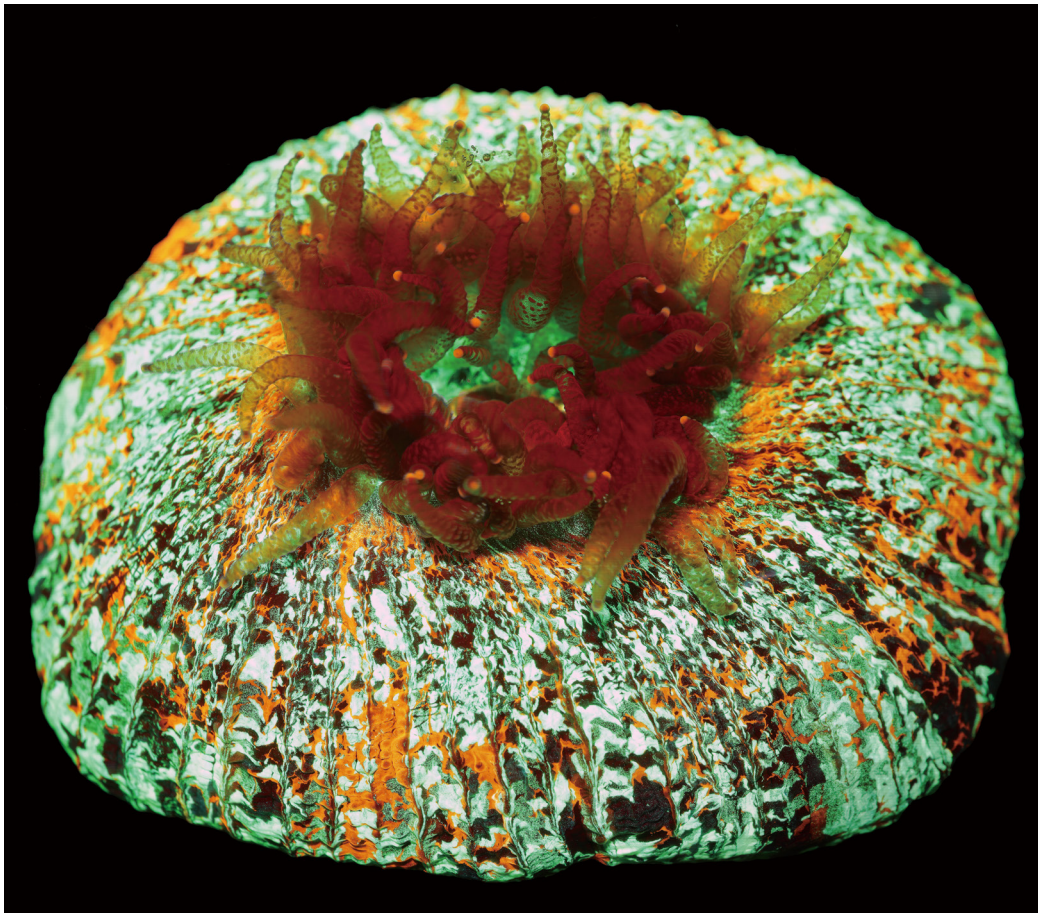




カレント

Current

R20



ヒュサンゴ *Trachyphyllia geoffroyi* (Audouin, 1826)

研究所プロジェクト：「ヒュサンゴの完全養殖を目指そう！」 目崎 拓真
祝・達成！

危険生物としてのカイメン

伊勢 優史

深海にも「ヌシ」がいた！ウスエイとの遭遇

平坂 寛

「冬の使者」ツノクラゲ

戸篠 祥

サンゴ由来の蛍光タンパク質 Akane の研究

加藤 祐子

公益財団法人 黒潮生物研究所

2010 年からスタートした本プロジェクト。これほど時間がかかるとは思っていませんでしたが、2022 年に 12 年かけて、完全養殖を達成できたので皆さんにご紹介したいと思います。

ヒュサング *Trachyphyllia geoffroyi* (Audouin, 1826) は、商品名として「オオバナサング」と呼ばれ、グリーン、レッド、オレンジなどのカラフルな蛍光発色から、アクアリストに人気のあるサングのひとつです（表紙）。日本国内では分布域が限られる稀な種で、他のサングがほとんどいないような内湾の泥っぽい環境に生息しており、国外では紅海、インド・太平洋などに広く分布しています。サング礁域から高緯度サング群集域まで生息していることから、その生息可能な水温の範囲はおおよそ 13℃ から 28℃ 以上で、温度耐性の幅がとても広い不思議なサングです。

