケヤリムシの場合は筒状の殻が基盤に立ち上がり、その上に鰓冠に触手を広げて呼吸しながら有機物を捕まえて食べている。鰓管の細かく分かれた枝(羽枝という)にかかった餌は溝を通過して鰓冠の柄に、そこから付け根にある口へと運ばれる。[ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]

第二章

群体の構造

群体を作る動物はサンゴをはじめとする刺胞動物や、コケムシなどのほか、半索動物のフサカツギや尾索動物のホヤやサルパも挙げられる。ホヤの大半は群体を作るので、群体になることは尾索類の特徴ともいえる。 [本川達雄, 2018]

〈群体を作る動物たち〉

刺胞動物門	造礁サンゴ、宝石サンゴ、ソフトコーラル、イラモ、カツオノエボシ
曲形動物門(内肛動物)	ウミウドンゲ
苔虫動物門	コケムシ
半索動物門	フサカツギ
尾索動物門	ホヤ、サルパ、ウミタル

[本川達雄, 『ウニはすごいバツタもすごい』 2018]から引用

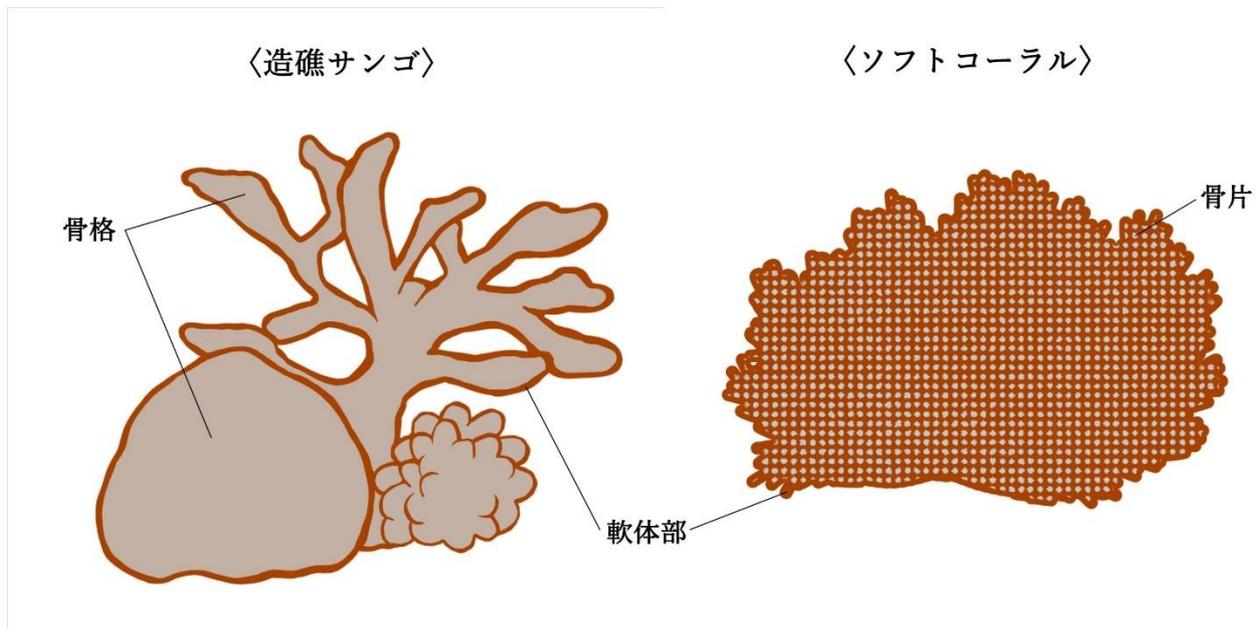
ホヤの場合群体中の一個を個虫といい、体同士が一部つながったままの個虫が共通の被囊の中に入っている。サンゴと同じく分裂と出芽で増え、個虫同士は血管や排出口を共有していることが多い。コケムシは曲形動物の仲間で、ワイングラスの縁にぐるりと触手が生えたような形態をしている。枝分かれや匍匐茎のような走根から新たな個虫が増える。多くの群体はこのように個体の分裂や出芽で隣に新しい個体を増やすことで大きくなるため、サンゴのように枝状や塊状の傾向はあっても全体の成長はその場の環境次第で不定形になる。それに対してサルパやカツオノエボシなどは出来上がる形状に完成形がある。

サルパはホヤに近縁の尾索動物だが固着生活に移行せず、一つ一つは細い樽型をしたプランクトン性動物だ。体を取縮させて海水を取り込み、植物プランクトンを捕食する。無性生殖で増え、数十から数百の個体が数珠つなぎになった群体を形成し、鎖のように長くつながった状態で遊泳する。またヒカリボヤは中空の長い筒状の群体を作り、その状態で海中を漂う生活をする。個虫一匹一匹が入水口を外側に持ち、排水口は内側の共同排水腔に開いて濾過摂食を行う。長さは種によって数cm程度からナガヒカリボヤのように20mまで成長することもある。

カツオノエボシはヒドロ虫綱に属するクダクラゲの一種で、猛毒を持つことから電気クラゲの別名を持つ。一見そうは見えないがヒドロ虫が集合した群体性だ。個虫はそれぞれ触手になるものやポリプになるものなど役割によって形や機能を割り振っている。個虫同士は他の群体と同じく体は融合し、体壁は一続きになる。藍色の10cmほどの浮袋を海面に出し、海面下に降ろす触手は10m程度、長いものでは50mになる。海面の浮袋は帆の役割をし、風を受けることで移動する。降ろした触手で小魚や甲殻類を捕食する。 [渡辺政隆, 1991]彼らが他の群体と違うのは海底に固着しない点だ。群体を作る生物の大半はベントスに属するが、サルパは誕生した時からプランクトン生活を続ける。カツオノエボシのように海面に生息するものはニューストンという。

1.サンゴの骨格_ハニカム構造との類似

サンゴはその見た目や、動き回ることを行わないため、昔は植物の仲間と考えられていた。現在はイソギンチャクに近い動物ということが知られているが、枝分かれした形状のサンゴの群体は確かに植物のように見える。サンゴを分類する際に、生物学的な系統樹に沿った分類によるのか、サンゴ礁を造る造礁サンゴと非造礁サンゴで分けるべきかによって当てはまる種類は変わる。(図39) 造礁サンゴの代表的なものには、刺胞動物、花虫綱に属する六放サンゴ亜綱と八放サンゴ亜綱がある。アクセサリーなどに使われることで知られる宝石サンゴは八放サンゴだが、これは造礁サンゴには含まれない。ここに加えて、ヒドロ虫綱のヒドロサンゴ類が造礁サンゴに分類される。



〈図 46〉 造礁サンゴと非造礁サンゴ 筆者作図

サンゴ礁を形成しているものの代表が、刺胞動物花虫綱六放サンゴ亜綱イシサンゴ類であり、イソギンチャク類も六放サンゴ亜綱に含まれる。イシサンゴ目の中にハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ科、キクメイシ科などがある。体内に褐虫藻を共生させることで、藻の光合成エネルギーを得て石灰質の骨格を作る。イシサンゴの骨格は外胚葉の造骨細胞層の外側にできる。サンゴのポリプは造骨細胞が体外に分泌した炭酸カルシウムで出来た骨格に入っており、群体の骨格はこの集合体からなる。(図40)

ソフトコーラル類と宝石サンゴのほか、アオサンゴやクダサンゴといった造礁サンゴが含まれる。ソフトコーラルは名前の通り軟らかく、内部には無数の骨片が入っている。造礁サンゴはサンゴが死んだあともその骨格は岩礁となって残るが、ソフトコーラルは死ぬとその体は崩れてバラバラになり、骨片は砂の一部になってしまう。宝石サンゴは深度100m以下の深い海底に生息することが多く、緻密で硬い骨格を作るため宝飾品として古くから利用されてきた。

平面充填

自然の造形と数学との関りの例として、よく例に挙げられるのが蜂の巣のハニカム構造である。六角形・六角柱を隙間なく並べて作られた構造のことで、まさしく「蜂の巣(honeycomb)」が名称の由来だ。広義には正六角形に限らず、立体図形を隙間なく並べたものもハニカムと呼ばれる。蜂の巣以外にも、昆虫の複眼や亀の甲羅、玄武岩の柱状節理などにもハニカム構造を見て取ることができる。

すべて同じ形状・大きさを平面を隙間なく埋めることができるのは三角形・四角形・六角形の三種のみである。加えて、強度の面では三角形が一番変形しにくい。六角形は単体だと変形しやすいが、平面充填した状態だと三角形には劣るものの強度が高いうえ、辺の数が多いことから一方向から力が加わった際にほかの面に広く分散できるという利点がある。三角形が一方向から力を受けた場合、力は残りの2方向に分散するが、六角形ならば5方向に分散できる。図を見ても分かる通り、六角形は三角形の集合体ということも出来る。[クリストファー・ウィリアムズ, 2014]力を分散するという点では円形が最も効率的だが、円形を平面充填しようとしても必ず隙間ができてしまう。蜂の巣が正六角形になるのは、巣を作る際に蜂の胴体に合わせて円柱形の部屋を作り、隙間を埋める形で部屋同士をつなげるためだ。円形に最も近い形で平面充填できる形状が正六角形であり、多くの構造物でハニカム構造が使われている。蜂の巣の構造は蜂が幼虫を育てる他にも、花の蜜を蓄えるため、花蜜を蜂蜜に変える工場として働き蜂によって建築される。蜂が幼虫を育てるのは幼虫には目も足もないため、これは巣を作る蜂が元は寄生蜂というほかの昆虫に寄生して育つ虫であったことに由来している。寄生蜂の幼虫は卵の時に親蜂によってヨトウムシなどの体に植え付けられ、その後昆虫の体の中という、暗い半ば液体のような空間で育つため、目や足を失ってしまったのだ。これは同じく寄生蜂を祖先に持つアリの幼虫にも受け継がれており、蟻もミツバチと同様に子育てやえさを蓄えるために巣を作り、真社会性を持つことが知られている。

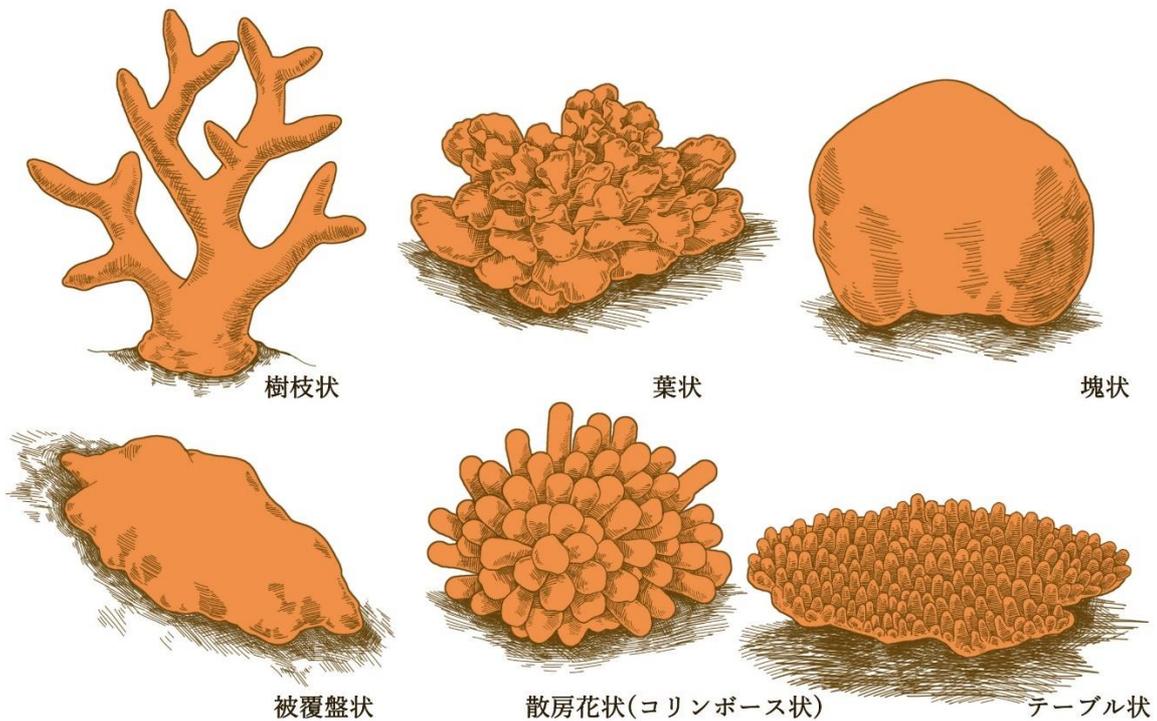
サンゴの骨格は円柱状のポリプを隙間なく並べることで群体となるため、ハニカム構造に近いものができる。完全な正六角形でこそないものの、空間を効率よく、強固に埋める形として、結果的に六角形の繰り返しが多用されているのも効率と機能が合わさったゆえだろう。(図 41) サンゴの六角形構造がほかの生き物のハニカム構造と違うのは、その六角形のスペース一つ一つを個体が独自に作り上げる点がある。



〈図 47〉 サンゴの骨格

サンゴの場合はポリプ同士で神経などのつながりがあるものの、それ一つだけでも生きて行ける動物だ。図は死んだイシサンゴの骨格で、元は丸みのある塊状のサンゴだったと思われる。ポリプの円筒形の体内に放射状に隔膜が入り込んでおり、骨格にも隔壁として構造が反映されている。隔壁の数は触手の数に対応しており、骨格からこれらのポリプの姿を再現することもできる。

サンゴの骨格は炭酸カルシウムの結晶でできており、ポリプの外肺葉が分泌する成分と高アルカリ性の海水によって作られる。基本的には円筒形で、隣のポリプとの間の骨は共骨、そこを埋めている組織と共肉という。注視すべき点はサンゴの骨格はポリプ自身が自分の外に、自分自身で作りあげるという点だ。サンゴの骨格はサンゴ自身が炭酸カルシウムの結晶を分泌して組み立てるわけではなく、サンゴの外肺葉の分泌物が海水と反応することで出来る。働き蜂が子育てのために用意した部屋や、一器官としてある複眼などとは違い、いわば一個の生物の体であると同時にポリプの家でもある。それが結果的に六角形のくり返しになるのはまさしく効率と強度の問題を合わせて解決するための機能美だ。もちろんサンゴ自身が効率や強度を考えて自分の骨格もとい部屋を作っているというわけではないだろう。場所争いや元の骨格の都合などの要因で極端にゆがんだ多角形の骨格を作っているものも確認できる。円筒形の体同士をつなげて隙間なく埋めた結果が六角形柱になるという成り立ちは、蜂の巣の構造と近い。



〈図 48〉 群体の形状 筆者作図

群体の形状は種類や場所によって違う。複数入り乱れていることが多いが、同種が似たような形状で群生している場所も多い。同じ種のサンゴでも、場所などの環境によって違った形状の群体になることがある。

イシサンゴ目キクメイシ科のノウサンゴなどのように、ポリプ同士を区別する隔壁を持たず列を作ることもある。人間の脳のように、丸い塊にしわが入り込んだように見えるが、よく見ると連なったポリプが枝分かかれしながら表面を埋めるように成長していることがわかる。塊状のサンゴはテーブル状や枝状のものに比べて表面積を大きく保てないというデメリットを抱えている。光合成に栄養供給を頼っているサンゴにとって、表面積を広く持ち日光をたくさん浴びることは必須条件のように思えるが、サンゴの形態には被覆盤状のものや塊状をとるものは少なくない。多肉植物や苔類を想像させる形態だが、彼らのこのような形態にもメリットがある。固着面積に対して表面積が小さいのは、逆にしっかり身体を固定できているということでもある。サンゴ礁域は台風発生地域でもあるため、海は度々時化に見舞われるが、エダサンゴや葉状のサンゴが折れても塊状のサンゴは無事なことが多い。また、サンゴ自身は日当たりと海水さえ確保できれば波に転がされても行き着いた先で成長できる。塊状のサンゴが波に転がされて移動した先でまた成長するのはよくあることだ。被覆盤状のサンゴは比較的深い海底で見られることが多い。日光に依存するサンゴは浅いが干潮時に完全に露出しない海底に固着するが、そのような場所はさまざまなサンゴが入り乱れて生活しており競争率が高い。最も群体のバリエーションや種類が豊富なのはこの比較的浅い海だが、深場は競争率が低い代わりに届く日光も少ない。そのためわずかな日光を確実に受け止めるため海底を覆うように平たく成長し、へばりつく様な形状になる。

樹枝状のサンゴは造礁サンゴ、非造礁サンゴ両方でよく見られる形状だ。木は根をはっている地面の面積あたり、最も効率よく太陽光を受けられる形に成長する。草のように平面的に広がるものは、光を受けられるのはその根をはっている地面の面積分だけだが、木は光を受ける部分を何層にも積み上げている。さらに各層が少しずつずれて配置されることで、受講面積を最大にするように設計されている。サンゴにも同じ設計原理が働いており、樹枝状のサンゴは、光のエネルギーを効率よく受けるのに適した形状といえるだろう。

しかしながら、木の高層化にはリスクがあり、枝の数が多く、その重量が大きくなるほど幹にかかる負担は大きくなるうえ、木の高さは高ければ高いほど根に負担がかかる。このため、台風などの強風時には大きな木ほど被害を受けやすい。海岸や山の上など、常に強く風が吹く場所では、木は地面を這うように丈を低くしている。さらに高所では気は生えておらず、草や地衣類のみとなる。海では低いところに生きる造礁サンゴが地衣類に似た形状になるのに対して植物は高いところほど被覆盤状に近くなるのだ。このように植物の形が風に影響されると同じく、サンゴの形も波の影響を大きく受ける。樹枝状のサンゴは、枝がすぐに折れてしまうので波が激しいところでは見られない。そのため、流れの強い場所では背丈の低い、葉状のサンゴが繁殖しやすい。ウスコモンサンゴは大きな葉を組み合わせた形状で、丈は短いですが広い受光面積を確保している。また、樹枝状や葉状のサンゴはすぐ壊れてしまう分を成長の速さで補っている。受光面積が広い分成長速度が速いのが樹枝状だ。対して塊状のサンゴは丈夫だが、受光面積が少ない分成長速度は遅い。 [本川達雄, 1992]

2.フラクタル構造と不定形性

骨格の形状がハニカム構造を基本とした数学的支配を受けているのに対して、サンゴの群体としての成長の仕方には決まった形状といえるものが無い。塊状のサンゴは円形に近いお椀型に成長することが多いが、必ず半球状になるかというとはそうではない。これには成長にかかわる要因が日光、海流、そして周りのサンゴという多方面からの圧力によるものと考えられる。大半のサンゴは個体としては放射相称形という決まった形状をとるが群体としての成長は不定形だ。場所によって成長の仕方は変わり、また隣同士のサンゴとの場所争いという不安定要素も合わさる。サンゴは、日中は共生藻の光合成によって得られる多糖類を得ているが、夜には触手を伸ばして喧嘩もするのだ。

サンゴは日当たりに生き残りを左右されるため、隣近所のサンゴが自分の上に成長するようなら積極的に攻撃する。特に攻撃用の触手を成長させるものまでいるほどで、この「喧嘩」をする際にはポリプ同期つながっている神経系で連携を取り、群体は一個体として行動をとる。結果的にサンゴの成長は粘菌の移動やウイルスの増殖を思わせるような、不規則な形をとることが多い。(図 43) 先述したハニカム構造の建築を生み出す時に、その仕事をするのは個々のポリプという独立した存在だ。対して、全体の形なすのはサンゴの群体という超個体ともいべき共同作業によって出来上がる。私はサンゴ群体の魅力は個々の放射相称形の連なりと、その規則性に相反した不定形の成長の二面性によるところが大きいと考えている。まわりの者同士と影響しあい呼応して出来上がった形が、日中はそんな気配は全く見せずに静かに日を浴びているのだ。植物を長時間撮影して早送りすると葉が蠢いている様子を観察できるが、サンゴの形状にも何十年、何百年とかけてそれを繰り返してきた歴史が伺える。



〈図 49〉 サンゴ礁を真上から見た様子 筆者撮影

アメーバ状の、不定形に成長するものとして人の作る都市がある。町は“路”、海路や陸路沿いに発生し、そこから別の道が枝状に伸びて分布を広げていく。この広がりには規則性や統一性がなく、予測で

きないため時として誰の意図でもなく都市計画の障害となった。道は広い大通りから脇道が伸び、その脇道からさらに細い路地が伸びる。道の枝分かかれは植物の枝分かかれや河川の分岐に通じるフラクタル構造を持っている。〔フィリップ・ポール, 2016〕

サンゴ群体の成長は不定形であると同時にフラクタル構造を想起させる。フラクタル構造は図形などの部分と全体が自己相似になっているもののことを言う。よく例に挙げられるのは海岸線だ。大きな地図で見た海岸線は複雑に入り組んだ形状をしている。これが一般的な図形なら拡大するにしたがって細部が削られ滑らかな形状になるが、海岸線はどれだけ拡大しても同じように複雑に入り組んだ構造が現れる。(図 44) この海岸線の長さを図ろうとすると、より小さい物差しで測れば図るほど微細な凹凸が検出されて測定値が長くなってしまうため、このような図形の長さは無限になる。これを海岸線のパラドックスという。この構造を定義したフランスの数学者マンデルブロは、株式グラフから自己相似の繰り返しに気が付いたという。株式グラフは分単位で見ても日単位で見ても、それが月単位になっても複雑さが変わらない。フラクタル構造はあらゆる場面に見られる。木の枝分かかれ、シダの葉は拡大すると部分が全体の縮小になっている。水の浸食によってできた川のパターンも枝分かかれのフラクタル構造をもっている。枝分かかれのフラクタルは流体を運ぶものに見られることが多い。樹木の枝ぶりは水を効率よく吸い上げるために発達し、河川の支流は水を運ぶためにできる。道の枝分かかれも人やモノという物流を効率よく運搬するために分岐する。〔フィリップ・ポール, 2016〕