前述したようにヒュサングは、カラフルな外見や丈夫で飼育しやすいサングであることからアクアリストに人気があり、世界各地の野生個体が海から採集され販売されています。本種は、ミドリイシなどの群体サングとは異なり、多くが単体であるため、サングを割って無性的に養殖し増やすことが難しいサングです。そのため、基本的に販売されているものは、養殖ではなく野生個体となってしまう。このまま野生個体が採られ続けてしまうと、いずれ絶滅してしまうのではないかと考えました。そこで、養殖個体を流通させて野生個体の採集を減らせないかと考え、本プロジェクト「完全養殖」の研究をスタートさせました。

サングを養殖するためには、卵や精子など配偶子が必要です。配偶子を採集するためには、サングがいつ産卵するかを知る必要があります。

そのため、2010 年に採集したヒュサングを研究所のサンルーム水槽で、太陽光かつ流水水の環境で飼育し、いつ産卵するかを夏季に観察しました。産卵時期がわかってからは、人工照明かつ流水水の環境で試験し、効率よくサングの種苗をつくるための植木鉢サング繁殖法（以下、植木鉢法とする。図 1）を使用しました。植木鉢法のメリットは、①夜間に産卵確認をする必要がない、②受精からプラヌラを得るまでの A と B 期間を流水水にすることができ、精子を綺麗にする作業をする必要がなく、サングや受精卵を状態良く保つことができる、③定着期にプラヌラを移動させる必要がないということです。この方法は基本放置で、朝出勤後に卵が浮いていないかチェックするだけです。卵が浮遊するタイプのミドリイシやキクメイシ類などのサングでも使用でき、ずぼらな私にぴったりの方法です。

観察から 3 年目の 2013 年 7 月 30 日に初めてヒュサングが水槽内で産卵し、配偶子を得ることができました。この時は海でサングの産卵を観察していたので、潜る前後で毎日ヒュサングが産卵していないか確認していました。ある時、ヒュサングの口が尖って共肉部がぷっくりと膨らみ、いつもと違う表情をしていることに気が付きました（図 2）。そしてヒュサングを触ってみると、卵と精子の入った灰色のバンドルと、バンドルの形になりきれていない灰色の卵（150 ～ 300 μm）と精子の塊を数回に分けて放出しました。このことから、ヒュサングは刺激を与えると反応して産卵してしまう、Touch Sensitive Spawner, TSS であることがわかりました。卵は正の浮力で、水面に浮くことがわかりました。産卵時刻は

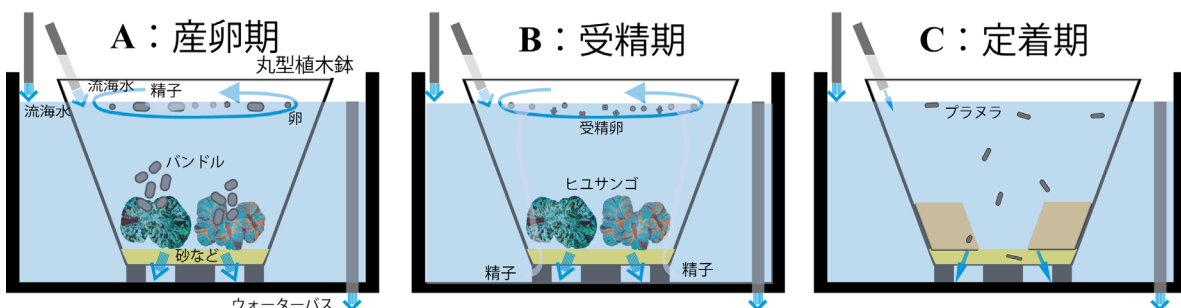


図 1. 植木鉢サング繁殖法 A: 産卵期、産卵するまでひたすら放置 B: 受精期、産卵を確認しなくても放置していただければ翌朝には受精卵が得られる。C: 定着期、受精卵がプラヌラになる頃にサングを定着板に入れかえ、植木鉢に入れる海水を弱くする。プラヌラ定着後は海水注水量を通常に戻す。

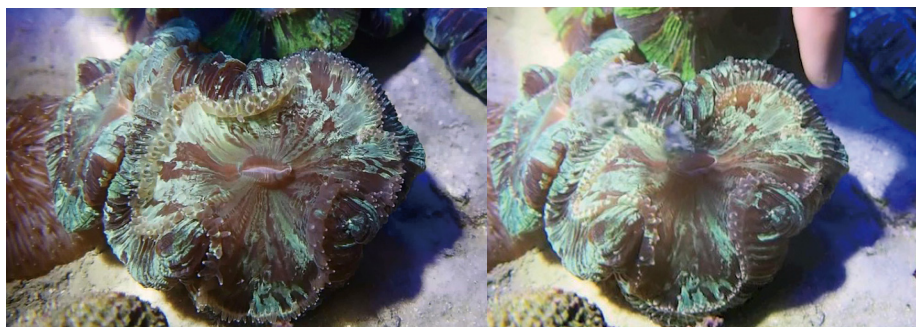


図 2. ヒュサンゴ産卵準備（左）、バンドル放出の様子（右）。

産卵から 3291 日後の 2022 年 8 月 2 日と 4 日に、卵から育てたヒュサンゴが産卵し、別の個体の配偶子と受精して受精卵を得ることができました。植木鉢法で行っていたため、実際の産卵を見ることはできませんでした。しかし、朝

日没から 30 分後くらいの 20 時頃からはじまり、21 時頃まで継続しました。その後か産卵を記録することで、ヒュサンゴの産卵時期は 7 月から 11 月の下弦の小潮頃であることがわかりました。そして、受精から約 20 ～ 22 時間後にはプラヌラになり遊泳していました（図 3）。

ヒュサンゴはミドリイシ類と比較して全体的に成長が遅いものの、稚サンゴの時期は丈夫で飼育はそれほど難しくありませんでした。餌は与えず、定着後約 1 ヶ月頃にはポリプの外周部に円形の骨格が形成され、褐虫藻もしっかりと入っていました。この時期のヒュサンゴの外見は、本種が属するサザナミサンゴ科のサンゴと見分けがつかないほどそっくりでした。

産卵からおおよそ半年後には、蛍光タンパク質が観察されるようになり、成長とともに個体差が大きいものの蛍光タンパク質が共肉部に広がっていきました。1 年後でもポリプの大きさは 1 cm 未満で、2 年後からポリプの成長が早くなり、大きいもので直径 1 ～ 2 cm ほどになり、肉眼でも観察しやすくなってきました。

に研究所に出勤すると水面に受精卵が浮いているのを発見し、飛び上がって喜びました。受精卵は無事に発生が進みプラヌラとなり、定着板で変態し稚サンゴになりました（図 3、孫サンゴ）。2013 年に誕生したヒュサンゴの子どもたちが、約 9 年かけて成熟し、ようやく「完全養殖」に成功しました！

一般的に生態がよくわかっているミドリイシ類では早くて 3 年、遅いとそれ以上の年月をかけて、成熟に達することが知られています。今回は成熟までに 9 年かかってしまいましたが、冬には冷たくなる天然海水を使用していたことや、あまり餌をやっていなかったことが原因で成長が遅かった可能性があるので注意が必要です。

最後に、いつか本種の F2 世代の稚サンゴたちを海外に輸出、又は海外で本手法を使い種苗を作成し、市場に流通させたいと願っています。そうすることで、野生個体の採集が減り種の保存につながりると信じて、ヒュサンゴの種苗生産を続けていきたいです。




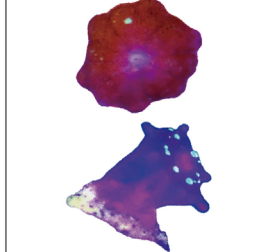
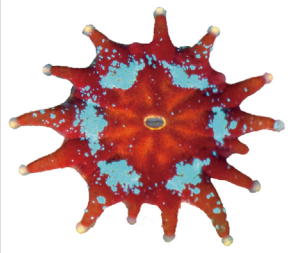
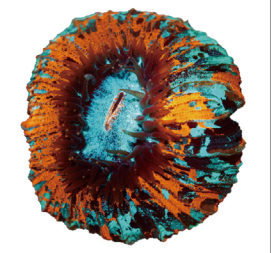
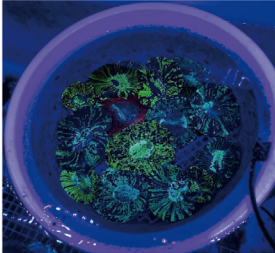

			
プラヌラ (20～24 時間後)	定着直後 (数日～1 週間程度)	幼サンゴ個体 (3～4 週間後)	4～5 ヶ月後 (UV 撮影)
			