山の隆起と小さな石の凹凸は相似しているため、あまりにも大きな岩の隣に人が立つと人の方が小人に見えてしまう。大きなものと小さなもので形の複雑さに変化がないため錯覚を起こすのだ。



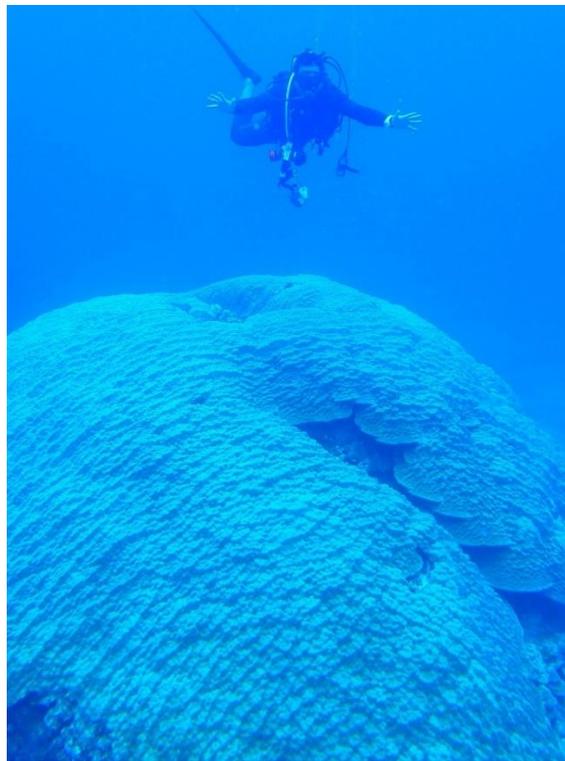
〈図 50〉 海岸線のフラクタル 筆者作図

生物に見られるフラクタル構造は血管の分岐構造や腸の内壁などがよく例に挙げられる。血管の場合、体積という有限の中に効率よく可能な限り占有する体積は小さくあることが望まれるが、ガス交換のための表面積は大きくあるべきだ。この場合、有限の体積の中に広く表面積を確保できるフラクタル構造は効率的である。サンゴは独立した生物が集合した群体だが、その生態や形状は植物や内臓器官に通じる。サンゴ礁の群体はそれ自体が都市の縮小のようにも内臓器官のようにも見えるが、大きなものと小さなもので形状の複雑さに差が無いという点にはどちらも共通している。不定形で複雑な形状を持つ一方で、基本的な成り立ちは単純だ。無性生殖の分裂を繰り返し、平面充填の結果出来上がる。フラクタル構造が形成される要因は様々だが、付着・蒸着・凝集・破壊・浸食などそのどれからランダム

なゆらぎとゆらぎを安定させる不安定性がある場合フラクタル構造が実現することが明らかになっている。[高安秀樹, 1996]

螺旋構造もまたフラクタルの要素を持っている。中心から一定の角度で幅を大きくする螺旋はどれだけ大きくなってもあるいはどんなに小さくても形が変わらない。対数螺旋は貝殻以外にもよく見られる自然現象だ。サボテンや多肉植物の構造や松ぼっくりの襞の重なり、台風の渦。ヒマワリの小花は右巻きと左巻きの対数螺旋が組み合わさった二重らせん上に並んでいる。[フィリップ・ボール, 2016]

雪原や砂浜を見ていると距離感が分からなくなることがある。なだらかな隆起を繰り返す砂は海の波を止めたようで、近くと景色と遠くの景色が区別しづらい。海流が創り出す波もまたフラクタルだ。足元の小石と遠くの山に自己相似性があるように、波の繰り返しや複雑な地形は大小が分からなくなるため大きさの基準を近くに置く必要がある。地図にスケールが必要なのはこのためだ。枝分かれする道は自己相似を繰り返し、拡大すると新たな道が見えるようになる。



〈図 51〉 慶良間諸島・ハマサンゴ 筆者撮影

一見サンゴが手前にあって奥に人がいるように見えるが、実際にいるのは真上どころかサンゴよりも手前に近い。直径5mを超えるこのハマサンゴは、慶良間諸島の黒崎近くにある。世界最大級のサンゴは米国領サモア島にあり、この写真と同じくドーム型のハマサンゴだ。高さ9m、直径12mのこのサンゴは1000歳を超えると推定される。サンゴの輪郭は不定形で大きくても小さくても印象が変わらない。単体で見ても、一部分を見ても全体の大きさがどの程度なのかわからない。

サンゴ群体の固着面は底盤と呼ばれ、岩や死んだサンゴ骨格の上に着いている。群体サンゴは成長しながら定期的に下方に横隔板と呼ばれる仕切りを形成する。大きく成長するためにポリプを一斉に上方に引き上げて常に表面を覆うようになっているのだ。このことが直径数メートルに及ぶ巨大な群体の形成を可能にしている。[山城秀之, 1995]

3. 群体を作る動物たち

群体はホヤ、サンゴのように、無性生殖で増えた個体同士が体の一部がつながった状態のものの事をいう。ホヤの場合、群体中の個虫は共通の被囊の中に入っており、さらに個体同士が血管や神経でつながっているものもある。サンゴも同様で、個々のサンゴは独立した一個であると同時に隣り合った者同士神経や間の体の組織も共有している。群生は個々が一つの生物であると同時に、全体で体を共有した巨大な一生物ともいえる。

分裂して増える単細胞生物は不老不死といえる。同じ遺伝子を持つクローンを作り出せる単細胞生物は、自分と同じ存在を作れるためだ。あなたは私であり、私はあなたでもある状態を延々と繰り返すならば、「私」は死なないし年もとらないため、分裂した片方が死んでももう片方が生きて増え続ける限り死ぬことはない。もちろん厳密にはすべての生物に死は訪れるし遺伝子のコピーに失敗してあなたと私が違うものになることもあるだろう。

枝状や塊状など、サンゴはさまざまな形の礁を形成するが、一塊のサンゴ礁はみな同じ遺伝子を持つ個体で埋まっている。個々の遺伝子が全く同じクローンであり、神経などを共有して外敵などに対して団結した行動をとるうえ骨格は一塊になっている。今あるすべてのサンゴ群体は、もともとはたった一つのポリプが岩の上に固着し分裂することで出来上がった。どんなに大きな、複雑な形状のサンゴ礁でも、今彼らを形作っている無数のポリプは、最初にその場に取り付いた一匹の遺伝子をコピーして増えている。生物は個の不老不死と引き換えに雌雄に分かれて進化する利益をとったと言えるが、サンゴなど群体を作る動物はまだこの取引を終わらせていないように感じる。

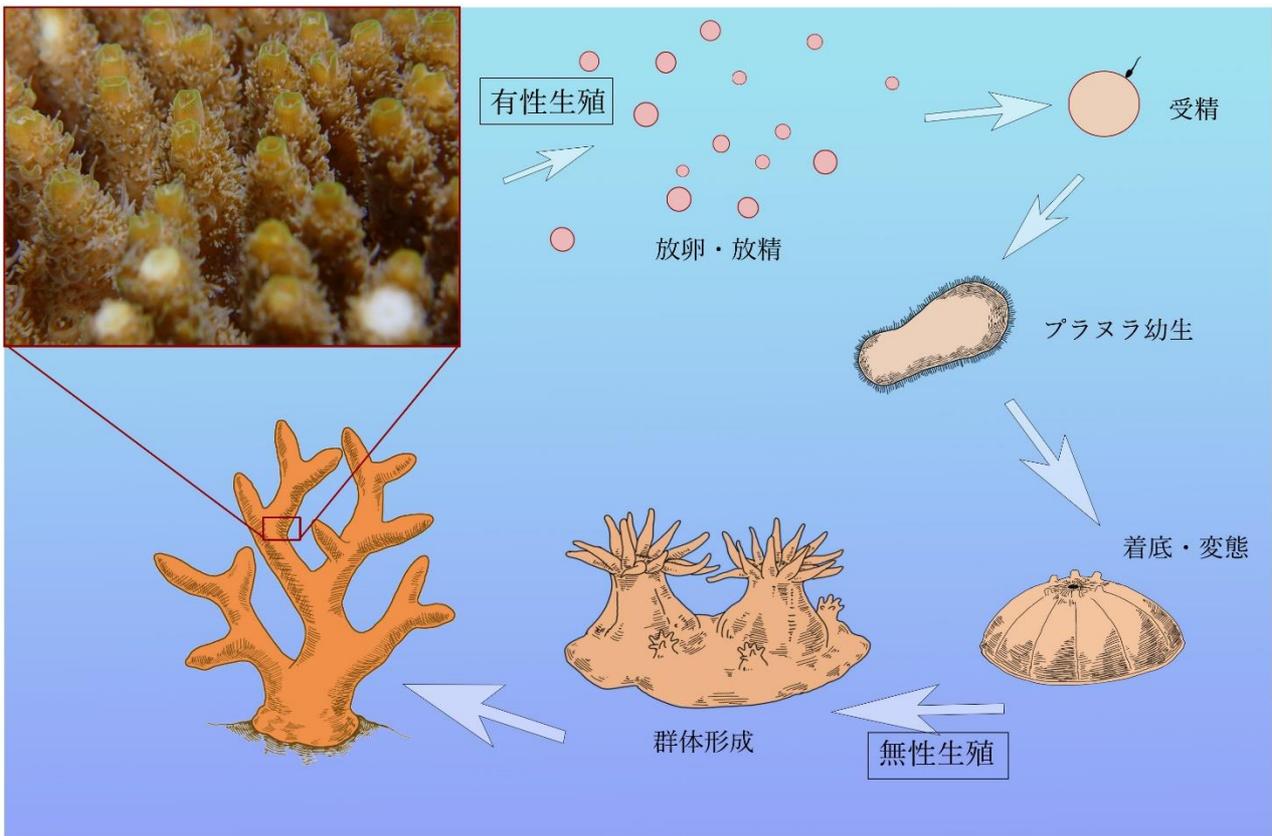
サンゴのポリプが増えるのは主に分裂と出芽で、一個が二つに分かれるか、一個の端から小さな芽が出来て成長する。このような群体を形成する生物はほとんどが固着性の濾過摂食者か好流性懸濁食摂食者という特徴がある。群体は基本的に動くことができないため海流に頼らざるを得ないことに加え、個々が大きく成長することがないため大きな餌を食べられないことも理由の一つだろう。サンゴのポリプやホヤの個体は、群体としてどれだけ大きく成長しても一匹一匹がそれに合わせて大きくなるわけではない。大きくなるのは個体が増えることで群体が成長するためであって、個々の大きさは常に同じだ。サンゴのように直径が数メートルになるものをはじめ、ホヤやコケムシなどそれなりの大きさがあるものでも個々の大きさはみな数ミリ程度と小さく、たいていは分泌して造った外骨格の中に入っている。

総じて感覚器官、筋肉、中枢神経などを持たない単純な体のつくりで、これは動かない生活への適応と考えられる。また、餌が小さいため消化器官が単純だ。濾過摂食や光合成のため、群体はより多くの餌や光を効率よく摂取する必要性から表面積が大きくなるような体のつくりになることが多い。その結果広い表面を酸素の取り込みや排せつに使えるため呼吸器官や排せつ器官を発達させず、単純で小さい体を維持していると考えられる。[本川達雄, 2018]

また彼らはどれも外骨格動物で、個体のサイズ自体は成長しない。昆虫や甲殻類などの外骨格生物は防御能力に優れた動物だが、外骨格は大きさが変わらないため成長の際には脱皮が必要だ。この脱皮は体外組織を一新して若返り、大きく成長するという長所がある一方で脱皮中に襲われる、また脱皮に失敗して命を落とす危険性が高いという短所もある。また脱皮のために新たな骨格をすべて作り直すコストもかかる。群体として成長するものは、外骨格で身を守りつつ脱皮は必要ない。個体が成長する必要

が無いからだ。サンゴのポリプも個体の成長はしないと言っても良く、成長はポリプを増やし群体として大きくすることを指している。

サンゴの動物たる大きな特徴として卵生で有性生殖することがあげられる。沖縄では毎年5月後半から6月中、初夏の夜にイシサンゴ、ソフトコーラルが一世代産卵する。この一世代産卵にはいまだ謎が多く、脳や視覚情報を持たないサンゴがなぜ周りのサンゴと同じタイミングで産卵できるのかは分かっていない。サンゴポリプは雌雄同体で、ポリプ一個一個がバンドルと呼ばれるカプセル状でなかに精子と卵が入ったものを放出するものと、サンゴ内で受精した幼生を放出するものに分けられる。〈図 46〉にあるように、受精すると細長く体表に繊毛の生えたプラヌラ幼生と呼ばれる状態に変化する。[中村庸夫, 2012]サンゴは固着生物だが、生涯この時だけ海中を遊泳する。自身が成長するための岩場を探し一度根付くとそこで成長し続け動くことは無い。サンゴの幼生が泳ぐのは流れが程よく、日当たりのいい岩場を探すためだ。サンゴにとってはしっかりした足場と日当たり、強すぎない海流は生存条件である。固着した後も、個体が分裂して成長する方向などをコントロールして、進むように成長するものもいるが、基本的には同じ場所で大きくなるしかない。



〈図 52〉サンゴの一生 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』, 2008, p78] を参考に作図

サンゴと近縁のイソギンチャクは、礁や群体を作ることはないが個体の増え方はほとんど同じで、分裂と発芽が多い。幼生期には遊泳し固着すると変態してポリプ型になる。サンゴは一度固着生活に入ったら動くことは出来ないが、イソギンチャクは僅かずつではあるが「歩く」ことが可能だ。海流の流れ

に食事情が左右されるため歩き回り、場所の取り合いも珍しくない。[内田紘臣, 2001]同じ刺胞動物のクラゲ類はプラヌラ幼生から一度ポリプ生活をした後、そこからクラゲ幼生に分化するという二重工程を経ている。

似た生活形態として先ほど挙げたホヤも、サンゴと同じく誕生間もない期間だけ遊泳することが出来る。幼生のホヤは固着する前と全く違う形態で、オタマジャクシ状をしている。この形態の時にのみ後半身に脊索を持つ尾索動物であることから、ホヤは後の脊椎動物につながる生物と考えられている。このホヤの尾索は岩場に固着し、形態を変化させるとともに消滅し急須のような体になると、もうそこから移動することは出来ない。

群体性は積極的な分散には不向きでサンゴの場合は年に一度、海流に任せて卵を放出するしかない。分裂や出芽は個体数を増やすには便利な方法だが、限られた海底スペースを巡って争うことも多い。このような群体動物について、ホヤを用いた研究では、群体サイズが大きくなる、個虫が増加するにつれて一個体あたりの代謝量が小さくなることが証明されている。単体性動物の場合、大型動物ほど単位重量当たりのエネルギー消費が少ないことが知られているが、群体生物の場合も群体が大きくなるほど個体一つ一つのエネルギーが節約できる可能性が高いという。節約したエネルギーは無性生殖や有性生殖に回すことができるなら群体を形成し大きくなることにメリットがある。[中野理枝, 2011]

4.サンゴ群集の種多様性

生物多様性は個体群の集まりである群集の性質であり個体や個体群の集まりと関わりを表す。種多様性には種類数の多さと、種類間での個体数などの稜の均等さの二つの側面があり、後者は均衡性と呼ぶ。種類数は種の密度、すなわち一定面積当たりどの程度の種類数が多いかで測定され、種類数が多い方が群集の種多様性が高いと判断される。〔酒井一彦, 1995〕

サンゴ礁の種多様性の高さは生物間の共生、寄生とサンゴ礁の作る環境によって成立している。土台となるサンゴと褐虫藻の共生は、固着生物にとって最大の関心事である餌の獲得を太陽光による光合成という手段で解決した。褐虫藻は創り出すエネルギーの実に約90%をサンゴに献上している。そのほかにも光合成によってできた酸素も褐虫藻から受け取ることができるため、呼吸と食事を光合成によって賄っていることになる。褐虫藻の方もサンゴのポリプが食事をした後の排せつ物を肥料としてもらえる、光合成に必要な酸素もサンゴから受け取れるうえ安全な場所で生活できるという好条件だ。このサンゴと褐虫藻の相利共生がさらに周りの生物の繁栄を助け、サンゴ礁を生物多様性の高い空間にしている。〔本川達雄, 2015〕

サンゴは褐虫藻から受け取ったエネルギーの半分を骨格の形成などに使い、残りの半分はサンゴの表面を覆う粘膜として放出する。粘膜は透明で糖を多く含む糖タンパク質からなり、サンゴの場合は粘液細胞から分泌され様々な役割を果たす。最も大切なのが乾燥からの防御で、浅瀬に固着するサンゴは大潮の干潮時に海面に出てしまうことがある。その際に粘液を大量に放出することで乾燥や雨などから内側の軟組織を守る役割がある。さらに、褐虫藻は日光を必要とするものの赤道直下の紫外線は生物の遺伝子やたんぱく質には有害なため、日焼け止めの役割も持っている。

また、波や周囲の生物の活動などでサンゴの上に砂や微細なゴミ、細菌などがサンゴの表面に降り積もることがある。サンゴの中には粘液を膜状に分泌するものもあり、これを定期的にはがして新しくすることでサンゴ上の汚れを落とすことができる。粘液はサンゴが食事をしている際に邪魔なように思えるが、動物プランクトンや懸濁物を捕食する際には、粘液と一緒にベルトコンベアのように口に運んでいる。このようにサンゴにとって重要な役割を持つ粘液だが、サンゴから離れた後は分解され、他の物質と結合しながら海中懸濁物として他の生物の餌にもなる。サンゴに共生、寄生しているカニなどの甲殻類の多くもこの粘液を餌にしており、潜在的な食物連鎖の土台になっていることから、サンゴ礁の生物多様性を支える一因といえる。〔山城秀之, 2017〕

オーストラリアの東海岸に広がるグレートバリアリーフで行われた研究では、樹枝状のハナヤサイサンゴの枝の隙間にどのような生物がいるか調べられた。サンゴ全体に目の細かい袋を駆ける形でサンゴを回収し、枝などの隙間に住む生物が逃げ出さないように直径10 cmから30 cmのハナヤサイサンゴ40個が採取され、動物が取り出された結果、合計101種・951体の動物が見つかったという。〔酒井一彦, 1995〕

J・S・ターナーは著書『生物がつくる体外構造』の中でサンゴ礁ができる海岸線は、「胚の中の血液と空気とのガス交換に似ている」と述べている。〔J・スコット・ターナー, 2007〕サンゴは通常海岸の浅い海に住む。海岸線は栄養の豊富な開けた海と、陸の縁にそって住む多様な生物たちとの接点であり、生物が栄養を得るためにはサンゴ礁の境界である海岸線を越えていかねばならない。多くの生物がサンゴの境界を相互に行き来して呼吸しているのだ。

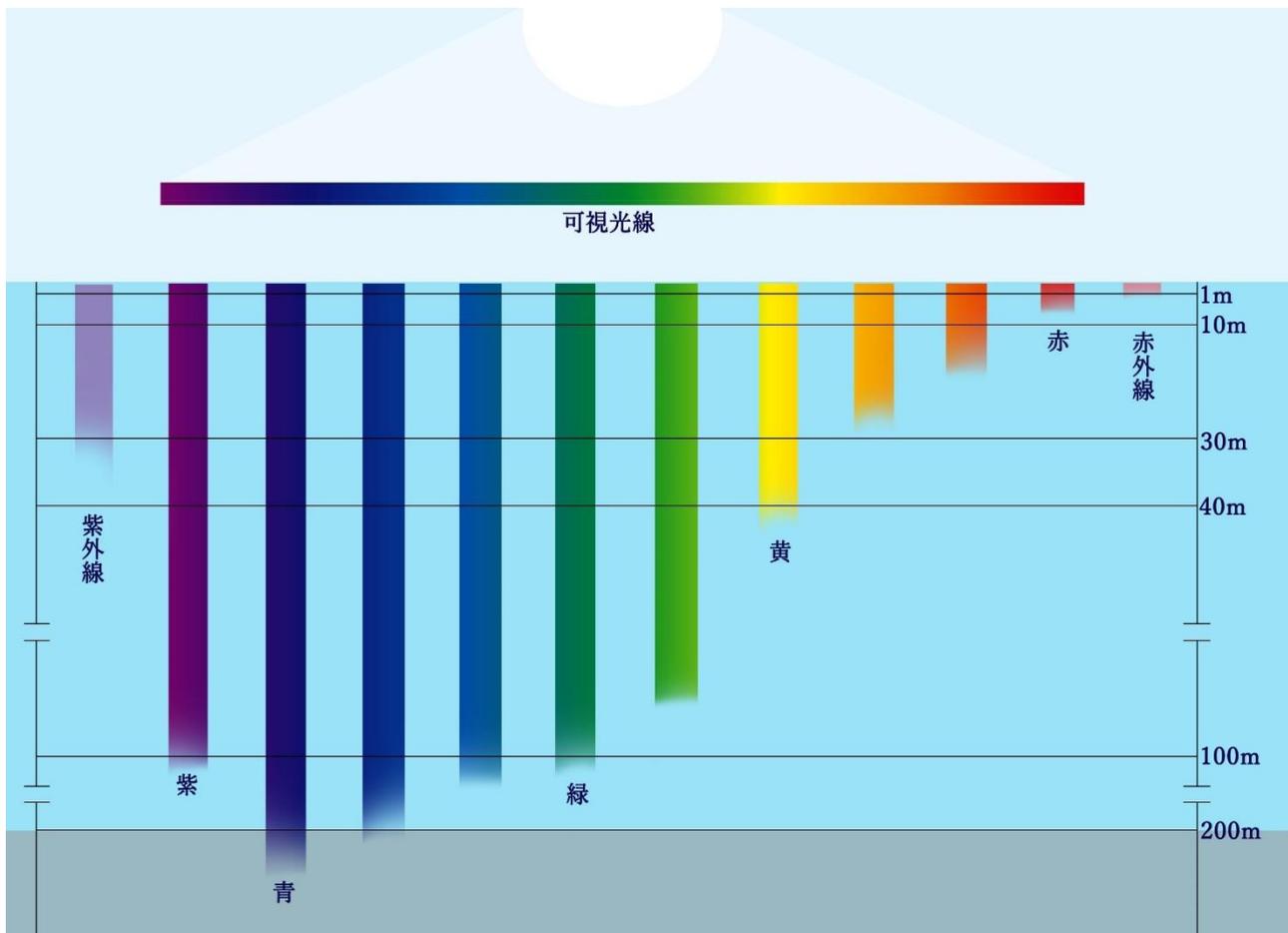
第三章

海の中の光と色彩

海の色が青く見えるのは赤色光が拡散し水中に吸収されるため、深く潜れば潜るほど赤、黄色は退色していく。太陽光には波長の短い紫から波長の長い赤まで含まれており、水中では波長の長い光は吸収され、青い光だけが通過して水中深くまで届くためだ。浅い海岸や、バケツに掬った水は青く見えないため、吸収される赤色光はほんのわずかと分かる。