241 日後 (UV 撮影)	1721 日後 (UV 撮影)	3291 日後に産卵 (UV 撮影)	2022 年孫ヒュサンゴ誕生！

図 3. ヒュサンゴの成長記録。

海綿動物、カイメンというと、ご存知の方は身体を洗うのに使う「スポンジ」としての利用が可能な柔らかいモクヨクカイメン類をイメージするでしょうか。約 1 万種が記録されているカイメンのうち、スポンジとして利用できる種は 1 % 程度です（詳しくは本誌 Current R14 の「モクヨクカイメンの話」を参照ください）。他の様々な生物達と同様にカイメンの中にも危険な生物が含まれています。ある意味、殆どのカイメンが扱い方によっては危険と言ってもいいのかもしれませんが。私達が普段生活をしている状況では怪我や病気を引き起こすようなカイメンに触れることはありませんが、磯遊びやダイビング中に思いがけずカイメンに触れることがあるかもしれません。ここでは注意喚起としてカイメンによる刺し傷や皮膚炎等の例を紹介します。いずれの場合も一番の予防策は素手でカイメンに触らないこと、そして、食べないことが大事です。

【骨片による刺し傷】

カイメンの形は実に様々で、それらの中には体表から骨片が突き出ているものがあります。極端な例では、ウニのように体表から沢山の棘が突き出たカイメンがいます（図 1）。この棘はガラスで出来ているため、素手どころか作業用のグローブをつけていても触るのは避けた方がいいでしょう。このようなカイメンを扱う時にはトングを用います。浅海性のカイメンでは、見た目が針山のような種はあまり知られていませんが、例えば表面が滑らかに見えても素手で触ると数 mm 程の長さの小さな骨片が刺さることがあります。

生きたカイメンの骨片による刺し傷が問題なのは、それが単なる刺し傷ではなく、骨片を介して傷口からカイメンの体に含まれる化合物が皮膚に浸透するためだと考えられています。これにより、骨片が刺さって暫く後に起きる初期の痒みを伴う皮膚炎と、後に化合物が浸透することによる遅延型の皮膚炎が起きるのです。ごく一部の患者からはアナフィラキシー反応も報告

されていますが、一般的には 3 日から 1 週間以内に治癒するようです。このような皮膚炎を引き起こす化合物の成分は不明です。

カイメンに触れることによる皮膚疾患は、カイメンの体表に共生している他の生物、特に刺胞動物に由来する場合があります。クラゲやサンゴ、イソギンチャク等が含まれる刺胞動物は、主にその触手に刺胞と呼ばれる特殊な毒針を備えた細胞をもっていて、これによって敵や獲物を刺す。刺胞動物のうち特にヒドロ虫類には小さい種が多く、カイメンの上に付着していることに気づかずに触れてしまい刺されることがあります。



図 1. 深海性の六放海綿の一種。長い骨片が針山のように突き出ている。

【カイメンが死んでも骨片は残る】

深海の生物調査には、ドレッジと呼ばれる小さな底引き網を使った採集方法があります。海底を引きずった後に上がってきたドレッジには生き物と一緒に大量の石や砂や泥と一緒に入ってくるため、それらをふるって大きさによって分け、生き物を拾い出す必要があります。学生時代、まだカイメンの骨片の恐ろしさを何も知らなかった筆者は、この砂や泥を素手で掬い上げてはバケツや篩に入るという作業をしていました。すると、暫くして手全体がチクチクと痛み始めたのです。よく見ると手全体に、針状の小さなカイメンの骨片（図 2）が刺さっていました。何故、海底の砂や泥にカイメンの骨片が混じっているかという、カイメンが死んで軟組織が無くなったとし

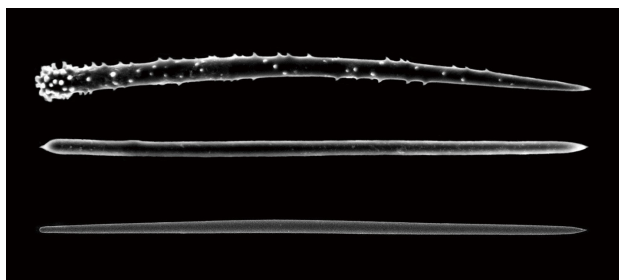


図 2. カイメンの主大骨片の電子顕微鏡画像。ごく一部の例を示している。

ても、硬組織である骨片はそのまま海底に留まり続けるからです。手に刺さった小さな骨片が厄介なのは、それらを簡単には抜くことができず、肉眼では気づかないことが多いこと。痛みが落ち着いたと思っても、その後のちょっとした動きで骨片がより深く刺さり、再び「痛！」と悩まされることになるのです。これらの骨片は軍手では防げません。とても小さいため軍手の網の目をすりぬけて入ってくるからです。こういった深海調査時にはゴム手袋が必須です。

カイメン自体が死んでもその骨片が害を起こす例は、淡水海綿からも報告されています。海産のカイメンによる被害と異なる点は、淡水海綿では、水中を漂う骨片との接触によるものが多いこと。淡水性海綿の多くは、芽球という球状のカプセルを作って冬や乾季を生き延びる（元の成体は死んでなくなる）のですが、この芽球は、芽球骨片という特別な骨片で覆われています。ブラジルのアマゾン川流域やオーストラリアでは、川での遊泳中に芽球骨片が目に入ったことで失明したと考えられる症例が報告されています。幸いなことに日本からはそのような報告はありません。



図 3. クロイソカイメン
Halichondria (Halichondria) okadai.

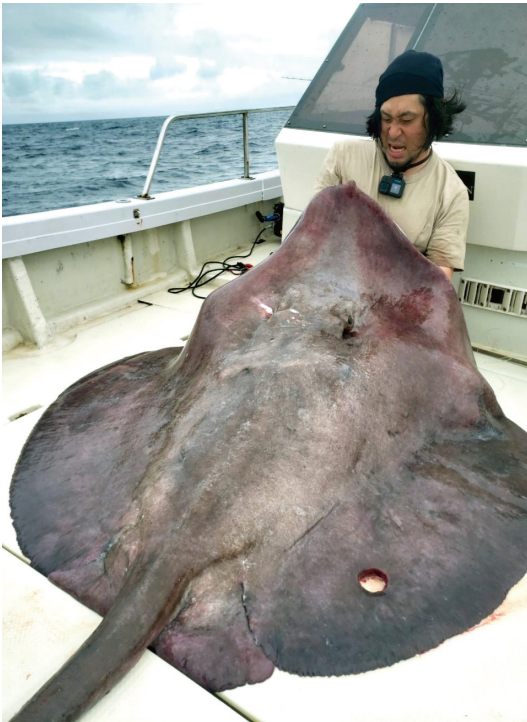
【食べてはいけない】

カイメンからは様々な化合物が見つかっており、一部は人体に有害です。最も有名なのが日本の温帯海岸の磯で普通に見ることができるクロイソカイメンでしょうか。クロイソカイメンからは下痢性貝毒のオカダ酸が見つかっています。「オカダ酸」という名前は、クロイソカイメンの学名 *Halichondria (Halichondria) okadai* に因んでいます（図 3）。日本産のカイメンからは、まだまだ未知の化合物が見つかると考えられるため、カイメンを食べてはいけません。カイメンは、漢方薬として利用されていた記録はありますが、食用になっていたことはないようです。また、ある種のカイメンでは、匂いがひどく、短時間嗅いただけで頭痛がして吐き気をもよおすものがあるので口に入れようだなんて思わないでしょう。筆者の共同研究者であるフランスのとある大先生は若い頃、食べられそうなカイメンを吟味した後、生で食したところ、ひどい嘔吐と下痢に苦しんだそうです。

このように有害な化合物であっても、医薬品への応用が期待されるものがあります。前述したクロイソカイメンから見つかった別の化合物ハリコンドリン B は非常に強い抗ガン活性を示すことがわかり、後に、その構造を改変したエリブリンが転移性乳がんの抗ガン剤として承認されました。筆者は、生物学者の観点からカイメンの標本を化合物研究者らに提供することで新規化合物探索の一助になりたいと願っています（図 4）。



図 4. 岩の表面を覆う様々なカイメン。これらから新たな有用化合物が見つかるかもしれない。



特定の水域において、群を抜いて巨大な魚を俗にその場の「ヌシ」と呼ぶことがある。畏れを込めて。ただし、ヌシと呼ばれるに至るには同じ場所で人間と複数回の邂逅（かいこう）を果たす必要がある。稀に海岸へマンボウやメガマウスのような超大型魚が侵入することがあるが、それはあくまでよそ者、マレビ特的に扱われる。一時的に回遊してきた魚でしかないのだ。

また、いかに大きくともマグロ類のように同等の体サイズの個体同士で群れや群がりをなす魚もヌシとは呼ばれない。そうした性質上、ヌシは池や淵、あるいは漁港内といったある程度閉鎖的な場でしか生まれえないと言える。