サンゴ礁の海岸は白い砂浜に覆われている。サンゴの骨や珪藻類の殻、貝殻などは主に炭酸カルシウムから出来ているため死んで砕けると白砂になる。吸収されずに水中を通った青い光は、海底まで進んでこの白い砂浜に反射され、青を目に運ぶ。南国の海は鮮やかな青に染まって美しく見えるが、その風景を作り出しているのは海底に降り積もった白い骨の欠片だ。

海中に1m潜ると届く光は45%にまで減退する。10mでは16%、100m以下で1%を下回る。海中では水深1mから200mの光がわずかでも届く範囲を有光帯、200mから1000mを薄明帯、1000mから4000mを暗黒帯、それよりも深い海を深淵と分ける。[国立科学博物館、他, 2017]光の届く範囲は広大な海中のほんの表層に過ぎない。多くの生物が棲むのはこの有光帯の中で、取り分けサンゴや海藻類など光合成を必要とするものは100mよりも浅い水深に集中している。(図47)さらに、多くの生物が植物プランクトンや海藻などを餌としていることから浅い海に生物が集まるのは必然といえる。



〈図 53〉 海中に届く可視光線 [国立科学博物館、『特別展 深海 2017』、2017、p19]を参考に作図

サンゴ礁の海が高い透明度を持つのは海中に植物プランクトンが少ないためであり、つまりは海水に栄養がないためだ。高温が続いたときや生態系のバランスが傾いたとき、赤潮や青潮の発生がニュー

スになることがある。植物プランクトンは食物連鎖のピラミッドでいうと最下段のため、上段の影響が大きく響き大発生につながってしまう。時たま災害のような扱いを受ける赤潮や青潮だが、多くの生物の生活を下支えする重要な存在であり、彼らが多いということは海中が栄養に富んでいるということでもある。しかし、生物の豊富なサンゴ礁の海に彼らの姿は極端に少なく、まるで水中にいるということを忘れそうなほど遠くまで見渡せることも少なくない。

サンゴ礁の海で植物プランクトンは他の海とは異なった姿となり、多くはサンゴ礁などの共生藻を持つ生物の体内に暮らしている。熱帯・亜熱帯域の海洋生物には褐虫藻などの共生藻を持つものが多く、先述したシャコガイやリュウキュウアオイの他、イソギンチャク類やクラゲ、海綿類も共生藻を持つことが知られている。

1.色の持つ効果

海中の色彩は紛れもなく自然の作り出した色だが、まれに人工物を思わせる蛍光色に出会うこともある。特にイソギンチャクやシャコガイの持つ色味は独特だ。また、サンゴやイソギンチャクなどは夜間にUVライトや青い光を当てると蛍光発光することが知られている。詳しい理由は謎も多いが、サンゴが体内に日光を遮る蛍光色素を持つことが分かっている。サンゴは褐虫藻のために日光を必要とするが、あまりに日光が強すぎると褐虫藻が弱ってしまう。そのため、浅い海のサンゴは余計な光は遮るように蛍光色素を作っていると考えられていたが、近年水深30mから100mに至る深場のサンゴ礁にも蛍光色素が発見された。従来の「日焼け止め」としての効果ならば日光の散乱する深い海には必要ないはずであり、蛍光色素はむしろ共生藻の光合成に役立つものなのではないかという仮説がある。

[Armond, Carrie (National Geographic News), 2015]

当の海洋生物たちの目にこの景色がどう映っているのか本当のところはわからない。サンゴ礁をはじめ海綿類や藻類は豊かな色彩を持ち、ヒトデもウニもそれぞれに独特の色や形を持っていることは先の章で紹介したが、当の本人たちには色彩を判別する眼が無い。彼らは自分が魅力的な形態を持つことも、鮮やかな色を持つことも知らずに暮らしているのだ。

昆虫の研究では、彼らは紫外線を判別できるため花の様子が人間とは全く違ったものに見えているということが分かっている。我々が花をきれいだと感じるのは人間の勝手だが、花側からすれば一番大事なメッセージは花粉を運んでくれる昆虫にさえ伝わればいい。多くの昆虫は複眼を持ち、広く優れた視界を持つ。昆虫は最も陸上生活に適応し、植物と共に進化を重ねてきたといってもいい。昆虫は地球上で最も種類の多い動物であり、現在確認されている全動物の半分以上占めると考えられており、さらに未発見の種が多くいると予想される。人間は三原色で世界を見ているが、昆虫はこれに紫外線を含めた五原色で世界を見ることができる。さらに時間を分解して処理する能力に優れているため、人間の動きなどはストップモーションのように見えていると考えられている。鳥類も同様に紫外線を識別でき、さらに磁界を見ることが出来るという。生物の尿には紫外線を反射するリンが含まれているため、この痕跡を見る能力が野ネズミなどを狩る際に役立っているという。私たちには見えない生物の残滓が彼らには見えているのだ。彼らには森や町は人とは全く違ったものに見えているだろう。

我々は色彩のある世界に生きているのでそれが当然のように感じるが、色の判別ができる動物は哺乳類では霊長類に限られており、ほかには魚類、鳥類、節足動物のみだという。かといって色の見えないことが生物としてハンディキャップになっているのか、欠けた能力なのかということもまた人間目線になってしまう。魚類や節足動物の中でも地中生活をするもの、暗い洞窟や深海に住むものなど視覚情報を必要としない生物も多い。

現生種の中でも、ヒラムシや環形動物、軟体動物など大半は光受容体を持つのみで画像を結び認識することは出来ない。それでも光の感知は生存競争に有利に働く。光を認識できれば影に気が付くため、敵の存在を知ることができる。節足動物の複眼は昆虫、甲殻類だけでなく、多毛類や二枚貝にもある。ホタテガイの外套膜は緑の部分に目が並んでいることはあまりにも有名だ。緑を取り巻くように何十もの眼がついているのは彼らには首が無いためである。とっさに振り向けない、広い範囲の生物を複眼で同時に見ているのだ。最も視覚情報に精通していると思われるのは節足動物、甲殻類のシャコだ。眼の

受光器官は人間が三つなのに対し、シャコは 16 あり紫外線や偏光も見られるうえ、一つの眼で遠近感も分かるという。さらにそれぞれの眼別々に動かすことも出来る。 [スーザン・ドミルトン, 2015]

2.保護色と警戒色

サンゴ礁に住む生物たちが派手な色模様を持つのは、サンゴ礁の豊かな彩りによって派手さが保護色になるためだ。加えて、水の透明度が高いため視覚情報に依存する生活形態の生物が多いことも理由としてあげられる。蝶と蛾を見分ける際、派手なものが蝶、地味なものが蛾といわれることが多いが、これは蝶が明るい昼に活動するのに対し、蛾は夜行性のものが多いことに由来している。暗い夜に見えないものを派手にしてもコストがかかるだけで無駄になるが、昼活動する者たちはお互いの色や模様を同種の判別に利用できる。お互いが同種かそうでないか、また危険な敵か否かを判別できることは個々の生き残りや種の存続にかかわる大事な能力だ。

夜行性のものや濁った沼の中に住む動物などは派手な体色を持たず、茶色っぽいものや灰色っぽいものがほとんどだ。彼らの多くは視覚が不自由か失っており、その代わりに嗅覚や聴覚など別の感覚器官に秀でた能力を持つことが多い。資格情報が乏しいことが結果的に他に器官の進化発達を促し、同種の見分けや餌の獲得に役立っている。

昼行性のサンゴ礁の生物たちは色や模様でお互いを判別しているものもいればそもそも視覚を持たない刺胞動物や棘皮動物、軟体動物なども生息する。サンゴ礁の海で視覚を持たないのは基本的に「食う・食われる」の関係性が希薄な種である。好流性懸濁食摂食者にとって命綱は海流であり餌は勝手に流れてくるものなので視覚に頼る必要はない。藻や海綿は逃げない餌なので目で確認して追いかける必要は無く、ヒトデは貝類を捕食するが基本にお互い動きが遅いため、視覚能力で競争をする必要が無い。派手な模様を持ち周りを警戒する、または毒性を持つことをアピールする、風景になじむ模様を身に着けたり、強い動物に自分を似せたりする必要があるのは弱肉強食の関係が激しい、熱帯魚やイカ・タコのような外骨格を失う代わりに運動能力を手に入れた種だ。

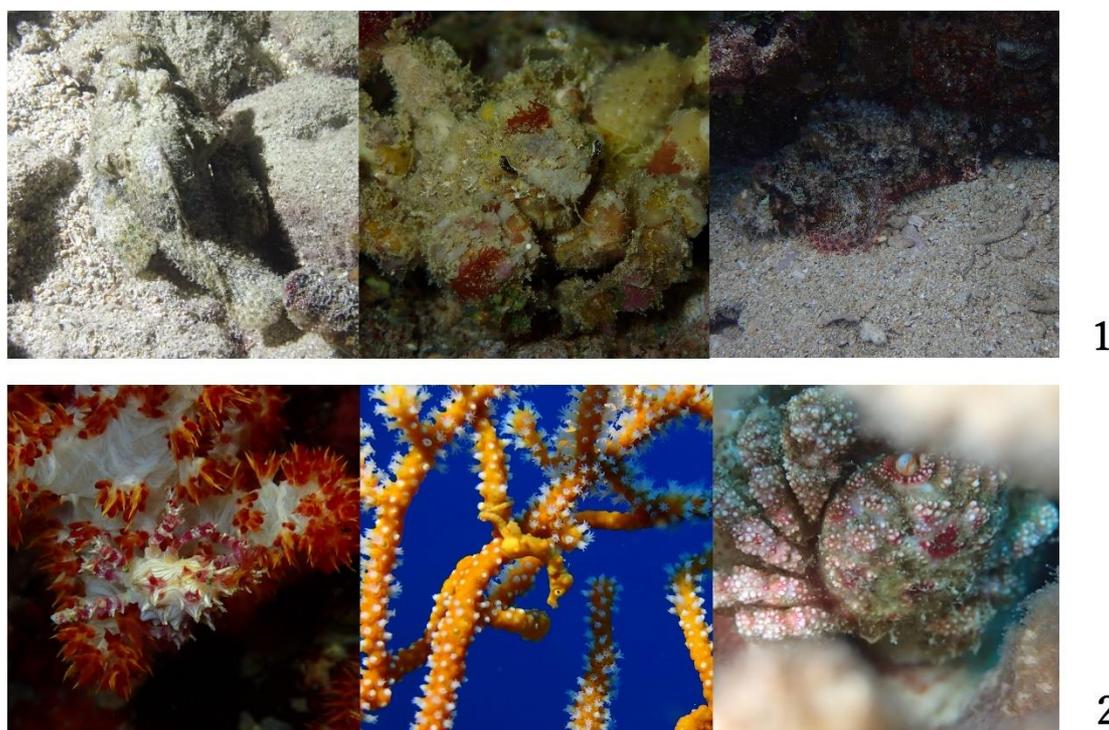
生物の模様は縞模様か斑点模様、もしくはその両方の組み合わせからなる。サンゴ礁に多くいる熱帯魚には自然界で見られるあらゆる模様が揃っているとされている。多くの種が集まるサンゴ礁は生物の密集地域であり、魚たちはその中から自分と同じ種を区別し、配偶者を見つける必要がある。区別しやすい色や模様が進化したのはそのためでもあるのだろう。

体色や模様が対外的なメッセージを持つことをポスターカラー効果と呼ぶ。熱帯魚の中でも縄張り意識が強く、喧嘩をする魚として知られるチョウチョウオ類は皆黄色い体色を持っており、これは警戒色をまとうことで余計な争いを避ける効果があるという。黄色や原色に近い派手な色味にはこの警戒の意味を持つものが多く、先述したウミウシに豊富な色模様があるのは毒性をアピールする警戒色である。このように縄張り意識が強い種は、見た目で自分と同じ種を見分けて遠ざかる行動をする。それとは逆に、仲間を識別して近づき、群れになる魚もいる。群れを作る蛍光のある魚は尾鰭などの動く部分に目立つ配色がおかれていることが多い。[本川達雄, 2008]

ポスターカラー効果は同種だけでなく、別種間の識別にも用いられるため、擬態に利用する種も多い。ミノカサゴはその見た目自身に毒があることをアピールしており、そのおかげで海中をゆったり泳いでいても捕食されることが無い。この毒を持つカサゴに、色も形もそっくりで無毒の魚がいる。有毒魚のふりをすることで捕食される危険から逃れているのだ。同じようなパターンはサンゴヘビによく似たミルクヘビでも起こっている。サンゴヘビはコブラ科に属し、神経毒を持つ。ブラジルサンゴヘビの毒は蛇の中で最も強いと言われるほどだ。このような毒を持つ種にあやかる、ポスターカラー効果を

利用する擬態をベイツ型擬態という。このベイツ型擬態が成り立つのは、毒を持つ種に共通する色模様があるためだ。毒性があっても、警告色を理解しない種がいたらただ目立つ色は格好の標的になってしまう。そのため、毒を持つ種は最低でも一匹捕食されることでその種に毒があることを捕食者に訴える必要がある。種を超えて似た警告色を持つことで、捕食されるリスクを避けることができるため、毒性の強い危険種同士が似た見た目になることが多い。このような種を超えた協調ともいえる色模様の相似をミューラー型擬態という。

ベイツ型擬態やミューラー型擬態は、あえて目立つことによって相手をひるませる、または別の動物のように見せて欺く標識的擬態に分類される。中には無害な動物に擬態することで被食者を油断させて攻撃する攻撃擬態と呼ばれる擬態も存在する。草食魚のふりをする肉食魚はこれに当てはまり、岩やサンゴに溶け込むカモフラージュは隠蔽的擬態と呼ばれる。(図 48) サンゴ礁のすべての種目立つ色をしているわけではなく、背景になじみ油断している獲物を狙う魚は大概地味だ。目立つ魚の方も、捕食者に対して何も対策をしていないわけではない。[藤原晴彦, 2011]



〈図 54〉 隠蔽的擬態 筆者撮影

1. 砂地や藻の生えた岩など、生息地の環境に馴染んでいる。2. イソギンチャクやサンゴに住む生物はその生物に似た外見を持っている。

魚には縞模様を持つものが多い。縞模様は頭から尾鰭まで水平なものや、背側から腹側へ縦に走るものがあり、体の細長い魚は横縞体高の高い魚は縦縞模様を持つ。魚にとってこの縞模様で体の輪郭を目立たなくさせる効果があるという。細長い魚にとって背と腹の水平の線が一番目立つ。その線と平行に縞模様があることで体の輪郭線を背景になじませることができる。体高の高い魚も同様だ。細長い魚は流線型の体を生かして速く泳ぎまわるか、物陰に隠れて餌を見つけると高速で捕まえるものが多いが、体

高の高い魚は海綿や藻など、動かない餌を食べる。縦に平たい体はヨットののようにバランスをとることに優れており、同じところにとどまり餌を啄む生活に適している。動かない、動きが遅いことは危険を伴うが、縦に入った縞模様はサンゴ礁の枝ぶりに同化して身を隠すカモフラージュとして効果を発揮している。種によっては横縞と縦縞を使い分けているものもある。アカヤガラなどは海底にじっとしているときは縦縞模様だが、泳ぐときは横縞模様へと変わる。[本川達雄, 2008]

魚の縞模様は目の上を通ることが多い。シマハギは囚人服を思わせる黒い縞模様が特徴的だが、その縞の一本は必ず目の上を通るといふ。我々は生物を見て認識するとき、眼の存在を無視できない。意識的にも無意識的にも見てしまう。眼の存在が生物の生物たる存在感を強める要因として働いており、捕食者にとっては目の点を追うことで位置を定めて襲うことができる。食われる側からすれば目の存在感は消せるなら消したいところなのだろう、シマハギに限らず縞模様を持つ魚の多くは眼の上に模様がかかるようになっている。斑点模様もおそらく同じような効果を狙ったものだと考えられている。全身が万遍なく斑点模様に覆われた魚は顔の位置感が分かりにくい。フエヤッコダイなど、尾鰭側に目を思わせる黒点模様を持つ魚もいる。顔の向きが一見すると逆にあるように錯視させているのだ。チョウチョウウオの仲間には似た特徴を持つものが多く、約半分の種で目玉模様を持ち本物の目は線で隠されている。[本川達雄, 2008]

体の模様などを疑似的な顔に擬態することで相手を驚かせたり、自分の体を大きく見せて威嚇したりする生物は海洋生物に限らず、陸上生物でも数多く知られている。一見すると大きな目を持つように見える幼虫、蛇の顔のような斑点模様を持つ蛾や腹の部分が顔のように見える蜘蛛など、多くの種で斑点模様と縞模様の併用が見られ、とくに昆虫や魚に多い。



〈図 55〉 生物の模様

1. 白黒斑点模様のタカラガイ 2. 素早く泳ぐ種は横縞模様を持つ 3. 斑点と縞模様の合わさったウツボ 4. 縞模様の組み合わさったエビ 5. ウニの外骨格は死んだ後も残り、美しい模様を持つものも多い。画像はベンテンウニ 6. 草食魚、小さな口とビビットな斑点模様だが、サンゴ礁ではこの色味は背景に馴染む事が出来る



〈図 56〉 タテジマキンチャクダイ

1 が幼魚の時で成長するにつれて縞模様が徐々に移動して 2 のような成魚の姿になる。

動物の模様や色は、季節の変遷や成長による変化または敵を前に威嚇するときなど変わることがある。タテジマキンチャクダイなどは幼魚と成魚で全く違う模様を持っており、繁殖期に色が変わるものも珍しくない。(図 50) 魚類には成長や周囲の個体数などの環境によって性転換するものがあるが、その際に模様や色が変わることもある。ギンガメアジが粟国島の周りを回遊するのは多くの個体が集まって雌雄ペアを作るためで、数百匹で回転しながらペアができて輪から外れる際にメスの身体は黒く変化する。このことがただでさえ多い熱帯魚の種をさらに多く見せている。

海に住む生物の多くは海中で減退する可視光線を巧みに利用しているように見える。真鯛やタコなど、陸にあげると鮮やかな赤色をしている生物は、赤い光が届かない深度に暮らしているため海中では黒っぽくなり陸で見る時とは正反対に全く目立たない。陸地で見ると植物は基本的に緑色だが、海藻は黒から鮮やかなピンク色まであり、深度が浅い海に生えるものは黒か緑、深くなるにつれて赤くなる傾向がある。植物が豊かな色彩や形態を持つのは、昆虫との共進化によるところが大きい。多くの被子植物は昆虫に受粉を頼り分布を広げてきた歴史があり、彼らの色柄、生態は特定の昆虫との結びつきや植物同士のニッチの奪い合いで進化してきた。

海中の植物の色を進化させたのは、海の深さと太陽光だ。赤い可視光線は浅い海中で拡散してしまうが青い可視光線は深くまで届く。そのため、深い海に生える藻類に届くのは青か緑系の光だけになる。浅い海の強い光は白色なので藻にとっては黒が光を吸収しやすい。陸上の植物で真っ黒なものは馴染ないが、海苔が黒いのはこのためだと考えられている。浅い海にとどく赤色光に対しては補色の緑が有効になる。逆に深度の深い場所に生える海藻にとっては、青い光を吸収するために赤い色素を含んだ海藻は効率がいい。逆に赤い色素を持たない緑の海藻は、深い深度では光を吸収できないため暮らせない。海中に差し込む光は赤がいち早く拡散して消えてしまう。しかし対照的に、深くに生息する生物は鮮やかな赤を身にまとっている。

3.水中と光

海中は重力から解放されているため、三次元的な移動が可能だ。陸上では平面上の死角や背後を気にするが海中に暮らすものは、捕食者も非捕食者も平面的な身の回りだけでなく上下にも注意を払う必要がある。海洋生物の体色を観察していると、背面は体色が濃く、腹面は白っぽくなっているものが多いことに気が付く。これによって下から見たときは明るく照らされた海に同化し、上から見降ろすと黒っぽい体が太陽に照らされる分明るくなるので海の色にまぎれることができるという。肉食魚は捕食の際、下から狙うことが多い。太陽光がつくる獲物のシルエットを、死角から攻撃するには下からが最も効率がいいためだ。体色が背側は濃く腹側が薄い傾向は捕食するもの・されるもの両方に多く見られるもので、海洋生物と同じく三次元的な狩りをする鳥類にも共通する特徴だ。猛禽類など、背面は濃い茶色だが腹面は白いことが多い。サメや集団で狩りをするイルカなども、背面は濃い灰色だがそれに比べると腹面は白っぽいものがほとんどだ。狩る側も、存在を相手に気付かれないに越したことはない。生物の模様のほとんどは、この背面と腹面の色分け、さらに斑点か縞模様もしくはその両方の組み合わせから出来ている。

生物を描く際には、解剖学的な体のつくりであるところのボディプランと、表面を覆う色や模様という二面を理解し画面上に統合する必要がある。「中身」と「表面」は全く対極的なものに思えるが、その仕組み、構造を深く知るにつれてお互いを補い合い呼応するものだと気が付く。

目の前の魚の名前を知らなくても、顔を見れば草食か肉食か、食う側か食われる側かは分類できる。(図 48) 草食性の魚は海中の岩などに生えた藻や海綿を啄むものが多いので、口が大きくある必要が無い。そのため小さくとがった口をしているか、岩肌を削り取るように餌を食べるものなどは吸盤状になっている。肉食性の魚は、餌を食べるためには口を大きく広げて飲み込む必要があるためサメに代表されるように横開きの口を持つ。非捕食者の側が前から見ると細長い体をしているのは、口が小さいことに加え、下から見たときに魚としてのシルエットが見えにくくなるメリットもある。[本川達雄, 1992]



〈図 57〉 魚の顔

陸上生物にも共通することだが、被食者は大抵目が顔の真横に配置しており、視界を広く持ち周りを警戒している。草食魚も大抵、ほぼ真横に目があり広い視覚を持つが、真上と真下、真後ろはどうして

も死角になってしまう。陸上で真下を警戒する草食動物はほとんどいないが、海中に生きる彼らは 360 度上下左右すべてを気かけなくてはいけない。ツバメウオなどは顕著な例で、真横から見たときは平面的で、体の面積を広く大きく見せる一方、真上・真下から見たときのシルエットは一見すると魚には見えない。

第四章

外骨格と内骨格

現代の分類法では動物界は34の門に分けられている。そのうち33門を無脊椎動物が占め、脊索動物門には脊椎動物と共に先述したホヤやナメクジウオ類といった尾索動物、頭索動物も含まれている。無脊椎動物は全動物の98%を超える種を有しているが、新種の発見が増すにつれこの割合は増えるばかりだ。彼らの関わり合いがすべての生態系の生物学的基礎となっている。脊索動物門に私たち人間を含むすべての脊椎動物が収まっているが、これは34ある門の中のたった一つでしかない。残りの無脊椎動物33問のおよそ半分は完全に海産の種のみからなり、他の門の動物も基本的には海に生息している。[スーザン・ドミルトン, 2015]

動物の体は3つの基本的な対象パターンに分けられる。それが球対称、放射相称、左右相称で、例外的に海綿類は非対称だ。海綿には外胚葉や内胚葉といった胚葉の形成が起こらず、多細胞生物でありながら器官の分化が無い。決まった形を持たないため非対称・無定形とされている。細かい網状の海綿質繊維の骨格を形成し、海底に固着して海水の吸い込む濾過摂食者だ。海綿の組織が腐敗した後に残った骨格は古くからスポンジとして利用されてきたことで知られる。細胞一個から自らを再生することが出来、つくりの単純さや未分化の特徴から最も原始的な多細胞生物と考えられている。

球状の動物は単細胞生物に多く、球対称の外骨格を持つ放散虫が代表的だ。外骨格は珪質のため放散虫が死んだ後も残る。星砂として知られる有孔虫も同様でこちらは石灰質の外骨格を持つ。彼らの外骨格は化石としても残り、形態の多様さや種の入替わりの速さから示準化石として用いられることが多い。放射相称形の動物として刺胞動物と棘皮動物を紹介した。放射相称動物は基本的に海底に固着生活をするものと浮遊生活をするものしかいない。初期の左右相称動物は現生のヒラムシに似た動物だったと考えられている。頭と尾があり、方向感覚と立体感覚を持っていた。[スーザン・ドミルトン, 2015]

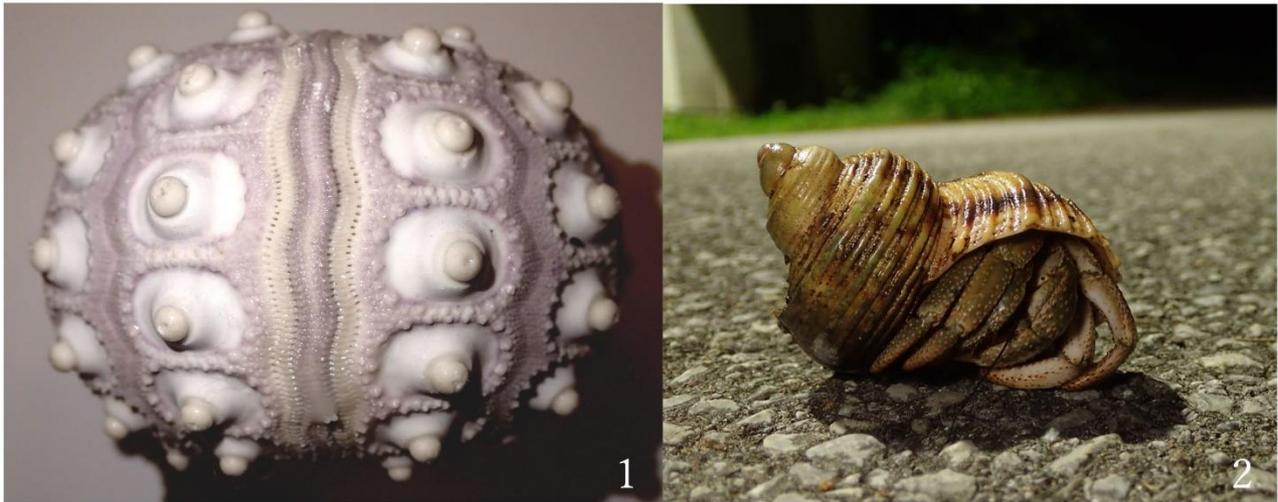
1. 対比

ここまで、生物の形態と生態、色と模様について対比する形で紹介してきた。大きく放射相称形を持つものと左右相称形のものがあり、その中でも個体で生活するものと群体を形成するものがある。個体で生きるものと群体で生きるものは生物としての在り方に根本的な違いがあるが、群体生物を見ていると大きな社会の縮図のようにも見えてくる。個として生きている生物でも、実際は食物網という巨大な循環の中でシステムを回す一つのパーツに過ぎない。群体を形成するものは基本的に動かないが、その存在は生態系で重要な土台を担うことが多い。サンゴ礁をはじめとして外骨格を形成し、地形を作り出すものは多くの個体が生息する環境を支えている。

さらに生物は運動に特化したものと防御に特化したものに分けられ、海洋生物の場合はネクトンとベントス+プランクトンという対比もある。動く生物と動かない生物の対比だ。重力に制限されない海水中では、前後左右に加えて上下の運動が必要になる。多くのネクトンは捕食者、非捕食者として遊泳能力と自身の色模様を利用し生態系を生き延びている。その反面、海流を利用し自分では動かずただ海中を漂う生活をしているものもいれば、固着し動かない生活をしているものも海中には多い。その最たるものがサンゴ礁であり、動物でありながら動かないという生存戦略をもつ。

固着するものと動き回るものの差は外骨格生物と内骨格生物の対比でもある。(図 52, 53) 両者が対照的なのは生きているときの運動能力だけでなく、その死体にも表れている。すべての生物は死ぬと筋肉や内臓はほかの生物に食べられるか、腐ってなくなり骨が残る。魚や鯨が死に、肉が腐った後の骨は間違いなく死骸だ。生きていた時とはあまりにもかけ離れた姿になってしまう。しかし、砂浜に落ちた貝やウニの抜け殻を、私たちは「死体」とは認識していない。浜辺に落ちた貝殻やタコノマクラを拾ったことのある人は多いだろう。あれが生物の死体を集める行為だとわかってやっている人はどれくらいいるのだろうか。貝殻はコレクターも多く、希少なものや美しい色柄のものは高額で取引されることも珍しくない。ヤドカリがかぶっているのは軟体動物の死体だが、私たちはその死骸を被った状態を“生きた”ヤドカリとして見ている。

昆虫なども同様だが、外骨格生物は死んだ後も生きているときに近い姿を留める。展翅された昆虫標本は間違いなく死体のはずだが、それを見る私たちは昆虫標本を死体の標本とは考えていない。目の当たりにすることは多くないが、内骨格生物の身体は死と同時に腐敗が始まり見る見るうちに今ある外見を失うものだ。どんなに細やかに手入れをしようと、今のこの生きたままの色と形を留めるのは難しい。しかし昆虫の翅の美しい色や模様、特徴的な節構造は少し人の手が加わるだけで、死の損失から逃れられる。ウニやヒトデの死体は骨格のみとなっても見事な放射模様を残し、貝殻はらせん構造と模様を留めてくれる。星の砂と呼ばれている幾何学構造の小さな立体は有孔虫という微生物の死骸であり、熱帯の白い砂浜は造礁サンゴの砕けた骨だ。内骨格生物の場合、死体には死体の存在感というものがあり、生と死ははっきりとしたコントラストを持っている。死に生の面影はなく、生きているものとは別のものとして死体が存在するというべきだろうか。内骨格生物が運動に特化したボディプランを持つことも、静と動の対比を強めているように感じる。捕食と被食の関係の中に生きる動物は、食べる時と食べられる瞬間が最も生者としての存在感を強く放つ。貝の死体は貝殻として、おそらく生きていた時と変わらない印象を持っているが、どんなに身近な人でも親類でさえ、死んで骨になった姿は生きているときとは比べられるものではないだろう。



〈図 58〉外骨格生物 筆者撮影

1. バクダンウニの外骨格 2. 貝殻を背負うオカヤドカリ

バクダンウニの殻の突起部分は棘が乗っていた基部。ウニの棘と本体は筋肉でつながれているため、死ぬと棘が落ちた状態になる。



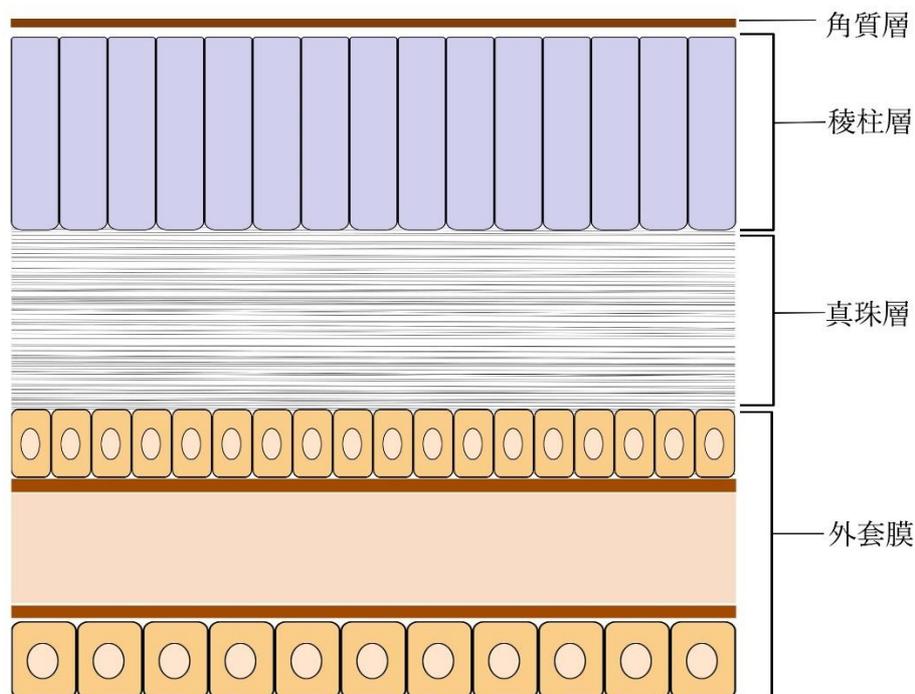
〈図 59〉内骨格生物 筆者撮影

1. は瀬戸内海豊島にて撮影 2. は千葉県立中央博物館展示

2.生と死のコントラスト

貝は死ぬと殻の貝殻だけが残る、この貝殻は制作者が死んでも何百年、何千年と残る。貝殻は紛れもなく生物の死骸だが、この死骸が生物の生活を支えている。巻貝は炭酸カルシウムを自分で分泌して体の成長とともに貝殻を大きくしてゆく。殻の螺旋が対角螺旋になるのは、同じ幅のまま螺旋を巻くと成長するにつれ殻の出入り口が相対的に小さくなってしまうためだ。ヤドカリの祖先はこの多種多様な貝殻を利用するように進化し、適応した。現生のクダヤドカリなどはゴカイの管やツノガイなどの巻いていない円錐形の殻、サンゴの欠片の穴などに腹部を入れて守っており、ヤドカリの祖先もこのような生活形態から巻き貝の螺旋形に適応したと考えられている。ヤドカリは甲殻類として外骨格を持っているが、硬い貝殻をまとうことでさらに強力な防御を手に入れた。

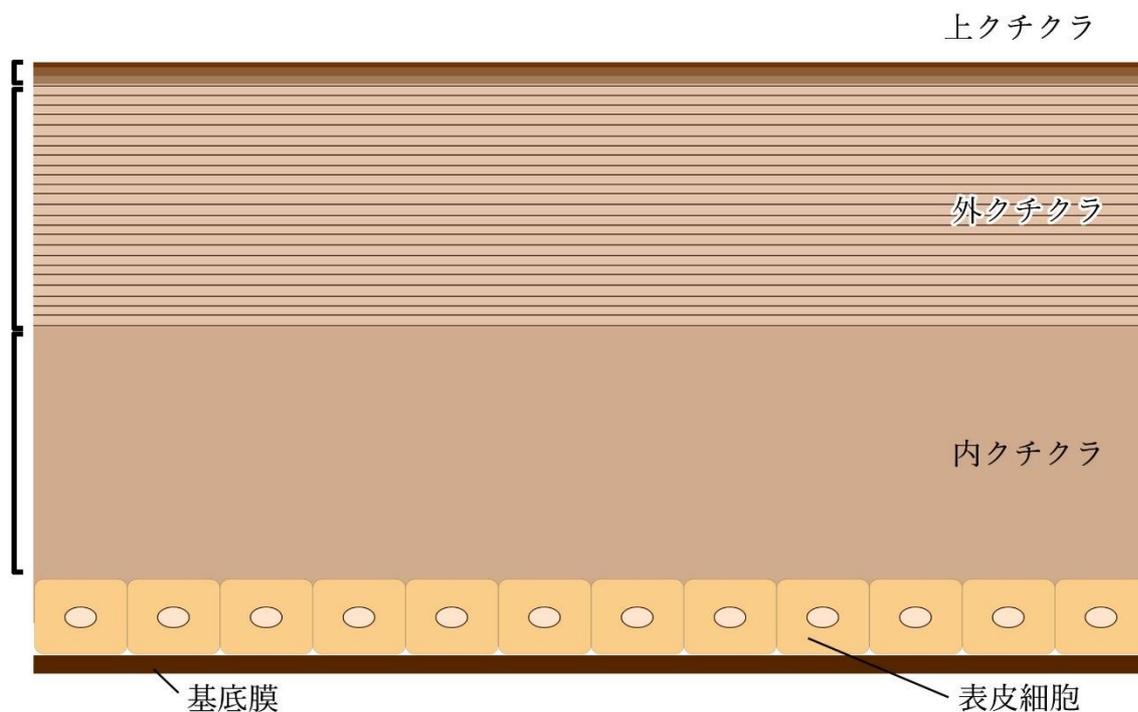
ほとんどのヤドカリは幼生のプランクトン生活を終えると残りの一生は貝殻の中で過ごす。現生のヤドカリは後ろの歩脚は退化し、尾の先端は曲がって貝殻に入りやすくなっているうえ、いつも貝殻の中に入っている腹部は外骨格も薄くなって筋肉もほとんどない。ヤドカリは貝と違い内側から貝殻に固着することは出来ないし、貝殻がヤドカリに合わせて成長することも無い。そのためヤドカリは自身が成長するとともに新たな殻を探す必要があり、常に殻不足だ。ヤドカリ同士で殻の奪い合いも頻繁に起こり殻の略奪も珍しくない。中には貝殻欲しさに巻き貝を殺して食べてしまうものまでいる。この貝殻に依存した生態のため、ヤドカリは貝殻にあった大きさにしかなれない。貝は多種多様だが大型の巻貝は決して数が多くないため、ヤドカリの大きさは貝殻によって制限されている。生きているものの生活を死骸が支える一方で、同時に死骸によって成長を制限されているのだ。 [ベルナデット・V.ホルトハウス, 2015]



〈図 60〉 貝殻の構造 [本川達雄, 『ウニはすごいバツタのすごい』, 2018, p 106]を参考に作図

ヤドカリがここまで貝殻に頼る理由は貝殻の優秀さにある。貝殻は多層構造になっており、背中側の表皮（外套膜）がつくる。厚さの大部分を占めているのが石灰化層、炭酸カルシウムの結晶である。石灰化層は二層に分かれ、外側が稜柱層、内側が真珠層となっている。稜柱層では殻に垂直に、六角柱の構造が並ぶ。この柱は炭酸カルシウムの結晶がたんぱく質と糖からなる有機質の壁で包まれて出来ている。炭酸カルシウムの結晶はアラレ石と方解石があり、貝殻の稜柱層ではどちらか一方の場合もあれば二種類混在することもあるという。真珠層はアラレ石の結晶が有機質の膜で包まれた、平らなタブレット状の構造が水平方向に並んだシート状の層になっている。このシート状の層が何層も平行に重なることで真珠層の内面は独特の光沢を持っている。真珠層と稜柱層では平行と垂直に、結晶の並ぶ方向が90度異なっていることで異なった方向の層を張り合わせて強度を増すベニヤ板のような構造をとっている。さらに硬い結晶を小分けにしてたんぱく質の膜で包むことで亀裂が入ってもそれが伝わりにくい。

石灰化層の最上面は角質層（殻皮）で覆われている。これは石灰化層の表面をコーティングして守っている薄い層で、コンキオリンというたんぱく質で出来ている。殻の形成はまず角質層ができることから始まり、それを足掛かりに石灰層ができる。殻は外套膜がつくるが炭酸カルシウムの結晶を外套膜の中で作るわけではなく、外套膜が殻との間に分泌液をだし、これが海水と化学反応を起こすことで結晶化し殻が作られる。貝の殻は祖先の軟体動物において背中側の厚いクチクラに炭酸カルシウムが沈着してできたと想像されている。クチクラに石灰が沈着するのは節足動物の甲殻類でも同様にみられることだ。
[本川達雄, 2018]



〈図 61〉 節足動物のクチクラ [本川達雄, 『ウニはすごいバツタのすごい』, 2018, p 37]を参考に作図

甲殻類も貝殻ほどではないが、死後も殻が残り姿を留める外骨格生物だ。節足動物の外骨格はクチクラと呼ばれ、キチン質の層の重なりで出来ている。動物の中で最も種類が多いのが節足動物、その中でも昆虫だけで全動物の7割以上を占めている。海洋で最も種数が多いのも甲殻類であり、陸も海も節足動物が最多である。節足動物はキチン質とタンパク質からなる外骨格を持つことが特徴の一つであり、この構造で体表を守ることによって陸上生活では乾燥から身を守っている。

骨には有機質骨格と無機物骨格があり、サンゴの骨格や貝殻は炭酸カルシウムの結晶で出来た無機物骨格である。海水は高アルカリ性でカルシウムが大量に溶けており、原料が豊富だ。脊椎動物の骨格は同じくカルシウムだがリン酸カルシウムで出来ている。脊椎動物の骨格は形の変形が容易であるという特徴がある。我々の骨格は日々力のかかり具合によって、必要な場所は太く、そうでない場所は細く手直しを繰り返している。有機質骨格の代表は昆虫のクチクラである。

クチクラはそもそも皮膚を意味するラテン語がもとになっており、体の表面を覆う薄く硬い膜状のものは何でもクチクラと呼ばれる。昆虫のクチクラは三層構造をしており、外側から上クチクラ、外クチクラ、内クチクラとなっている。クチクラは表皮細胞の外側にあり、貝殻などと同じく体外にある死んだ部分だ。上クチクラは厚さ1000分の1ミリメートルでありながら水分の蒸発を防ぎ、化学物質や病原菌に対する科学的バリアとしての働きも持つ。外クチクラと内クチクラは物理的なバリアとして働き、強度を与えて体を支える役割である。クチクラを構成するキチン質は繊維状で、このキチンとタンパク質の気質が組み合わさってベニヤ板上に重なっている。[本川達雄, 2018]外骨格生物である甲殻類は脱皮を繰り返して成長する点で貝類とは異なる成長過程を持っている。サンゴ礁では極彩色の体色を持つ伊勢エビの類に出会うことがあるが、数は決して多くは無く洞窟などの奥まった個所に隠れて暮らしている。甲殻類にとって、長い触覚部分も脱皮の度にすべて脱ぐのはエネルギー消費も激しく、危険なため脱皮の過程で死ぬことは珍しくない。また脱皮に成功しても直後の軟らかい体は無防備で外敵に襲われたり、共食いで命を落としたりするものもいる。大型のものほど時間もかかり、失敗する確率も高くなるため、脱皮のリスクが甲殻類の大きさを制限しているという見方もある。

貝殻の模様は、魚などの模様と違い、成長や環境で変化することはない。巻き貝が対数螺旋の殻を作るのは、硬質の殻は皮膚のように伸縮しないためだ。作るのにコストがかかるため、すべてを丸々作り直すことも難しい。そのため巻き貝の成長は殻の入り口の形は変えず、外周側の成長速度を一定の倍率で大きくするというルールで成長し、模様はその都度付け足される形で出来上がる。すでに出来上がった模様は死んだ後もそのまま残るという違いがある。巻き貝は美しい模様を持つことから古くからコレクションの対象となり、工芸などの細工にも用いられてきた。タコ・イカや魚の模様を描いているのは生態色であり、死ぬと失われるものがほとんどだ。対して貝殻の模様は鳥の羽や昆虫の模様と同じく構造色と色素による沈着の両方からなるため、生きている組織ではない。