ゆえに水深数百 m の、無限に広がる深海底で「ヌシ」に遭遇することになるとは夢にも思っていなかった。

そのヌシとの初接触は2020年10月のことだった。場所は石垣島沖。サンプリングを兼ねて深海魚本の取材を行っていた際の出来事である。現地の漁師と八重山の水深600～700 mで、まだ見ぬ深海魚を釣り上げようという企みだ。八重山を含む沖縄県においては、深海での漁業はせいぜい水深400～500 mまででアカマチ

(ハマダイ)の一本釣りが見られる程度のもので、これほどの深場は協力してくれた漁師にとっても未知の漁場だった。

結果、多様な深海魚たちが顔を見せてくれた。八重山では初記録となるキンメダイやオカムラギンメをはじめ、直に姿を拝む機会はなかなかないマイナーフィッシュばかりである。特に700 mの海底にそびえる岩山に仕掛けを落とすと、すぐさま魚信が伝わってくる。どうやら一帯の魚たちがそこへ集結しているらしい。帰港時間までそのポイントで魚種数を稼ぐことにした。

順調に成果を伸ばしてホクホクした気持ちで迎えた最後のひと流しでのことだった。2 kgの錘が底に着いてまもなく、竿先に重みが乗った。魚が食いついたのだ。電動リールのスイッチを入れるとモーター音とともに巻き上げが始まった。東京スカイツリー1本分よりも深い場所から、魚が暴れる感触が糸を伝って竿先をガクガクと動かしている。体重数十 kg ほどの中型魚がかかったようだ。

暴れ方からして、ナンヨウキンメかキンメダイだろう。「もしかしたらバラムツなどの大物がいるかも」と引張強度50 kgを超える太い糸で挑んだのだが、この程度の魚相手にはいささかオーバースペックだったらしい。

ところが海底から10 mほど巻き上げたところで事件が起きた。突然、竿が根本から曲がり、リールの巻き上げが止まってしまった。どうも、せっかく釣れていた魚にとんでもない巨大魚



チカメエチオピアが大量。八重山の深海は思いのほか豊かだ。



水深 700 m ともなると、道具桶も大がかりになる。

が食いついてしまったらしい。リールのモーターが悲鳴を上げる。太糸すら切れてしまいそうなほど強烈な負荷がかかっている。体重 10 kg や 20 kg の魚相手ならこんなことにはならない。

... 水深 700 m に潜む超大型深海魚！？見当がつかない。怪物じみた大きさであることは疑いようがないが、不思議とほとんど抵抗しない。岩でも引っ掛けてしまったような感触だが、巻き上げの最中に掛かったのだからそんなことはあり得ない。期待に胸を膨らませたが、残念ながら 100 m ほど引き上げたところでフツと竿から重みが消えてしまった。ああ、捕り逃した！せめて正体だけは知りたかった……！

深海の巨大魚となると、真っ先に思い浮かぶのはオンデンザメやカグラザメなどの深海性のサメである。きっとそうしたサメ類が獲物を奪った挙句に糸をも噛み切っていたのだろう。

そう予想して仕掛けを回収して驚いた。針こそ外れていたものの、糸には傷が見当たらない。となると、サメではない！では一体何者か。呆然としたまま、その日は陸へ戻った。

正体を確かめに行こうと何度も思ったものだが、八重山沖は荒れやすい。なかなか再挑戦の機会には恵まれなかった。そもそもあの巨大魚もたまたまあのポイントへ寄りついていただけだろう。もどかしいが、謎は謎のままで終わってしまった。

ところが 3 年が過ぎた 2023 年 12 月のある日、当時船を出してくれた漁師から連絡が入った。なんと同じ出来事が同じ場所でまた起きたのだという。しかも数ヶ月の間に立て続けに三度も、あの漁場へ立ち入るたびに悲劇が繰り返されたというのだ。

…… 奴がまだいるのか！？まさかの「居着き

の魚」、あの岩山の「ヌシ」だった可能性が急浮上してきた。しかも連日荒れ模様の中、数日後にピンポイントで風の予報が出ているではないか。即座に漁師に傭船の予約を取り付け、石垣島へと向かった。この日のために装備だけは整えてあった。100 kg 級のクロマグロにも負けない強靱な竿と電動リールにクエ用の釣り針と糸。これでダメなら仕方ない。