同じくサンゴ礁も生きているところと生きていないところに分けられる。炭酸カルシウムの骨格に取まっているポリプ、軟体部は生きている部分といえるが、骨格部分は「生きていない」。魚などの生物では何が生物で何がそうでないのかがはっきりしている。彼らははっきりと生きた生物と言えるが、造礁サンゴでは生物と生物でないものの境界はあいまいだ。サンゴの骨格、炭酸カルシウムとサンゴと褐虫藻は全体で一つの生理系として機能している。生理作用は私たち内骨格生物にとっては体内で起こる現象だが、サンゴ礁では周囲の環境と生物の両方が合わさって出来る。[J・スコット・ターナー, 2007]

このような外骨格生物の姿は死後も長く保存されるため化石にも残りやすくなる。アンモナイトの殻の化石や三葉虫は、出土した地層の年代を示す示準化石に用いられるほど多く化石が残っている。これは単にその当時多く繁栄していたということだけでなく、強固な外殻を持つことで化石になりやすかったからだ。仮にクラゲのような組織で身体が出来た生物がかつての地球に大繁栄していたとしても、その痕跡が残らない限りは後世に存在は伝わらない。外骨格生物と内骨格生物は死骸になった途端にその存在感、生命感のようなものが逆転してしまうのだ。

サンゴや棘皮動物、貝といったあまり動かない・動物らしくない生物たちは、生きているときから死体の外観を身に纏っているが、その死骸がまるでまだ生きてるように残る。その外骨格構造のために死後何億年とたった後も精細な化石として姿を留めている。海中で生きているときは岩のような、植物のような存在だったかれらが、死んだ後の方が生きている状態を想起させやすい。むしろそのままと言ってよいだろう。逆に彼らと同じ時代を生きていたであろう内骨格生物は、わずかな骨格の情報から姿を想像するしかない。そして骨格から類推できるのは大きさや形態の部分的な情報に限られる。仮に人間が骨から復元されても、耳の形状はきっと再現されないだろう。軟骨部分は基本的に残らないため、私たちはかつていたであろう巨大なサメの姿を歯の大きさからしか想像できない。

3.海中時間

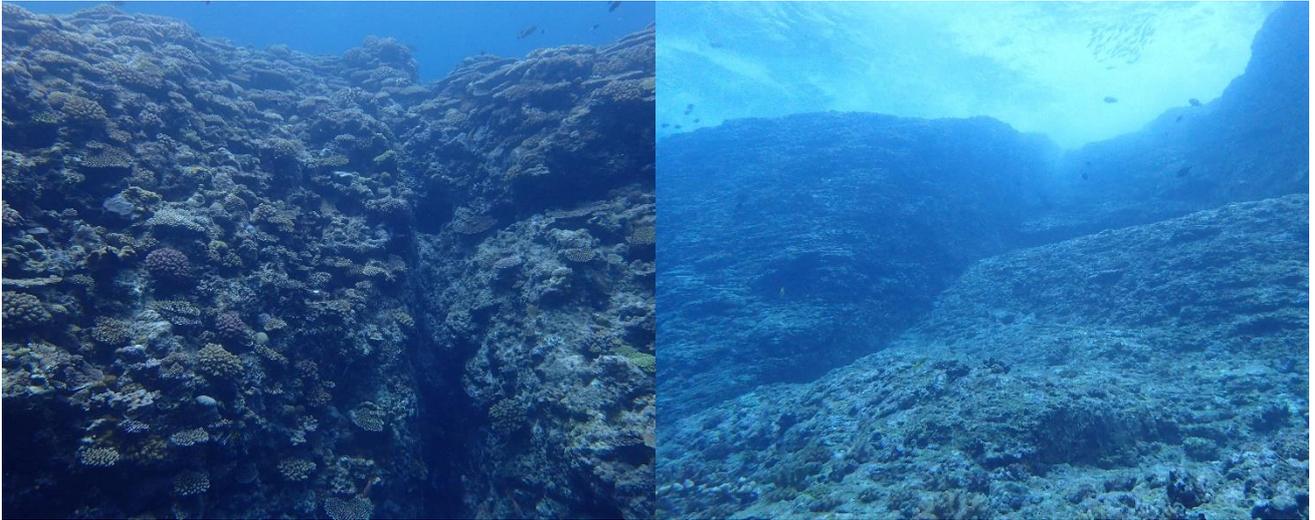
私たち陸上生物が日の出・日の入りと言って太陽周期で生活しているのに対し、海洋生物の多くは潮の満ち干きという月齢周期の支配を受けている。潮汐は太陽と月の引力によって引き起こされるが、月の引力が及ぼす影響は太陽の約二倍と大きく、潮の満ち引きは月によって起こるとも言える。明治まで使われていた旧暦は月の満ち欠けを基準にした朔望暦であり、1日が月齢0の日つまり新月から始まっていた。新月と満月は特に潮汐の差が大きいことから大潮と呼ばれており、旧暦では1日と15日のあたりが大潮だった。新月と満月の時は月と太陽が重なり、月の潮汐力に太陽の潮汐力が加わる形になるため、満潮と干潮の潮位差が大きくなるのだ。逆に新月と満月の間、ちょうど真ん中の日は月と太陽が直角方向にずれてお互いの潮汐力を打ち消しあう形となり、小潮になる。現在の暦は日付から潮を知ることは出来ないが、夜の月を見上げればその月齢によっておおよその潮位差は知ることができる。[V.Mladenov, 2015]

月の軌道は一日約25時間だ。本初子午線を通り過ぎ、再び戻ってくるまで24時間50分28秒かかる。満ち潮と引き潮は一日に二回やってきて一日当たり毎日約50分ずつ遅れる。海洋生物には日の出から日の入り、一日24時間と共に、半日で1ターンの潮汐リズム、一日25時間の朔望時間がある。ほとんどの動物は丸一日ずっと活動することはなく、活動時間と休憩時間の繰り返しで生きている。明るいうちに活動する昼行性や反対に夜間活動する夜行性、明け方や夕暮れに最も活発に動き回るものもいる。一日の単位で繰り返すこのような周期的パターンを日周リズム (diurnal rhythm) という。

サンゴ礁の海が、最も活発になるのは日の暮れる時だろう。この時間、魚たちはいつになくせわしなく動き回り、その動きの多くは魚同士の摂食活動だ。もう一つは昼行性の魚たちが、やってくる夜に備えて、安全な場所へと単独で、もしくは群れを成して移動して行くものだ。礁の周りは、魚たちが姿をくらし、昼とは違う種が現れて夜を迎える。日暮れから完全な夜になるまでの20分間ほど、それまでのざわめきが嘘のように静まりかえる時間帯がある。昼行性の魚に取って、夕暮れの薄ぼんやりとした光の下では光受容器が働かなくなり、一方で夜行性の魚たちに取っては明るすぎるためうまく活動できない。昼間の生き物が徐々に夜の生き物に取って代わるのではなく、礁にはどちらも息をひそめる間隙がある。捕食されるものにとって一番危険な時間帯と言えるだろう。[チャールズ・R・C・シェパード, 1986]

夜の海は完全な暗黒というわけではない。昼間は見えないが、発光性のプランクトンなどは夜の海中で光る様子が観察される。もし満月で、雲がない晴れた夜ならば、20mほどの深さでも電灯なしで見えるほど明るく照らされるという。海中では多くの出来事が月の周期に合わせて起こる。一日のリズムの中に潮の満ち引きがあり、海洋生物の行動の多くを支配している。サンゴの産卵に月の動き、潮汐リズムがかかわるのは前述の通りだが、いったい何が引き金となり、目や耳を持たないサンゴに周りのサンゴと同じ日に一斉産卵を可能にさせているのかは分かっていない。植物が決まった時期に一斉に花を咲かせるのは、光受容器で昼と夜が判別できるためだ。一年は夏至の日が最も日が長く、夜が短い。反対に冬至の日が最も夜が長いため、多くの植物はこの夜の時間の長さから咲くべき日、繁殖し種を付ける日を逆算しているという。刺胞動物にはレンズ眼や複眼のような視覚器官はないが、光受容器で光の方向などは感じることもできる。サンゴのように潮汐リズムや水温、海水の状態などが影響する環境に生きている動物が周りの生物と足並みを揃えられる理由には、この植物のような能力を持っている可能性も考えられる。

陸から浅瀬のサンゴ礁の上を通り過ぎ、端まで出ると大抵そこはドロップオフ、崖になっている。(図57) 造礁サンゴが何千、何万年と積み上がった時間の壁だ。この崖もまたサンゴやカイメンなどの生物が固着し生活する壁になっている。サンゴ礁を下ると時代を下ることができる。海洋生物が石灰を分泌して殻や骨格を作ってきたのは約5億4000万年前からだと考えられている。造礁サンゴは浅い海に生活するが、水深制限があるのはサンゴ自身ではなく共生する褐虫藻である。共生藻を持たないサンゴは光の届かない深海にも存在する。



〈図 62〉ドロップオフ 筆者撮影

造礁サンゴの成長は共生藻の力を借りているとはいえ早いとは言えない。種によって差はあるが、年間数cmから数十cm程度、深海性のサンゴはさらに遅い。海中では深い海ほど時間の過ぎるスピードが遅くなる。深海産のサンゴの骨格は造礁サンゴとは違い、光合成に頼らず骨が密になって出来ている。深海性のサンゴは多くが非造礁性のソフトコーラルである八放サンゴの系統だ。ソフトコーラルは細胞内に骨片を作り形状を強化するが、これが緻密で堅固な骨格になっているのが宝石サンゴである。八放サンゴは細胞内に骨片を作るという特性から、結晶核としての有機物を含んでいるため死んだ後も赤やピンクの色が残る。宝石サンゴ特有の赤い色はカロテノイド色素によるもので、ウミヤギなどにも共通するため赤い色素の利用は種や生息場所を超えて利用されているといえる。このようなサンゴの成長は造礁性のサンゴに比べると極めて遅いことがほとんどだ。[山城秀之, 2017]

世界で最も長寿の動物は水深300mの深海に住むクロサンゴである。浅瀬のサンゴは多産で代謝が速いが、深い海に住むサンゴは代謝スピードを極限にまで落とし、陸上とは乖離した時間を生きている。クロサンゴはオレンジ色の針金があちこちに枝を伸ばしたような形状をしている。繊細なガラス工芸で出来た枝が不規則に絡み合っており、冷たい静かな深海に暮らしている。ハワイのオアフ島沖で観察された個体は放射年代測定によって4600年前から成長していることが分かった。[スティーブン・R・パルンビ、アンソニー・R・パルンビ, 2015]このクロサンゴやハマサンゴのような海中の古株は生きたタイムマシンのような存在でもある。彼らの過去の記録は石灰の層に記録され、層になって蓄積するからだ。環境の違い、生態の違いは時間のスケールにも違いを生む。

哺乳類の寿命はおおよそ体の大きさに準じている。生まれてから死ぬまでに打つ心臓の鼓動はネズミからゾウまで同じ数だという。人からしたら早鐘のようにせわしなく鳴るネズミの心臓も、3秒に一回だけ打つ象の心臓も、およそ15億回鼓動を打つと止まる。呼吸は一生の間に約五億回繰り返す。モノを食べてから排泄される時間も同様に、動物によって違いがあり、大きな動物ほど鼓動や呼吸などの周期が遅くなる、つまり体重が重いほど時間が遅くなり、運動も遅くなる。ネズミが細やかに走るのに比べたら私たちの運動はなんともゆっくりだ。私たちにとっての一分、一時間、一日、一年といった時間の区切りは、人間の基準で見た物差した。生物にはそれぞれの時間の流れがある。[本川達雄, 1992]

人から見たら永遠に近い寿命を持っているサンゴは心臓を持たない。脳も無い単純な構造の彼らが長い寿命を持つのは、クローンによる自己増殖が可能なことや、動かないという戦略をとっていることが主な理由に挙げられる。クローンを作ることで古くなった部分は常に修復されるため、加齢による劣化が起きないのだ。同じく動かない動物である海綿類なども深海に生息する種では寿命1500年を超えるものが確認されている。条件を整えることで達成できる寿命を生理的寿命といい、その生物が自然の環境で実際に生活して死ぬ寿命を生態的寿命という。海綿類は細胞一個から自己複製して群体を作ることができるため生理的寿命が認められない。刺胞動物と有櫛動物も環境が整ってさえいれば死ぬことが無く、分裂して増えた個体は親と子で同一のため生理的寿命は認められていないという。

これらの海洋生物は浅瀬にいるものも長寿だが、深い海に生息するものほど長く生きる。浅い海は波の影響を常に受け、季節による環境変化によるストレスにさらされる。時には嵐や水温の急激な変化といった非常事態も起こりうるため「不慮の事故」で死ぬ確率も高い。浅い海とは逆に、深度が深い海ほど環境は安定する。その安定した環境で固着生活し、自己複製できる存在は恐ろしいほど長生きだ。

心臓を持たないサンゴにとっての時間は、潮の満ち引きや季節変化などの外的要因によって周期を持つのだと考えられる。海を大きく変化させるのは波の満ち引きである潮汐リズムだ。光の届く海は潮汐リズムに加えて日リズムを刻み、海流に乗って様々なモノが運ばれてくる。冬に海の表層が冷やされると対流が起こり、深い深度から表層近くまで上下の流れも出来る。サンゴにとっての心臓は、体外にあって自分を包んでいる環境なのではないかと思いついた。彼らにとっての一分、一日、がどの程度の長さなのかはわからないが、環境が変化するリズムがサンゴにとっての鼓動なのではないだろうか。環境の変化が平坦な深海に住むサンゴにとっては、“心臓”の鼓動が脈打つスピードは感じられないほど緩やかなのかもしれない。

結論

静物画と生物画を統合する絵画

サンゴをはじめとした無脊椎動物群の魅力は、形態の独特な美しさや豊かな色彩にあるところはもちろんだが、それに加えてそこはかたくない恐ろしさに惹きつけられてならない。骨格を持つ動物でありながら、動かないということ、死んだ後にもその形態と存在感を残すことに「生き物らしさ」に反するものを感じてしまう。彼らは私たちよりもはるかに長く生きる生物でありながら、生きている間からどこと無く死の存在を纏っている。

動かず、死んでも姿を残す彼らの存在感はどこか人形のような中空に感じる。人形は紛れもなくモノだが、人形やぬいぐるみに「こころ」を感じて人と同じように接する人は多い。形が自分や見知った生き物に近いものだからこそ、中空の人型に感情移入し生き物のように扱う。雑に接すると怒るような“気がする”。サンゴや貝など、外骨格をもつ生物にはそれとは逆の感情が働くように思う。それらが生物であること、貝殻が死体であることを意識しない。まるで初めからその場にいたような、元から貝殻は貝殻だったような気がしてしまう。内骨格生物としての私たちにとって骨格は死んで腐った後に初めて露出する器官だが、彼らは「生きていない」姿を輪郭に持っているのだ。

厳密には私たち人の身体も、髪や爪、皮膚の表層は死んだ細胞が覆っているが普段意識には上がらない。私たちが纏う死は、代謝によって生きている限り取り払う事が出来るためだ。どんなにきれいに整えた髪でも、一度抜けて床に落ちた状態のそれはなぜか「汚らしい」ゴミに見えるようになる。手入れされた爪も、切った後の欠片、身体から切り離されたそれは異物である。

部屋の隅に抜け落ちた髪の毛が数本絡まって落ちている、拾い損ねた爪の欠片を見つける、その風景に対する嫌悪感は死体や汚物に対するそれに近いものがあると常々感じていた。体から離れた途端にそれらは嫌な存在感を増すように感じるのだ。思えば傷んだ髪の毛や伸ばしっぱなしの爪に対する不信感のようなものもそれに近いのかもしれない。自分の体の欠片に死体の趣を見てしまうのではないだろうか。

私たち内骨格生物もそれと知らずに死を纏って生きており、それと知らずに切り捨てながら生きている。それに対して外骨格生物である彼らは生き物だが動かず、体の表層を覆う死を切り捨てることをしない。死体の輪郭をそのまま成長させて生きている。

彼らは生き物だが同時にモノとしての側面を持っているように感じる。私自身の絵は、動物を描きながらその実、静物画に近いのではないかという考えに至った。サンゴ礁にはきらびやかな「生」と、それに相反する「死」が創り出す世界だ。あふれる生命力に対して、そこに積み上げられてきたであろう無数の死がある。彼らを描く自分の絵画で、表面上に迫り、描く形は生きていない「静物」のモチーフとして画面上にある。通常動物を描く絵画はその生き物が動く様、どのように躍動し、どのような声を上げるか、それを表現できるかが絵画表現の主題だ。

サンゴのように、動物の生態として動かないという戦略をとるものは陸上では馴染みが無い。海中でこの生態を可能にする最も大きな要因は、空気と水という分断された環境の違いだ。海洋性無脊椎動物の食生活は懸濁食摂食や濾過摂食が多く、その姿は羽虫に花粉を運ばせる花に近い。そのほかの動かない、もしくは動きの遅いものの多くは同じく動きの遅い餌か、海流の運ぶ微生物や死骸の欠片などの有機物に頼った食性をしている。中にはナマコのように海底の砂の中にある餌を砂ごと回収するものもいる。サンゴやイソギンチャクなどの刺胞動物は、食性としては肉食の捕食者だ。棘皮動物の多くも肉食やデトリタス食であり、貝類は植物プランクトン食が多いが肉食のものも多く、同じ貝類同士が共食いすることもある。どちらにせよ、動かないものを相手にするため自身も早く動く進化には繋がらなかつ

た。捕食と聞くと肉食動物が草食動物を追いかけて捕獲する光景を想像しがちだ。海中での捕食行為にも同様のパターンはある。特に魚類や甲殻類、鯨類には積極的な捕食者が多く、海中の食物連鎖の頂点は彼ら肉食動物が当てはまるだろう。だが、海中で実際に行われている捕食行為の大半は、流れてくる微生物をつかまえる仕掛け罠のような狩りだ。生態系が多様かつ密になっているサンゴ礁では、生物同士の縄張り争いや、視覚的に分かりやすい「食う・食われる」の運動に目が行きがちだが、その背景には静かに流れに身を任せている動かない動物たちがいる。

本論文では外骨格生物の生態と形態を内骨格生物と比べたときに見える、生きている状態と死んだ後の姿について考察した。多くの外骨格生物は死んだ後には殻が残る。身近な昆虫や貝殻は死んだ後は中が殻になり、見た目はそのまま残る。身体（からだ）の語源は殻であるという。亡骸の-カラに通じ、生命のこもらない外側を「からだ」と呼んでいた。外骨格に身を包んだ彼らの姿は、死体と同じ輪郭をしている。筆者の描くサンゴ礁を主題とした一連の絵画は、動物のいる風景を描いているが同時に静物モチーフとしてのサンゴなどの外骨格生物を描いているともいえる。生命と色彩にあふれるサンゴ礁は海中の花畑に例えられることも多いが、その風景を切り取って描く筆者の作品は花のはかなさを描く絵画と通じるテーマがある。賑やかな生活の様子や、美しい花はやがて訪れる衰えや死を予感させるモチーフとして扱われてきた歴史があり、直接的に死体や老いを描く絵画と比べると華やかな分より一層失われる時の流れの残酷さが際立つ。花瓶に生けた花が静物画のモチーフとなったのはヤン・ブリューゲル一世の絵画が基点だという。自然科学の台頭とそれによって得られる珍しい品々と情報を集めたクンストカンマーがつくられるとともに、それまで描かれなかったモチーフが多く絵画に登場するようになる。異国の品々、驚異の生物を描いた静物画や博物画は、権力者の財力を象徴するものだったのだろうが今となっては栄枯盛衰の証明となっている。

海中生物はヘッケルのいうところの「自然の芸術的な形態」が魅力的な生物群だが、それだけでなくその形態は生活様式にも反映されているのは本論文の前半で述べた通りである。一見理解しがたい形状の生物もその解剖学的な成り立ちや生態と共に見ると、奇妙さとは別の美しさに気付く。熱帯魚もその見た目上の美しさにばかり注目されてしまうが、色模様の在り方が体形や生態と呼応していることに気が付くと海中の捕食競争の激しさ、生き残ることの難しさが見えてくる。一方で途方もなく長い時間を動かずに生活し、死んだ後も姿を留める外骨格生物の存在は、熱帯魚の失われる美しさとは対照的な存在だ。

1. 静物画

初期の静物画では、モチーフが意味を持ち宗教的な教えや寓意を込めた絵画構成を持っている。静物画が独立した絵画ジャンルとして確立したのは17世紀のネーデルラントでそこからフランス、スペインに広まった。という言説が一般的だ。それ以前の、初期の静物画家として挙げられるのはカラヴァッジョ（1571-1610）だろう。「最初の近代的静物画」を作り出したと背れる彼だが、その片鱗は〈トカゲに噛まれた少年〉（1595-1600、ロンドン ナショナルギャラリー）や〈果物籠を持つ少年〉（1594頃、ローマ ボルゲーゼ美術館）に見られるような蠱惑的な少年を描いた絵画に見られる。



〈図 63〉 カラヴァッジョ 〈果物籠を持つ少年〉 1594 頃、ローマ ボルゲーゼ美術館

静物画的な要素はあくまで人物の二次的な存在にとどまっているが、写実表現と少年の若さと美貌が束の間に美しく咲く花々のように過ぎ去ることを予兆させる「ヴァニタス」の静物画としての部分が描かれている。

17世紀、静物画の地位は宗教画などのジャンルに比べて低かったものの、装飾的テーマや「五感の寓意」としてよく描かれている。フランスではそれまで静物画の分化が無かったものの、北方の画家がパリで活躍するようになるとともに広まった。静物画を描く画家たちはプロテスタントかジャンセニスム（厳格主義）の影響で質素な画面構成をとる傾向があったが、フランスで広まるにつれて幾何学的な構成、秩序、簡素さを追求するようになった。「特に市民社会の現実的な問題に関心の高かったオランダでは、「多くの画家がこぞって花や果実、食卓、市場、狩りの獲物を題材にして、17～18世紀の他国における静物画制作の先鞭(せんべん)をつけた。」 [中山公男, 1994]

17世紀中期のフランドルでは装飾的な花の静物画が多く描かれたが、北ネーデルラントでの主な静物画モチーフは据えられたテーブル、キッチン、狩りの獲物、本、頭蓋骨、楽器などで構成された。17世紀後半には、王族・貴族の邸宅を飾る大規模で装飾的な静物画の需要が高まり、ジャン＝バチスト・モノワイエ（1636-1699）のように豪華な花を描く画家が活躍する。[望月典子, 2016]

当時の静物画モチーフとなったものには大航海時代の新大陸発見や東方の新種として持ち込まれた、王侯貴族のクストカンマーの品々も少なくない。花瓶に生けられた花を絵画モチーフとして開拓したのはヤン・ブリューゲル一世（1568-1625）だという。咲き誇る花々を描いた絵画ははかなさ、あらゆる美は過ぎ去るものという戒めを含んだヴァニタス画でもある。



〈図 64〉 ヤン・ブリューゲル I、ヤン・ブリューゲル II 〈机上の花瓶に入ったチューリップと薔薇〉
1615-1620 頃 個人蔵

ここで描かれているようなチューリップは当時トルコから輸入されて久しいこともあり珍しい花として投機バブルの対象となった。フランドルの絵画が描かれたころには貴族の収集3原則というべきものがあり、それが「naturalia」、「artificialia」、「exotica」の三点である。収集物が自然の造形によるものなのか、人の技によるものか、あるいは遠い異国のものなのかということが重視されたのである。[セルジオ・ガッディ、アンドレア・ヴァンドシュイダー, 2018]チューリップへの投機バブルと珍しい花を描いた静物画の人気は、そのような珍しく、貴重で魅力的なものへの熱狂も土台にあった。彼が貴重なチ

ユーリップをモチーフにすることができたのは、当時のパトロンが所有する植物園に出入りする事が出来たためと考えられる。

初期のクストカンマーを作った蒐集家としてハプスブルグ家の神聖ローマ皇帝ルドルフ二世（在位1576-1612）がいる。ルドルフ二世は美術の愛好家であり、自然物や学問器具などあらゆる珍品を収めたクストカンマーや、錬金術や占星術などオカルト科学の研究に耽溺したことでも知られる。ルドルフ二世のクストカンマーは自然物、人工物、学問器具に大別され、これとは別に武器・武具類や3000点を超える絵画類が収蔵されていた。美術パトロンとしてはジュゼッペ・アルチンボルド（1523-1593）を父の代から宮廷画家として抱えていた。[秋山聰, 2017]

アルチンボルドの代表作として知られる「四季」や「四大元素」はルドルフ二世の父であるマクシミリアン二世のために制作されたものだ。マクシミリアン二世もまた自然科学の愛好家として知られ、動植物の蒐集に加え動物園まで開設した人物である。宮廷画家であったアルチンボルドがクストカンマーへ出入りし、そこに収められた自然の驚異を目にしたであろうことは、彼の絵を見れば明らかである。彼の描く絵は一見遊戯的でありながら、配置されたモチーフには寓意的な内容が込められている。「四季」「四大元素」の一連の連作にはハプスブルク家を示すモチーフがちりばめられており、植物や動物の種の豊富さは「万物を支配し、理解する」という皇帝の理念の表れでもあった。

また、彼の作品は独特の作風と共に自然物の細密描写が特徴的である。植物や動物、物を組み合わせて描かれた絵画は人物画であると同時に静物画でもある。彼の死後、17世紀に西洋美術には静物画が台頭していく。

静物画は人物画や風俗画などから後発的に生まれ、絵画ジャンルとして成立したのも遅かった。そのため、長い間適切な一般名称が無かったという。画家も観覧者も描かれているモチーフに頼るしかなく、当時のオランダの財産目録には「小さな台所」、「小さな朝食」、「小さな喫煙具」、「植木鉢」、「果物」……といった具合にモチーフ内容が書かれているという。1650年頃、これらの絵画に何かしらの共通点を見出し、一般名称を付けたのはオランダ人たちである。「スティルレーフェン-stillevan」という言葉をもとに英語の「スティルライフ-still life」やドイツの「シュティルレーベン-stilleben」が生まれた。文字通りに言うと「死んだ自然」という意味になる。この言葉がつけられた当初の意図としては、これらの絵が生命の無い対象を直接観察して描かれたものだという点を強調したかったのだと考えられる。[エリカ・ラングミュア, 2004]とはいえ、実際の17世紀の静物画には生きた昆虫や鳥、猫やトカゲの姿が描かれることも多い。さながら「死んだ自然」と「まだ生きている自然」の対比構造があるのだ。

さらに多くの静物画は、実際目の前にモノを置いて観察して描いているわけでもない。〈図59〉の花瓶に生けられた花の絵画のような植物の絵は、一見写実的に見たものをそのまま書いているように見えるが、花の向きに作為的な部分があり、不自然にすべての花にピントが合っている。これらのモチーフはおそらくそれぞれが個別に観察、スケッチされたものだった。一枚の絵画として描く際にこの絵の中にバラバラのモチーフが再構成されたのだ。後世に描かれた静物画にも同じように要素を個別に観察して描いたものを、静物画として完成させる際に構成しなおして一枚の絵画にまとめているものは多い。私自身、サンゴ礁の絵画を描く際には初期のころから集めた資料やスケッチを再構成して描いている。静物画のこのような構成については全く意識していなかった頃から、結果として似たようなことをするのに気が付いた。

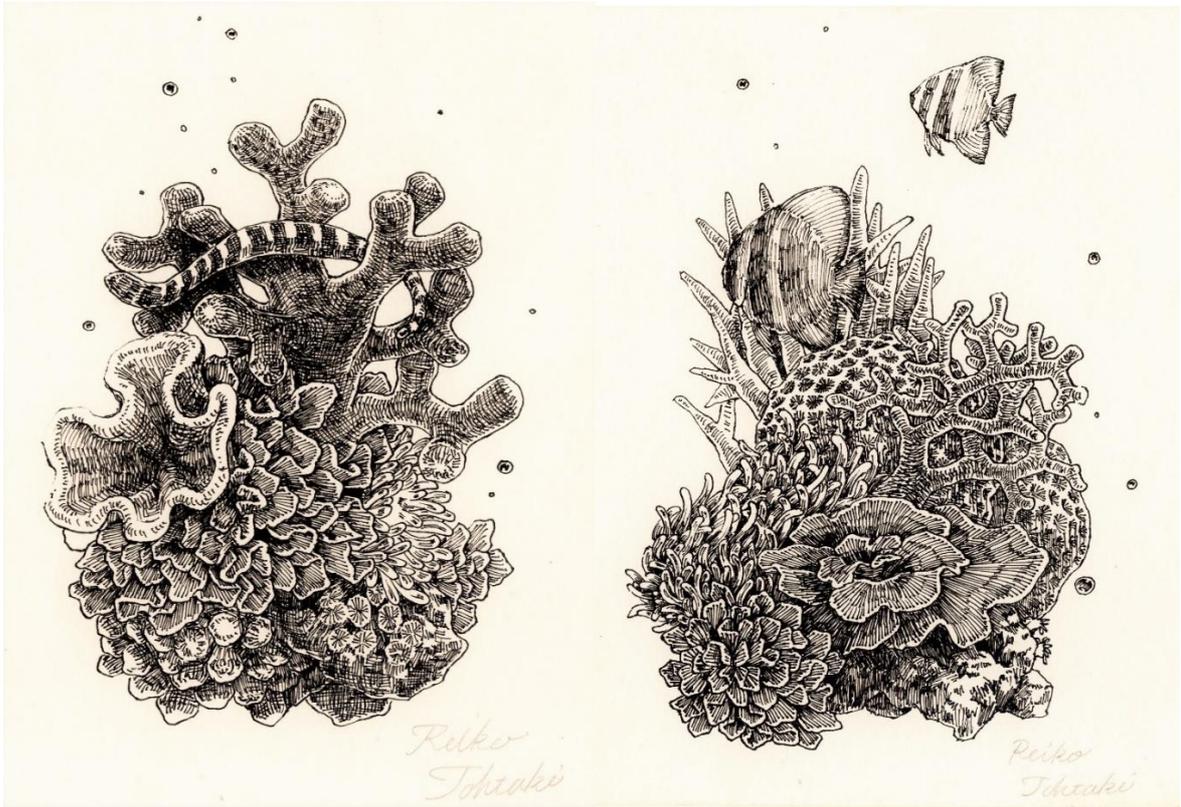
2. 個体を描く

私にとって、生物をその形態や成体に注目して描くのは、途方もない多様性の中にある統一性を探る行為である。魚類に限っても大きさから色、形態や生息している場所まで様々で、本当に同じ系統かと疑ってしまうようなものも多い。

普段の制作では、あくまで生き物たちの作る群生、時間の積み重ねによってできた状態を描く体でサンゴ礁を描いている。絵の中にいるのは紛れもない生物たちだが、個々を主張する存在ではない。よく見たとき、近づいたときに窪みに潜む魚や岩陰のウミウシに気が付く人が数人いてくれたら十分だと考えている。日常にいる動物や昆虫の存在に気が付く人の割合はもっと低いはずだからだ。背景の一部になっているサンゴ礁は私にとっては紛れもなく生命の集合体だが、多くの人には彼らを生物とは思っていないだろう。もっと言うと貝は貝殻という物質しか見られないし魚は群れという一塊の存在として認識している人が多いのではないかと最近感じている。

ここに挙げる生物をモチーフに描いた絵画作品は、ドローイングとして本制作の傍ら仕上げたものがほとんどであり、いわば製作途中のメモ書きである。風景の中にどう彼らを紛れ込ませるか、自然な姿を考えるために描き出したものや、形態や柄を確認するために描いたものも多い。とりわけ魚やウミウシのように色や模様の意味があるものはそれを踏まえて描くようにしている。一章で述べたような個体の特徴は生物を描く上で解剖学的な構造を知る手助けになる。魚類の場合はその種が肉食なのか草食なのか、独特の構造を持つ種を描く際には模様の在り方などの法則性を知っていると見えていなかった部分が見えてくる。今日、本やインターネットで大抵の生物の姿は見る事ができる。名前や色、大きさや生態の特徴など、わかりやすくまとめられた情報を見て、その生き物のことを知ったつもりになってしまいがちだが、自然の中にいるものを見つけ、同定するのはただ写真を見るだけでは難しい。実際海の中に潜ってみると、そのことを痛感せずにはいられない。熱帯の海はその豊富な生物種数も魅力の一つだが、あまりに多くの種が同じサンゴ礁にいるため、生物の特定はさらに困難になる。しかし、生物自体の名前などが分からずとも構造の仕組みや模様の状態を知っていればその生物の生態も垣間見る事が出来る。

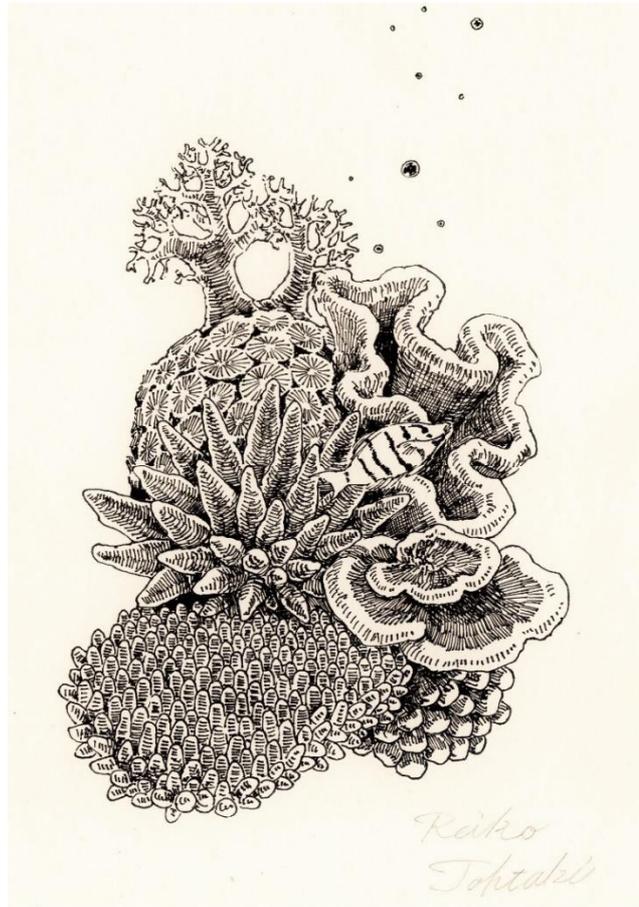
三章で動物の色模様について述べたように、生物の体形と模様は連動している。解剖学的なボディプランと表面を覆う色模様は、一見全く逆のものに思えるが多くの生物は体系と模様、そして生息地の特徴を生かして暮らしている。



1. 『図鑑 エラブウミヘビ』2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙
2. 『図鑑 ツバメウオ』2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙



3. 『図鑑 スズメダイ』2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙
4. 『図鑑 トウアカクマノミ』2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙



5. 『図鑑 シマハギ』 2016年、ピグメントライナー 2Lサイズ画用紙

一連の作品は、そのようなリアルさを持った「分かりにくい図鑑」をテーマに制作した。

エラブウミヘビは派手な縞模様で、単体で水中を泳いでいるときは目立つがサンゴの枝の隙間などにいるとなかなか目に入らない。この絵では樹枝状に成長したハマサンゴの間をエラブウミヘビが泳ぎ回る様子を描いた。ウミヘビはコブラ科に属し、毒を持つため危険な生き物と思われがちだが、自分から人を襲うことはまずない。海中で出くわすと、たいていウミヘビの方が驚いて逃げていってしまう。

ウミヘビは爬虫類に属するが、魚類ウナギ目にもウミヘビと名がつくものがある。こちらは毒を持たない海水魚の一種でありウツボやウナギに近縁の別種だ。

ツバメウオは団扇のように平たい魚で、サンゴ礁の周りを群れて泳いでいる姿をよく見かける。サンゴ礁域で見かける個体は全長30cm程度のものがほとんどだが、100cmあまりに成長することもあるという。日本では北海道から琉球諸島まで広く分布する魚で、数が多くないためか流通はしていないが美味だとされる。海中では実物よりもものが大きく見えるため、ツバメウオのような魚は迫力が増して見えるが、色味のためか背景がサンゴ礁だと同化して見えにくい。横から見ると前述のとおり団扇のように平たいが、上から見るシルエットがスマートな鳥のように見えることが名前の由来である。身体が平たく、下から見たときのシルエットを目立たせないのは3章で述べた様に捕食者に対する適応だろう。ツバメウオのような平たい魚は横向きに描くと平面的な体が強調されてしまい、画面に落とし込むのが難しい。

サンゴ礁の海で、きれいな魚として真っ先に目に入るのはスズメダイだろう。よく見かけるのは5セ

ンチ程の小さなものだが、青い身体が日光を受けてキラキラと輝く姿は目を引く。

樹枝状のサンゴの周りを群れで泳ぎ回っており、この絵では真栄田岬で見た光景を参考にした。この様にサンゴ礁が複雑な地形を作っている場所はスズメダイのような小さな魚にとって身を隠すのに最適な場所だ。大きい魚の餌食になりやすい彼らのような存在は、サンゴ礁の地形に依存して暮らしているため、サンゴ礁がなくなると同時に姿を消してしまう。よく光を反射する身体は、上や横から見ると青く波の光のように見える反面、下から見上げると海面に同化して途端に見えにくくなる。

サンゴ礁域はイソギンチャクも多く群生しており、そのためカクレクマノミなどのイソギンチャクを寄生先として生活する魚類も多く生息する。大きな花のようなイソギンチャクからクマノミが顔をのぞかせる光景は熱帯の海ではお馴染みの光景だ。

トウアカクマノミは熱帯から温帯域に分布する大型のイソギンチャクに共生している。クマノミは寄生先のイソギンチャクの周り 60 センチ程を縄張りとしており、何者かが近づくと追い出しにかかる。クマノミが縄張りを離れることはほとんどなく、捕食者が近づいたときは素早くイソギンチャクの中に逃げ込む。この絵ではサンゴイソギンチャクに共生するトウアカクマノミを描いた。日本で見られるクマノミの仲間は 6 種類、世界全体で 30 種類おり、それぞれに共生するイソギンチャクに傾向があるという。

シマハギは体長 20 cm 程度の魚で、サンゴ礁域の熱帯の海で多く見られるが、死滅回遊魚として幼魚が本州沿岸で見られることもある。名前の通り白黒の縞模様が特徴的で、英名で囚人を意味する名を付けられているのも囚人服の縞模様を連想させるためだという。縞模様は大抵黒い筋が 5・6 本入るがそのうち一本は必ず目の上を通っており、眼の存在感を消すことで前後を分かりにくくする効果があるというのは 3 章で述べた通り。



6. 『イボウミウシ』 2017 年、水彩、鉛筆 A4 サイズ画用紙

イボウミウシの系統は斑点模様とその模様に沿った突起に特徴がある。軟体動物は種類が豊富で、わずかな違いでも別種のこと少くない。



7. 『カンモンハタ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

カンモンハタは茶褐色の斑点模様が特徴で、25 cm程度の中型魚だが、同じハタの系統にはクエのような巨大魚もいる。ハタの大半は単独で生活し、海底近くを泳ぐものが多い。体色が種や成長段階によって多彩で、ここに描いたものは茶褐色の斑点模様が特徴的だが、鰭の部分などは点が連続して縞模様になる傾向がうかがえる。



8. 『フタスジリュウキュウスズメダイ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

先に挙げたシマハギやスズメダイなどは典型的な被捕食者で、顔は縦に細長く突き出た口で海藻や藻を啄む。フタスジリュウキュウスズメダイも同じく捕食者から逃れるためにサンゴ礁の地形に隠れて暮らしており、模様からもそのことがうかがえる。



9. 『ハマクマノミ』2017年、水彩、鉛筆 A4サイズ画用紙

クマノミは漢字で表記すると隈之魚となり、鮮やかな色模様を歌舞伎役者の隈取に見立てたものだ。英語ではクラウンフィッシュ、ピエロに由来する。この縞模様はクマノミによって本数が違うことから種類を見分ける時にも利用される。一本線はハマクマノミ、二本線はクマノミ、三本線はカクレクマノミである。このハマクマノミは縦に一本引かれた白線が特徴的だが、幼魚の時にはこの線が二本か三本ある。幼魚と成体で模様が全く違う魚は多く、縄張り争いを避けるためや、外敵からの攻撃を避ける効果があるが、クマノミの場合は成長するにつれて性転換し模様が変わる。



10. 『タテジマキンチャクダイ』2018年、アクリル絵の具、樹脂、150×150mm

タテジマキンチャクダイは岩に付着した海綿類やホヤを主食としており、縄張り意識が強いことで知られている。一度食べて減った海綿やホヤが育つのを待つため、自分のえさ場を守る習性があるのだ。自分の縄張りで同種の個体を見つけたら攻撃する。この魚が幼魚と成魚で違う見た目をしているのはそのためである。自分と同じ種類の幼魚を攻撃しないように、同士討ちを避けるために幼魚と成魚が全く違う模様をしている。

3. 群体を描く

サンゴのような群体を作る生物を描く際、ことさらに「生物」であることを主張させて描くべきか否かは、個体を描く際の色味の問題と同じく難しい。海中の彼らは、実際には岩か植物のように見えることが普通だからだ。「生」を強調して描くことが自然な表現とも思えない。ただ実際には彼らが生物であり、捕食活動もすれば場所の奪い合いもするという事実を知らずに描くのと、知っていて描くのは違う。

私は、サンゴ礁やイソギンチャク、そこに住む生物たちを描く際は、その場所の歴史を辿るつもりで描いている。造礁サンゴの成長速度は環境などに左右されるため、一概には言えないが直径1mのテーブル状のサンゴは大抵20年以上かけてその大きさに成長している。その下にはかつて生きていたサンゴの死骸が積み重なった岩礁がある。サンゴは石の骨格を作り上げることによって、複雑な岩礁を積み上げ多くの生物に生活場所を提供しているといえるだろう。それに加えて、サンゴの作りだす粘液は食物として生物の生活を支えている。海中で最も豊かな生物相を持つサンゴ礁は、サンゴ以外の多くの生物たちの生活の糧になっている。私は、この時間の蓄積と、無数の生死が折り重なって出来た風景がサンゴ礁であると考えている。

私の制作する絵画には、生物の姿がそれとすぐにわかるように描かれていないことも多い。サンゴ礁に共生する生物が実際そうだからだ。そういう歴史を積み重ねて、たまたま今はこの状態になっている、そんな流れる時間の一瞬をのぞき込んだような作品を描くように努めている。



11. 『螺旋』2014年、アクリル絵の具、樹脂 F4号キャンバス

場所を奪い合う生き物の様子は一つの塊のようにも見える一方、狭い中に詰め込まれた臓器のようにも見える。特にサンゴやイソギンチャクは分裂して増えるという特徴のためか、特徴を持った細胞の集まりである器官に似た状のものが多い。



12. 『生物都市』2017年、アクリル絵の具、樹脂 B2サイズパネルにキャンバス

本論文でも述べた通りサンゴ礁域の魚たちが彩り豊かなのは、水が透明なことが理由に挙げられる。透き通った海中は、時に私たちが空気中で物を見ているのと変わらないくらい、クリアに景色を見せてくれる。アマゾン川を代表する熱帯地域の河川は、生物相が豊かなことで知られるが、そこに住む魚たちは総じて灰色か茶色か、地味な色味で目立つ特徴を持たないものが多い。それはアマゾン川流域が常に濁っているため、目を使って仲間を判別することがないからだと考えられている。対してサンゴ礁域の魚たちは、澄んだ海中を鮮やかな色、模様を見せて泳いでいる。彼らは私たちと同じく、視覚に情報の多くを頼っているためだ。