当日は夜明け前に出船し、暗いうちにトビイカを釣ることにした。生きたイカはあらゆる大型肉食魚の好物である。もし件の巨大魚がまだ健在なら、きっと食いついてくるはずだ。無事にトビイカを釣り上げ、夜が明けると同時に五寸釘のように太い釣り針に刺して深海へと沈める。しばしの沈黙ののち、竿先がドスンと絞り込まれた。



生きたトビイカを餌にして ... リベンジ！

「来た！」

三年ぶりの接触に胸を高鳴らせつつ、電動リールの巻き上げスイッチを押す。糸が巻きとられるうちに竿の先端が海面へ突き刺さり、その先にいる生物の重みを視覚的に教えてくれる。バラムツ程度の相手では、こんな曲がり方はしないはずだ。だが、その割に暴れない。ただひたすらに重いだけである。これは三年前にも味わった引き味だ！

浮上を待つ間、漁師とその正体について予想し合う。岩礁に居着く深場の大型魚といえば、まずカンナギ（マハタやマハタモドキの老成魚）が思いつくところである。しかし、漁師曰くここまでの深場には棲んでいないだろう、それにカンナギならばもっと激しく暴れるだろうとのことだった。いよいよ見当がつかない。

待つことおよそ 30 分。ついに水面に現れた魚影は…… やけに平たく、やたらと広いものだった。そう、「ヌシ」の正体はまさかのエイ！「ウスエイ」という深海性の種であった。鼻先から

尾の先までの長さはおおよそ 2.4 m、体の幅も約 1.5 m という巨体である。あまりに大きすぎたため体重の計測は不可能だったが、これなら引き上げ中のあの重量感にも納得だ。

また、手で触れてみるとまるでクラゲのようにぷるぷると水っぽい。身体のがほとんどが水分で構成されているようだ。こうした水分過多の体は深海魚にしばしば見られる特徴である。食物に乏しい環境に省エネ化で適応した結果なのだろう。ああ、この体では確かに釣られていても大暴れはできない。



上がってきたのは巨大なウスエイ。

そんなこんなで三年越しに招待を暴いたウスエイであるが、この水深の巨大魚というのはなかなか手に入るものではない。身体の一部や体表の寄生虫を標本として持ち帰った。



体表に寄生していたメナグソクムシの一種。

それでも余った肉や肝臓は、物は試しと食べてみることにしたのだが……。これが美味しい！特に白くやわらかな肝臓にはどこかピーナッツ豆腐に通ずる優しい風味と甘味があり、絶品と評す価値があるように感じられた。そもそもエイ類の肝臓は美味なものが多いのだが、その中でもとりわけ上品な口当たりである。新鮮なもの入手することが至難の業であるが、食材としては一級品と言えよう。まったく、貴重な経験をさせてもらった。深海底のヌシに感謝である。



肝臓を醤油であえて白飯に！「肝かけごはん」の完成だ！

また、ウスエイはアカエイなどと同様に尾部に長く鋭い毒針をもつ。作業に際して不幸にも刺されてしまったが、やはり激しく痛んだ。なかなかそんな機会もないと思うが、みなさんはウスエイに遭遇した際にはくれぐれも気を付けていただきたい。



尾部には巨大な毒針が！

そして忘れてはならないのが、初回に遭遇した巨大魚がこのウスエイであったという完全なる確証はない。引き方や重みはそっくりだったが、ひょっとするとまた別種のとんでもない「真のヌシ」がいる可能性だってなくはないのだ。なにせ八重山の深海とは何が起ころうとも不思議ではない夢と浪漫に溢れたフィールドなのだから。.... というわけで、来月にも再び同ポイントへサンプリングに出向こうと考えている。もしも何か面白い魚が取れたら本誌面で報告したい。



腕を刺されてしまった ... 幹部は内出血が起きて変色している。



ツノクラゲ *Leucothea japonica*. 左：ツノクラゲ（野外；撮影者 古井戸樹），右：ツノクラゲ（水槽内）。

冬の訪れを感じさせるものには木枯らしや流水、カモやハクチョウなどの渡り鳥があります。これらは「冬の使者」として親しまれているものですが、四国西南部の海でも冬になると現れる生きものがあります。その名もツノクラゲ。ダイビングやシュノーケリング中に見かけたことがある方もいるのではないのでしょうか。今回はツノクラゲについてご紹介します。