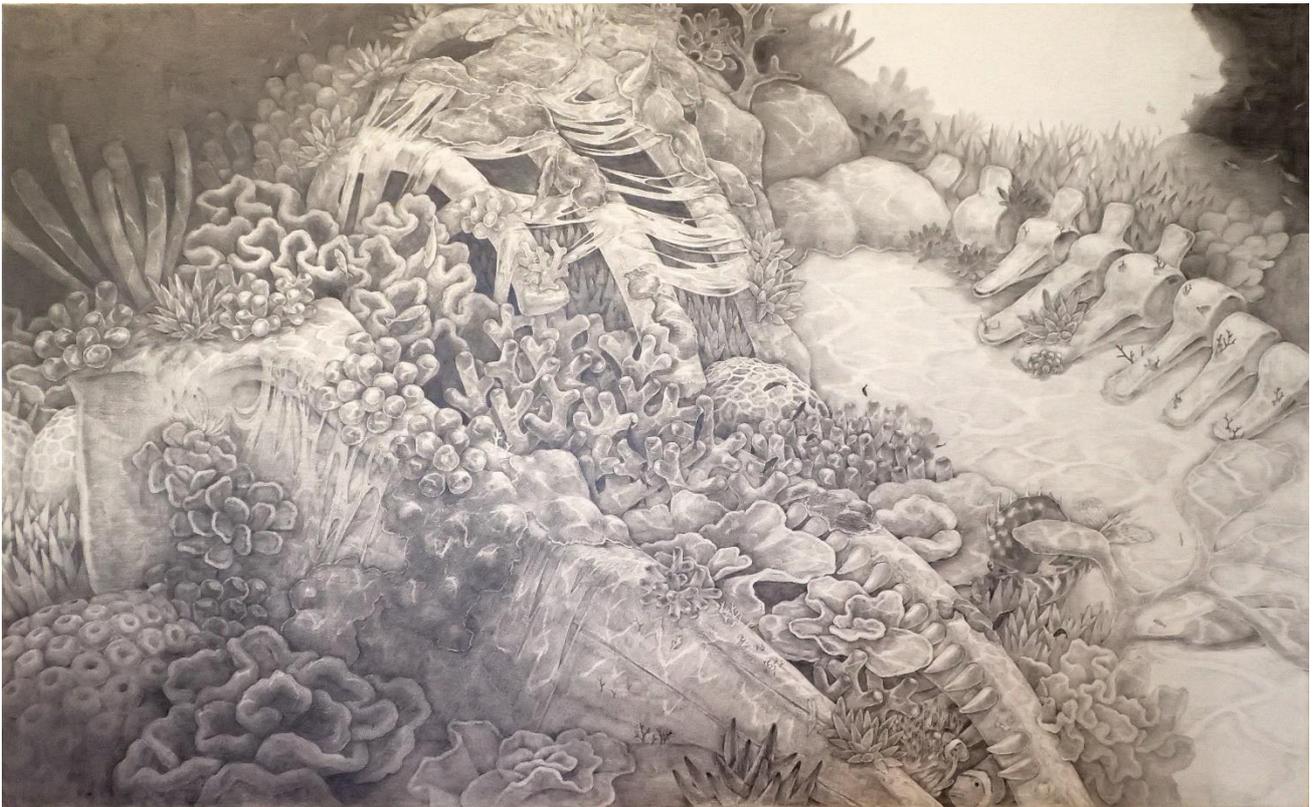
こうして考えると魚たちの豊かな色彩や模様は、私たち人間が服装や見た目に気を使い、ファッションで自分をアピールしたり、逆に相手を判断する材料にしたりするのに似ている。昆虫の蝶などが美しい色模様を持つのも同じ理由で、熱帯魚がサンゴを花畑に例える時に同時に蝶に例えられるのも生態的に正しい面があると言えるだろう。しかし、このようにサンゴ礁の中に舞う熱帯魚の美しさは死とともに失われるものであるため、花のはかなさを描くヴァニタス画とはモチーフの立場が逆転している。この絵画の中で咲き誇る花の役をしているサンゴ礁は既に積み重なった死骸の上に長く生き続けたものであり、これからもその姿を保ち続けるだろう。



13. 『闇の水底』2017年、アクリル絵の具、樹脂 F25号キャンバス

サンゴの群体は元々一個のポリプから分裂したクローンのつながりで成り立ち、群体が活着している限りそのサンゴは不老不死と言える。個々のポリプには寿命がある。しかし群体としてみると定まった寿命はない。たとえポリプのほとんどを失ったとしても、残ったポリプは光合成し、動物プランクトンを捕食できる。一個でも残っていればまた分裂して群体を形成しなおすことも可能だ。その場を逃げることのできない固着性の動物は、サンゴのほかにホヤやコケムシ、イソギンチャクなどもあるが、群体を形成するものが多いのはこのためと考えられている。

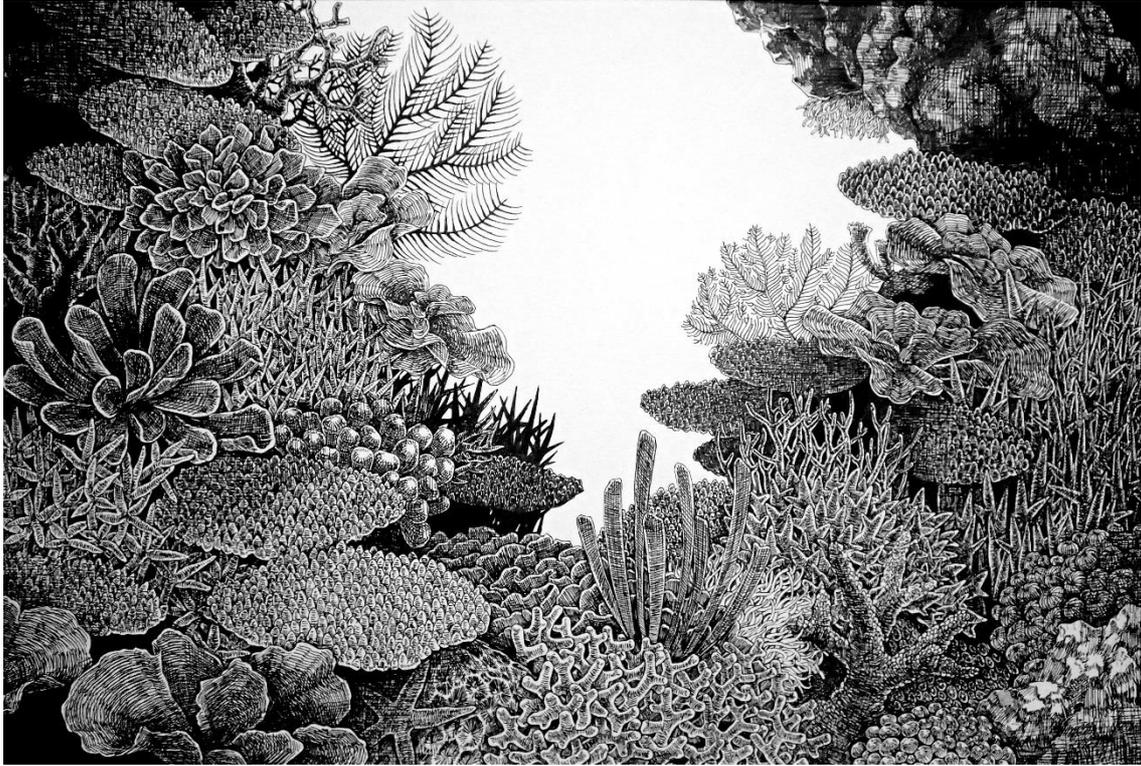
普段は光を受け、周りの生物の生活の場として静かにたたずんでいるように見えるサンゴだが、夜はまさに、本来の動物としての面がのぞく時である。賑やかな魚たちの寝静まった夜に、サンゴはプランクトンを捕食し、周囲と争う。植物の種子が夜のうちに芽吹くように、美しい海の景色が育つのは暗闇の中だ。日中の明るい海中では見かけないウニや甲殻類が多く活動するのもこの夜の時間帯だ。



14. 『手向け花』2017年、鉛筆 F50号パネル

サンゴ礁の生と死の対比について考え始めたころの作品。内骨格生物であるクジラの骨格が沈み、そこにサンゴ礁が付着していく様子を描いた。鯨類のような大型動物の死骸はそれ一つが存在するだけで周囲の環境を一変させるほどのエネルギーを持っている。近年、深海研究が注目されるに至って深海の海底に沈んだ鯨類の死骸がつくる鯨骨生物群集が注目されている。デトリタス食の動物もこうした死体の欠片を食べて生きていることを考えると食物連鎖の行き着く先は「動かない動物」だともいえる。

この内骨格生物とサンゴ礁の組み合わせは16. 『サイクル』、17. 『分解と集合』にも通じる。実際にはこのような大型鯨類の死骸は深海に沈むか陸に座礁するため、サンゴ礁域のような深度に長く安置されることは無い。



15. 『海底都市 No.2』 2016 年、ピグメントライナー、A4

群体として生き続けることで、その場所を占拠し続けられるという利点がある。死んだ後も石の家を残すサンゴなら、生き残った群体が祖先の残した土台にまたあたらしい群体を築くことができる。祖先の遺産を引き継ぎ、発展させる構造は人間以外に馴染みがない。



16. 『サイクル』2017年、鉛筆 SM号パネル



17. 『分解と集合』2017年、鉛筆 SM号パネル



18. 『海景』 2018年、直径 300 mm・アクリル絵の具、樹脂

本論文の一章では、自然科学の波及と共に初めて海中を見た一般の人々について触れた。現代でも、海中風景を見ようとする人々の手段は変わらない。



19. 『時間』(仮) 2019年、アクリル絵の具、樹脂 F50号パネル、キャンバス

サンゴ礁の風景を描き始めたとき、バラバラの要素をつなぎ合わせて再構成する形で描いたのは単に海中では見ながら描けないということと、理想の水槽・瞬間を描くことが目的だった。とりわけ大きな絵を描く際には細部と全体のバランスのために、あえて縮尺を変えて描く事も多い。

本論文と今まで描いてきた絵画の中で、一つだけ触れなかったことがある。それは透明な生物の存在だ。海中には想像以上に透明な気配を消したかのような動物たちがいる。クラゲは近年人気の生物になりつつあるが、体の99%が水で出来ている彼らは海中の光に同化して小さなものだと目の前にいても気が付かないほどだ。彼らの多くは死んだら水に溶けてしまう。同じ刺胞動物のサンゴが礁を形成し、外骨格を残すのとはまさに正反対の死の姿だ。サンゴ礁には浮遊性のクラゲは多くいない。(見えていないだけかもしれないが)海水が貧栄養のため、海面に漂っていても餌が少ないのかもしれない。論文の初めにサンゴなどの無脊椎動物が背景的な扱いにとどまっていると述べたが、真に背景となっているのは何も痕跡を残さず水に消えてしまう、透明な生物だともいえる。

また水の存在、絵画の表面を水に見立てるなら、本来水平に展示するのが正しいのではないかという点がある。実際制作においてはほとんどの時間を床に寝かせた状態で描いており、垂直に立たせてみているのは二足歩行する人間側の都合に合わせているに過ぎない。水・水面というものの表現ではおそらくこの水平軸、足元に広がっている状態が作品として自然体だ。水中と空気中の二世界を隔てる水面を画面上に見立てるならば絵画の水平面という別のテーマが浮上する。

アートにおける水平性はポロックのドリップアートに対するモリス、ウォーホルらによる再解釈の過程でもたらされた概念だと言える。人の直立する身体に対して、視覚的に最も受け入れやすいのは垂直に、眼の高さに置かれた状態だ。制作過程では水平に、床に置かれていた画面は、ホワイトキューブの壁面に掛けられることによって物体から絵画へと昇華した。

ポロックはドリップ絵画という新しく発明された語法を、それが制作された場——垂直的なものがそこへと低められるところの床がもつ水平性——を通して見るよう観者に強く求めていた。[イヴ=アラン・ボア、ロザリンド・E・クラウス, 2011]『五尋の底に』(1947年)では、絵の具が滴った画面上に釘やボタン、鍵、マッチやたばこの吸い殻といった「床」という場からの繋がり、作品の水平性と共に足元という低俗さ、低級さに同時に言及している。

大半の絵画にとって壁に掛けるという展示方法は、観測者に対する見やすさという一種のサービス精神からくるものではないかと考えている。この観測者には度々絵を描く(描いている)本人も含まれるため、展示方法と作品のアイデンティティーのつながりをしばしば忘れがちだ。絵を見るということに、無意識に壁面につられた状態を見るということがセットになってしまっている。

私は生物を絵に描く際に、見やすさ・わかりやすさを考えないわけでは無いが、実際の海中のように気を付けないと見逃してしまうような生物たちの姿もそれらしく描きたい。ほとんどの人が見逃してしまうような生物の存在に、何人かが気付いてちょっとうれしくなるような場面を作りたいという欲求がある。水中の世界を観測するためにはそれ相応の準備と技術が必要で、かつての人々が水中眼鏡をのぞき込んで海中風景を見た様に、水中に目を凝らすような展示方法とそれに見合う作品が作れたらいいと思っている。

4. 制作の技法

本論では人のような脊椎動物とサンゴを代表とした海洋性無脊椎動物の形態や生態の違いについて論じた。主に左右相称と回転対称・不定形といった表面上に見える違いから、内骨格生物と外骨格生物という解剖学的な違いがある。すでに論じた通り内骨格と外骨格の違いは生活形態や運動能力が反映されたものであり、その生物が進化の上で積み重ねてきた歴史を伝えている。

通常人などの内骨格生物を描く際は骨格から筋肉、その上に重なる皮膚といった内側から層になった構造が外部形態に見て取れる。外見上の特徴から内部の筋肉の盛り上がりや骨格の位置を読み解いて描くこともあれば、逆に内部形態を踏まえたうえで表面上の情報を拾い集める描き方も出来る。絵画の歴史上人や動物を描く際に解剖学的な知識が重視されてきた所以だ。“動物”を描く際には必ずその中にある骨と筋肉の存在を意識する。このように内部に隠された重なった構造を学び、観察することで描き出すのは通常動物を描く際に必要とされる工程だが、外骨格生物であるところのサンゴなどは既に見えている外部形態がすべてだ。骨格の上をポリプの表面が覆っている部分もあるが、彼は表面上の形態と骨格に差異がほとんどない。昆虫などは外骨格生物としてよくモチーフになるが、彼らはその形態が運動能力を反映している。節足動物の由来はその名の通り節のある足から来ており、彼らのもつ節構造や翅は見た目だけで高い運動能力を物語っている。対してサンゴやイソギンチャク、ホヤやヒトデなどの生物たちは内部構造がそのまま外部に見えているか、もしくは全く見えていない、そして運動はしないという動物の特徴を放棄したような部分が最大の特徴になっている。彼らを描く際に動物としてではなく、静物モチーフとしての存在を投影するのは、このような内部情報の少なさも要因の一つになっている。彼らの作る構造は時間の積み重ねを語り掛ける一方で、個の生物としての厚みをつかむ手掛かりが極端に乏しい。

さらにサンゴやホヤ、カイメン類といった群生する動物たちはそれがたとえ小さな群生でも小さいということが幼さには繋がらない。群生を形成している時点で幼生期を終えた成体なのだが、時折サンゴ礁の小さな群生を”子供””赤ちゃん”と表現しているものがあり違和感がある。第2章で述べた様に、サンゴは群体が壊れて欠片になっても、生きていたポリプがいればまたそこから無性生殖で数を増やすことができる。今小さな群生になっているものも、もとは大きなものの一部だった可能性があるのだ。大きな生物ほど長く生きて、成熟した大人と思いがちだが、そこに当てはまらないのは彼らの魅力だと考えている。個体として自分の身体を成長させるのではなく、群体として大きくなる彼らは、一つ一つを見ても個々の生物としての歴史を匂わせない。それを物語るのは彼らの残す石の骨格であり、積み重なった骨格には群体としての個を超えた歴史がある。

また、サンゴ礁の構造にフラクタルとの関連を述べたが、そのフラクタル構造が原因で大きさによる距離の表現を困難にしている。サンゴ礁は様々な形態を持ちその複雑さはモチーフとして絵画上で大きな役割を持つが、どのような形状でも基本的に複雑さが大きさに左右されない。小さいものと大きいもので構造の入り組み方が同じである以上、人を描く時の様に遠くの人を小さく描くといった手法では前後が表現できない。普段取り立てて意識していないが、我々は人や動物、身近で見慣れたものを距離感の指標に使っている。空き缶一つとってもその大きさや全体感が共通認識としてあるため、絵の中に記号として落とし込んでくれるが、さほど身近ではなく大きさが距離の説明にならないサンゴ礁を描く際には遠近感と大きさを表現するのが一つの課題となっている。

遠近感を表現する際に大きさと共に手掛かりになるのは色味の変化だ。空気遠近法では、遠景にあるものを青みを買った中間色で表現するが、海中では空気中よりもはるかに速い段階で景色は青く染まってしまう。水中では光が減退することについて第3章で述べたが、これは上から下への光の差し込みに限らず、水平方向へ延びる光にも当てはまる。深度を意識してしまいがちだが、光を吸収するのは上下の積み重ねだけでなく、横に詰まった水でも同じことだ。つまり水深が浅い海でも水平方向に見る景色は必ず手前が一番明るく、離れるほど暗くなってゆく。〈図2〉は水深5mもない浅瀬に広がるサンゴ礁だが、カメラに近い手前側ではそれぞれの色味や影もはっきりと見て取れる。離れていくにつれて徐々にコントラストが鈍くなり、個有色を失うとともに暗くなってゆく。水中では光が拡散されるため深く、遠いほど明暗さが見えづらくなり均一に暗くなる。どんなに明るく透明度の高い海でも水平方向に目線があるときは必ず自分のいる場所が一番明るく、色彩が豊かなのだ。慶良間諸島のような高い透明度の海でも視認できる距離の限界が50m程度なのはこのためだ。海流の状態や天候不順で濁った時は、明るくても10m先が見えなくなることも珍しくない。

普通、絵を描く際には背景とモチーフの明暗差を考慮に入れる。光源を遠くにおいて背景が最も明るく、モチーフを逆光になるような構図は静物画や人物画で時折みられるが、海中では下から海面を見上げるような体制をとらない限りこのような図は得られない。

私が描写に用いているエポキシ樹脂は高い透明度と耐光性に優れているが、そのまま使うと海中を表現するには透明すぎる。そこで使用する際にはサンドブラスト用の細かいガラスの粉を混ぜて意図的に濁った水を作っている。



19. 『』の制作途中、最下層の下地を描いた段階でまだ樹脂は乗せていない。大まかなシルエットの実を描いたところから樹脂を重ねる作業に入る。



4層ほど重ねたところ。私が樹脂を用いて描いている最も大きな要因はサンゴの様に重なり合っ
て複雑な形状を作る生物を描くにあたって、その形状が出来上がる過程を追想するように描く事が出来る
という点が大きい。サンゴ礁の構造自体が層の重なりからなっているといってもよく、その時間と構造の
積み重ねが詰まった樹脂の層になる。加えて水の存在感というものを表すうえでも有効に作用して
いるように感じる。水中独特のものの見え方や距離感の掴みがたさというものがあり、とくに薄く濁った先
にあるものの見え方などが重なった層の向こうに見えるものと近い。最初から遠くにあるものをそ
う見えるように描くのではなく、描いたものを樹脂の層を重ねることで自分から遠ざけるような描き方
をしている。描いた先からその上を濁らせた樹脂で覆うので、描写した部分が大半は無駄になるが、水
中で見る景色が実際そうになっている以上仕方がないと割り切ることにしている。

樹脂をガラス粉で意図的に濁らせるほかに、樹脂用の染色剤を使って色を付けて重ねることで減色や
退光した遠く深い海中を表現することもある。先ほど述べた様に水中での退光・退色は水平方向にも左
右されるため、書き出しは意図的に色数を少なく、青系の色味の中で描いている。最も遠くを描いた一
層目がほとんどシルエットで色や明暗が無いのはそのためだ。遠くにあるものは大抵わずかな光の当た
る箇所が見えるだけで、光が拡散されて影も見えにくくなるため、大きな塊に見える。層を重ねて描く
うちに、画面内で描く対象が手前に近づいてくるにしたがって黄色や赤といった、至近距離でないと減
色してしまうような色味を混ぜて乗せる。とはいえ実際に赤みがかかったサンゴやイソギンチャクも、深
度のある海水中では青い光で染まったように見えるため、絵に描く際にも書いてから青い層を重ねてみ
ることで微妙な距離感や深さを表現できないかと試みている。こうして色を持たせた樹脂を重ねると描
き進めるにつれて画面が暗くなってゆくの描写で描き起こす予定のない水中部分は一層目の段階でな
るべく明るい色を置いた。油絵などは背景の色を最後に変えることも可能だが、樹脂を重ねて描く描き

方では最初の下地の色から徐々に暗くすることは出来ても逆は出来ない。下地の色はそのまま残ることが多いため、一番最初の背景を白、モチーフを黒と置くか、背景を黒、モチーフを白と置くかが一番悩ましいところである。この最初のバランスから多少中間によりはするものの、一番遠くにある水中空間に描写を重ねようがないため基本的に背景にあたる部分は一番最初に置いた下地の色をほとんどのとした状態になる。



一層に重ねる樹脂はさほど厚くないため、計量カップに入った状態で見ると濃く、暗い青を表現する事が出来る。画像は青の染料を用いたものだがこのほかにも紫や緑を青い層の間に挟むことがある。



10層ほど重ねた段階。樹脂を重ねて描く際に一つ難しいのが、絵の具の色味がそのまま表現できないことである。アクリル絵の具の多くは乾く前の濡れ色と乾いた後の色味に差があり、私の絵では描いた後に重ねる樹脂によって絵の具の描写は濡れ色の状態になる。基本的に明るい色は少し暗くなり、暗色はより濃くなる。この差異を考慮したうえで色を作って乗せる必要があるため、絵の具が乾いた状態ではなく濡れている状態の印象を覚えて使う必要があるのだ。

5. 静物画と生物画としての私の絵画制作

サンゴ礁の風景やそこに住む無数の無脊椎動物たちは、ひとまず発見されはしたものの、芸術的なモチーフとしては他の動物群に比べると背景的な扱いなりがちである。ひとえに彼らがあまり動かないということから、動物としては面白みに欠ける存在として扱われている節もある。また、生物を単体でモチーフにする傾向はあるものの、サンゴ礁のような「生物群集」に注目する作品はいまだ少ない。

自然の造形は無限に沸くイメージの源泉であり、生物同士の関わりは混沌を孕んだ美しさを持っている。本論文ではそのような海洋性無脊椎動物を個体で見たとときの形態的、生態的な魅力と共に、群体を作り環境を支える存在としてのサンゴ礁群集の魅力について紹介した。すでに述べたように芸術分野において海洋性無脊椎動物の形態的な魅力は博物学やヘッケルによって発見されたが、現代では再び埋もれてしまったように感じる。本論文では個体そのものの形態的な魅力に加えて、サンゴが礁を作り生物多様性を支える環境を生むことや、図像的にも興味深い群体の構造を解説するとともに外骨格生物、内骨格生物といった生物の生と死の在り方を論じた。その結果、サンゴや貝などの外骨格生物は生と死という相反する状態を外観に纏っていることや、死が腐敗と骨格の露出を意味する内骨格生物との対比構造が明らかになった。

筆者のサンゴ礁を主題とした絵画作品について、上記のような理由からサンゴなどの外骨格生物を描いた作品は静物画として見る事が出来るという結論に至った。花を描いた絵画に蝶が舞うように、サンゴ礁の周りには色彩豊かな熱帯魚が舞っているのだ。サンゴ礁はそれ自体が時間経過を物語る存在であり、制作の上では特にその点に留意することが多い。古典的な静物画と同様に、私の描くサンゴ礁の静物画も集めたモチーフを絵画上で再構成して描いているためだ。ヒトデやウニ、貝やサンゴは一見動いていないが、紛れもなく生きた動物である。本論文では、そのサンゴなどの「動かない動物」たちの形態的な魅力を再発見するとともに、静物モチーフとしての見方を提案するものである。

自作品の多くはアクリル樹脂の重ね塗りをを用いており、油絵などのような古典絵画における平面とは一線を画した表現を目指している。その理由は描いている舞台が海中という人にとって特異な環境であることや、前述したサンゴ礁の時間の重なりを描写の層として描き出そうという試みからである。絵画では水はグラス、花瓶を満たすモチーフになるが、海中を舞台にする絵画では水は空気のような存在であり、しかし絶対的な違いがある。生物、モチーフの時間経過は依然大きな課題だが、今回静物画としての表現に立ち返り、この水で満たされた環境という特異性が新たな課題となった。本論で述べた様に、「動かない動物」の生態や形態は海中だからこそ成り立つものだ。この点は静物モチーフとしての外骨格生物という新たな視点と共に、次期の研究、作品へとつなげたい。

終わりに

サンゴ礁が海の中に占める面積は世界の海域全体のわずか 0.2 から 0.1% というわずかなものだ。しかし、全海洋生物の 25% がその生活に関わっている。陸上では熱帯雨林が生物密集地として知られるが、海洋で最も生物多様性に富んだ場所がサンゴ礁だ。海洋生物、特に熱帯地域の生態系の研究が始まったのは、近代になってからのことだ。サンゴは 18 世紀まで植物だと思われてきた。群体の形状や、サンゴのポリプ一匹一匹の形態が花卉を広げた花の姿に見えることを鑑みると無理もない。

熱帯、温帯域の研究が後回しになった理由は複数あるが、一番大きなものは、経済的、技術的に発達した国が熱帯地域に登場しにくかったことがあげられる。熱帯域は植生も豊かなため、ほとんどの地域で農耕文化は発生せず、遠く北の国々の争いも知らずに過ごしていた。時代が下り、大航海時代には熱帯地方は侵略の対象となった。以来、多くの地域が植民地として支配され、欧米から研究者が海を渡りやってきたことで、南の国の生態系が研究対象となった。

序章では博物学の驚異に沸くヴィクトリア朝の人々、そして水中望遠鏡を用いて海の中を覗く世界の発見について触れた。ガラス板というレンズを手に入れて、人は海中風景を初めて目にした。生物は眼を獲得したことによって色と形を認識した。それまでは光が無かった、存在することを知らなかったのだ。水中望遠鏡を手にした人々にとって「海中光景は、おそらくはじめて視界に浮上し、多くの美しいパノラマが人間の眼に切り開かれる」というのは大げさでもなく、眼の獲得の追体験だったと言える。

サンゴ礁の生態は群を抜いて多様性に満ちている。ダイビングの最中、目の前は目まぐるしく景色が変わり、生き物は入れ代わり立ち代わり現れてはまたどこかへ行ってしまふ。密集する生き物たちはまるで一つの大きな生物のように見えることもあれば、不意にほどけて散って行ってしまいそうな儚さを感じさせる。サンゴ礁自体は群体の造り出す骨格構造だが、時間と生物を支えるその存在は体外器官として機能する分の方が大きい割合を占めている。一般的にはあまり知られていない環境だが、本論文でわずかながらでもその魅力を拡散することに寄与出来れば幸いである。

謝辞

本論文は筆者が東京芸術大学大学院美術研究科芸術学専攻博士後期課程に在籍中の研究成果をまとめたものです。指導教官として本研究の実施の機会を与えて戴き、その遂行にあたって終始、ご指導を戴いた。同専攻、布施英利先生に心より感謝致します。美術学部工芸科藤原信之先生、並びに、美術学部芸術学科林卓行先生、同専攻川瀬智之先生には副査としてご助言を戴くとともに本論文の細部にわたりご指導を戴いたきましたこと、深く感謝申し上げます。本研究に用いた生物の写真の多くは琉球大学熱帯生物圏研究センター、瀬底研究施設の方々の協力によって得られました。また、ダイビング技法、水中撮影の技術については Deep Emotion の豊橋豊土氏に修士論文の頃からお世話になりました。ここに感謝の意を表します。

上滝玲子

引用文献、参考文献

- ・ Armond, Carrie (National Geographic News) . (2015 年 7 月 3 日). 色鮮やかに光るサンゴを発見—深い海なのになぜ? 参照日: 2019, 参照先: National Geographic News: <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/15/070200167/>
- ・ BacklandFranc. (1873). Natural History of British Fishes: Their Structure, Economic Uses, and Capture by Net and Rod. (大橋洋一、照屋由佳、原田祐貨, 訳) London: Society for Promoting Christian Knowledge, n.d.
- ・ Bates, Mary (National Geographic News) . (2017 年 2 月 3 日). カニがイソギンチャクのクローン作り 共生維持か . 参照日: 2019, 参照先: National Geographic News: <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/c/020200027/>
- ・ Galleria Borghese. (2016). GALLERIA BORGHESE 10 MASTERPIECES.
- ・ J・スコット・ターナー. (2007). 生物がつくる〈体外〉構造—延長された表現型の生理学. (滋賀陽子, 訳) 株式会社みすず書房.
- ・ V.MladenovPhilip. (2015). 海洋生物学—地球を取り巻く豊かな海と生態系. 丸善出版株式会社.
- ・ イアン・スチュアート. (2009). 自然界の秘められたデザイン—雪の結晶はなぜ六角形なのか? (梶山あゆみ, 訳) 株式会社河出書房新社.
- ・ イヴ=アラン・ボア、ロザリンド・E・クラウス. (2011). アンフォルム 無形なもの事典. (加治屋健司、近藤學、高桑和巳, 訳) 有限会社月曜社.
- ・ イレネウス・アイブルーアイベスフェルト. (2009). エルンスト・ヘッケル—科学者のなかの芸術家. 著: エルンスト・ヘッケル, 生物の驚異的な形 (戸田裕之, 訳, ページ: 28). 河出書房新社.
- ・ エリカ・ラングミュア. (2004). 静物画. (高橋裕子, 訳) 八坂書房.
- ・ クリストファー・ウィリアムズ. (2014). かたちの理由—自然のもの、人工のもの. 何がかたちを決め、変えるのか. (小竹由加里, 訳) 株式会社ビー・エヌ・エヌ新社.
- ・ ジョアンナ・エーベンスティン. (2017). アナトミカル・ヴィーナス—解剖学的美しき人体模型. (堀口容子, 訳) 株式会社グラフィック社.
- ・ スーザン・オーウェンズ. (2017). マリア・シビラ・メーリアン. 著: デイビット・アッテンボロー, すごい博物画 (笹山裕子, 訳, ページ: 142). 株式会社グラフィック社.
- ・ スーザン・ドミルトン. (2015). 海の美しい無脊椎動物. (堀口容子, 訳) 株式会社グラフィック社.
- ・ スティーブン・R・パルンビ、アンソニー・R・パルンビ. (2015). 海の極限生物. (片岡夏実, 訳) 築地書館株式会社.
- ・ セルジオ・ガッディ、アンドレア・ヴァンドシュイダー. (2018). ブリュージュ展—画家一族 150 年の系譜、章解説. 著: ブリュージュ展—画家一族 150 年の系譜 (ページ: 143). 日本テレビ放送網 ©2018.
- ・ チャールズ・R・C・シェパード. (1986). サンゴ礁の自然誌. (本川達雄, 訳) 株式会社平河出版社.
- ・ ニール・シュービン. (2013). ヒトのなかの魚、魚のなかのヒト—最新科学が明らかにする人体進化 35 億年の旅. (垂水雄二, 訳) 株式会社早川書房.
- ・ フィリップ・ディエポー、鈴木潔(監修). (2004). エミール・ガレーガラスの詩人 (第 1 版). (藤井麻

- 利, 訳) 株式会社創元社.
- ・フィリップ・ポール.(2016). かたちー自然が創り出す美しいパターン 1.(林勝, 訳) 株式会社早川書房.
 - ・フィリップ・ポール.(2016). 枝分かれ 自然が創り出す美しいパターン 3.(林勝, 訳) 株式会社早川書房.
 - ・フィリップ・ポール.(2016). 自然がつくる不思議なパターン.(桃井緑美子, 訳) 日経ナショナルジオグラフィック社.
 - ・ベルナデット・V.ホルトハウス.(2015). 解説. 著: スーザン・ドミルトン, 海の美しい無脊椎動物 (堀口容子, 訳, ページ: 247-249). 株式会社グラフィック社.
 - ・ポール・ド・クライフ.(1980). 微生物の狩人 (上). 株式会社岩波書店.
 - ・リン・L・メリル.(2004). 博物学のロマンス.(大橋洋一、照屋由佳、原田祐貨, 訳) 国文社.
 - ・高安秀樹.(1996). フラクタル構造と物性. 機密工学会誌, 62(8), 1093.
 - ・国立科学博物館.(2015). 特別展生命大躍進 脊椎動物のたどった道.
 - ・国立科学博物館、海洋研究開発機構.(2017). 特別展「深海 2017 ～最新研究でせまる“生命”と“地球”～」. NHK, NHK プロモーション, 読売新聞社.
 - ・国立科学博物館、他.(2017). 特別展「深海 2017～最新研究でせまる“生命”と“地球”～」.(国立科学博物館 (倉持利明)、海洋研究開発機構 (藤倉克則、木村純一、金井隆憲、野中裕子), 編) NHK, NHK プロモーション, 読売新聞社.
 - ・山城秀之.(1995). イシサンゴにおける石灰化と脱石灰に関する形態学的、生理生態学的研究.
 - ・山城秀之.(2017). サンゴー知られざる世界. 株式会社成山堂書店.
 - ・山田格.(2015). 脊椎動物の歴史——一つの見方. 著: 国立科学博物館, 特別展生命大躍進—脊椎動物のたどった道 (ページ: 13, 15).
 - ・酒井一彦.(1995). サンゴ群集の種多様性と場所の広がり—どのスケールで考えるか? 著: 西平守孝、酒井一彦、佐野光彦、土屋誠、向井宏, サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉 (ページ: 51、30). 株式会社平凡社.
 - ・秋山聰.(2017). アルプス以北十六世紀の宮廷と美術. 著: 秋山聰、小佐野重利、北澤洋子、小池寿子、小林典子, 西洋美術の歴史 5 ルネサンス II—北方の覚醒、自意識と自然表現 (第 5 巻, ページ: 614-622、628-629). 中央公論新社.
 - ・出口保夫、齋藤貴子.(2007). 楽しいロンドンの美術館巡り. 株式会社講談社.
 - ・小宮正安.(2007). 愉悅の蒐集—ヴンダーカンマーの謎. 集英社新書ヴィジュアル版.
 - ・須藤斎.(2018). 海と陸をつなぐ進化論—気候変動と微生物がもたらした驚きの共進化. 株式会社講談社.
 - ・中山公男.(1994). 静物画. 著: 日本大百科全書. 小学館.
 - ・中村俊春.(2016). 17 世紀ネーデルラントの美術. 著: 大野芳材、中村俊春、宮下規久朗、望月典子, 西洋美術の歴史 6 17～18 世紀—バロックからロココへ、華麗なる展開 (ページ: 410-411、). 中央公論新社.
 - ・中村庸夫.(2012). サンゴとサンゴ礁のビジュアルサイエンス. 株式会社 誠文堂新光社.
 - ・中野理枝.(2011). 海に暮らす無脊椎動物のふしぎ. ソフトバクリエイティブ株式会社.
 - ・渡辺政隆.(1991). ガラガラヘビの体温計—生物の進化と〈超能力〉を巡る旅. 株式会社河出書房新社.

- ・土屋誠. (1995). サンゴ礁のマイクロエコシステム. 著: 西平守孝、酒井一彦、佐野光彦、土屋誠、向井宏, サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉 (ページ: 121、). 株式会社平凡社.
- ・藤原晴彦 (出演者/演奏者). (2011年10月15日). 昆虫の擬態: だましのテクニックの進化. 東京大学公開講座.
- ・内田紘臣. (2001). イソギンチャクガイドブック—Sea Anemones in Japanese Waters. 図書印刷株式会社.
- ・日本大百科全書. (2001). 小学館.
- ・望月典子. (2016). フランスのバロックと古典主義. 著: 大野芳材、中村俊春、宮下規久朗、望月典子, 西洋美術の歴史6 17~18世紀—バロックからロココへ、華麗なる展開 (ページ: 326-328). 中央公論新社.
- ・本川達雄. (1992). サンゴ礁の生物たち—共生と適応の生物学. 中央公論社.
- ・本川達雄. (1992). ゾウの時間ネズミの時間. 中央公論新社.
- ・本川達雄. (2008). サンゴとサンゴ礁のはなし—南の海のふしぎな生態系. 中央公論社.
- ・本川達雄. (2015). 生物多様性—「私」から考える進化・遺伝・生態系. 中央公論社.
- ・本川達雄. (2018). ウニはすごいバツタもすごい—デザインの生物学. 中央公論社.
- ・友部直・中村るい. (1997). 青銅器時代の美術(前1700~1100年) クレタ宮殿全盛時代. 著: 世界美術大全集3 エーゲ海とギリシア・アルカイック (ページ: 73 - 88).
- ・鈴木潔. (2005). 没後100年記念 フランスの至宝 エミール・ガレ —創造の軌跡展 (第初版). (日本経済新聞社、佐藤隆英, 編) 東方出版株式会社.

図版目次

〈図 1〉 蝸文双耳壺 前 1500~1450 年頃、クレタ島出土 ギリシア・イラクリオン考古学博物館5	
〈図 2〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 31〈放散虫類—キルトイデア 6	
〈図 3〉 ルネ・ビネの設計した 1900 年パリ万国博覧会の入場門..... 7	
〈図 4〉 エミール・ガレ《クラゲ文花瓶》、1900~04 年、北澤美術館..... 8	
〈図 5〉 エルンスト・ヘッケル『生物の驚異的な形』、図版 8〈鉢クラゲ類〉 8	
〈図 6〉 ダミアン・ハースト〈Bust of the collector [Treasures from the Wreck of the Unbelievable]〉 2018 撮影・布施英利..... 11	
〈図 7〉 池田学〈再生〉2001,浜松市美術館蔵..... 12	
〈図 8〉 部分 12	
〈図 9〉 サンゴ礁の分布 [日本大百科全書, 2001] [V.Mladenov, 2015]を参考に作図 14	
〈図 10〉 国内ダイビングポイントマップ 筆者作図..... 15	
〈図 11〉 瀬底島 筆者撮影 16	
〈図 12〉 水納島 筆者撮影 17	〈図 13〉 瀬底島 筆者撮影 17
〈図 14〉 粟国島・ナポレオンフィッシュ 筆者撮影 17	〈図 15〉 粟国島・アジの群れ 筆者撮影 17
〈図 16〉 慶良間諸島・タイマイ 筆者撮影..... 18	
〈図 17〉 慶良間諸島・ウツボ 筆者撮影 18	〈図 18〉 慶良間諸島・ウミシダ 筆者撮影 18
〈図 19〉 雲海丸 筆者撮影 19	
〈図 20〉 兄島近く 筆者撮影 19	〈図 21〉 イルカの群れ 筆者撮影..... 19
〈図 22〉 海綿や海藻に覆われた岩肌 筆者撮影 20	〈図 23〉 ウミヤギ 筆者撮影 20
〈図 24〉 ドチザメとマダラエイ 筆者撮影 20	〈図 25〉 テヅルモヅル 筆者撮影 20
〈図 26〉 作品(部分) 筆者撮影 22	
〈図 27〉 アンドリス・ファン・ブイセン「自然の美しいものの陳列棚」、リーバイス・ヴィンセント 『Her Wondertooneel der Natuure 自然のふしぎな劇場』1706年の口絵、スーザン・オー ウェンズ.(2017). マリア・シビラ・メーリアン. 著: デイビット・アッテンボロー, すごい 博物画(笹山裕子, 訳). 株式会社グラフィック社.p142 から引用、他ジョアンナ・エーベン ステイン.(2017). アナトミカル・ヴィーナス—解剖学的美しき人体模型.(堀口容子, 訳) 株 式会社グラフィック社.にも記述あり 23	
〈図 28〉 生物の系統図 [国立科学博物館, 『特別展 生命大躍進 脊椎動物のたどった道』2015、 p9の図を参考に作図] 28	
〈図 29〉 放射相称形動物の図 筆者制作 29	
〈図 30〉 刺胞動物の二胚葉構造 [本川達雄, 『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態 系』2008、p28]を参考に作図 30	
〈図 31〉 海洋生物の生活形態 筆者制作 31	
〈図 32〉 造礁サンゴのポリプ解剖図 [日本大百科全書, 2001、小学館]を参考に作図..... 32	
〈図 33〉 イソギンチャクに住むカクレクマノミ (1)、クマノミ (2)、セジロクマノミ (3) 筆者撮	

影.....	34
〈図 34〉キンチャクガニ (1)、とバブルコーラルシュリンプ (2) 筆者撮影.....	35
〈図 35〉ヒトデの放射相称形 筆者撮影・作図.....	37
〈図 36〉ウニの放射相称形 筆者撮影・作図.....	38
〈図 37〉左右相称動物の図 筆者制作.....	40
〈図 38〉魚類の形態 筆者作図.....	42
〈図 39〉ホヤの群生 筆者撮影.....	43
〈図 40〉さまざまな巻貝 筆者撮影・作図.....	44
〈図 41〉シャコガイ 筆者撮影.....	45
〈図 42〉さまざまなウミウシ 筆者撮影.....	46
〈図 43〉コブシメ 筆者撮影.....	47
〈図 44〉ヤドカリ 筆者撮影.....	48
〈図 45〉イバラカンザシゴカイ 筆者撮影.....	50
〈図 46〉造礁サンゴと非造礁サンゴ 筆者作図.....	53
〈図 47〉サンゴの骨格.....	54
〈図 48〉群体の形状 筆者作図.....	55
〈図 49〉サンゴ礁を真上から見た様子 筆者撮影.....	57
〈図 50〉海岸線のフラクタル 筆者作図.....	58
〈図 51〉慶良間諸島・ハマサンゴ 筆者撮影.....	59
〈図 52〉サンゴの一生 [本川達雄,『サンゴとサンゴ礁のはなし 南の海のふしぎな生態系』、2008、 p78]を参考に作図.....	61
〈図 53〉海中に届く可視光線 [国立科学博物館,『特別展 深海 2017』、2017、p19]を参考に作図	65
〈図 54〉隠蔽的擬態 筆者撮影.....	70
〈図 55〉生物の模様.....	71
〈図 56〉タテジマキンチャクダイ.....	72
〈図 57〉魚の顔.....	73
〈図 58〉外骨格生物 筆者撮影.....	78
〈図 59〉内骨格生物 筆者撮影.....	78
〈図 60〉貝殻の構造 [本川達雄,『ウニはすごいバツタのすごい』、2018、p 106]を参考に作図..	79
〈図 61〉節足動物のクチクラ [本川達雄,『ウニはすごいバツタのすごい』、2018、p 37]を参考に作 図.....	80
〈図 62〉ドロップオフ,水納島・砂辺 筆者撮影.....	84
〈図 63〉カラヴァッジョ 〈果物籠を持つ少年〉1594 頃、ローマ ボルゲーゼ美術館 Galleria Borghese. (2016). GALLERIA BORGHESE 10MASTERPIECES. p.24.....	89
〈図 64〉ヤン・ブリューゲル I、ヤン・ブリューゲル II 〈机上の花瓶に入ったチューリップと薔薇〉 1615-1620 頃 個人蔵 ブリューゲル展—画家一族 150 年の系譜 p.148	