【ツノクラゲとは？】

ツノクラゲは「クラゲ」の名がありますが、刺胞動物のクラゲではなく、刺胞を持たないクシクラゲ（有櫛動物）の仲間です。生息域は広く、西日本を中心に一年を通して表層で見られます。体長は 15 cm ほどで、成長すると最大 20 cm に達します。体の表面には櫛板と呼ばれる運動器官が 8 列あり、各櫛板を波打たせるようにして水中を移動することができます。また、「ツノ」の名の通り、体全体に多数の角状突起が見られます。一見すると鋭く尖っているようにみえますが、触ってみると非常に軟らかく、刺さるようなものではありません。どうやら、攻撃や防御に役立つものではなさそうです。もしかすると、角状突起があることで体の表面積を増加させ、浮力を得る役割を果たしているのかもしれない。

【ツノクラゲよもやま話】

四国西南部では冬になると時に猛烈な北風が吹きます。強風の翌日に港に行くと風により吹き寄せられた様々な浮遊生物を見ることができます。この時、必ずと言っていいほどいるのがツノクラゲです。個体数も非常に多く、数十、数百と流れ着いていることもあり、冬期の優占種と言えるでしょう。また、船で沖に出ると潮目にツノクラゲが集まっていることがあります。ツノクラゲの胃袋の中にはカイアシやオタマボヤが入っていて、動物プランクトンを飽食しているようです。そういえば、ツノクラゲの幼体は赤い胃袋をもっています。クシクラゲの中には黒色や紫色の胃袋をもつものがいて、これらは捕食した生物が発光した際に光が漏れないよう、ブラインドの役割を果たすと考えられています。赤い胃袋にはどのような役割があるのでしょうか？成長すると赤色ではなくなってしまうのも不思議です。



ツノクラゲの幼体。体長は 5 cm ほど

1. 緒言

サンゴの研究をは始めて 25 年くらいになる。大きな病院の副院長で研究もされていた女性医師の方から、「漁業関係者に起こっているアレルギーの原因がどうもサンゴにあるようだが、その原因物質を特定してほしい」と頼まれたのがきっかけだった。

サンゴのアレルギーについて研究する中で、そのサンゴが蛍光を発することもわかってきた。アレルギーについては別の機会に紹介できるかと思い、今回はサンゴの蛍光タンパク質についてご紹介したい。

下村修博士は、大量のオワンクラゲから緑色蛍光タンパク質 (GFP) を発見し、その仕組みを解明して応用に繋げたことで、2008 年にノーベル化学賞を受賞された。その後、多くの研究者達が海洋生物のサンゴなどから新たな蛍光タンパク質を発見してきた。その蛍光タンパク質から、遺伝子工学技術を用いて「遺伝子組換え体」を発現させ、他の生物細胞や器官などに組み込むことで、特定の細胞を光らせることができる。この技術は、細胞の中で光る物質をサーチしたり、機能を調べる研究、医療分野で応用されている。

そもそもサンゴはなぜ光る蛍光タンパク質をホリプに持っているのか。それを何の目的に使っているのか。それらは赤色、黄色、緑色などの蛍光を発するが、どのように光を区別するのか。こういったことが少しずつ、研究者らによって明らかにされてきた。サンゴは、強烈な太陽光（紫外線）から身を守るため、外敵から身を守るため、求愛のためなど、どれもがその目的だと思う。しかしながら、サンゴ本来の目的は何なのか、人にはわからないかもしれない。

動くことができない自然界のサンゴ類が、自らの遺伝子を変化させながら、生き抜くために諸戦術を繰り広げているようで自然界は凄いと思った。私はこの研究を通して自然界と研究について謙虚になったような気がする。

2. 遺伝子組換え体 Akane の作成とその研究

黒潮生物研究所の客員研究員である今原幸光氏に同定していただいた八放サンゴの一種であるベニウミトサカ *Scleronephthya gracillima* (Kuekenthal, 1906) (図 1) から抽出、精製を繰り返して得られた蛍光タンパク質を Akane と命名し、その特徴などを発表した (R1)。

その後、この新鮮なサンゴから m-RNA を採取し、プラスミドを作成した。それから遺伝子組換え体サンゴ Akane を作成し、金属との相互作用の研究などを行ったので (R2)、発現方法と結果を簡単に紹介したい。

1) 遺伝子組換え体 Akane の作成

1 ~ 5 の順に沿って説明したい。

1. サンゴから m-RNA を採取し、プラスミドを作成して、発現用大腸菌に挿入する (図 1)。



図 1. 研究に用いたベニウミトサカ。

2. シャーレ上に Akane コロニーが発現する (図 2)。



図 2. シャーレ上に発現した Akane コロニー。

3. 発現した Akane コロニーを含む大腸菌を液体培地で増殖させる (図 3)。

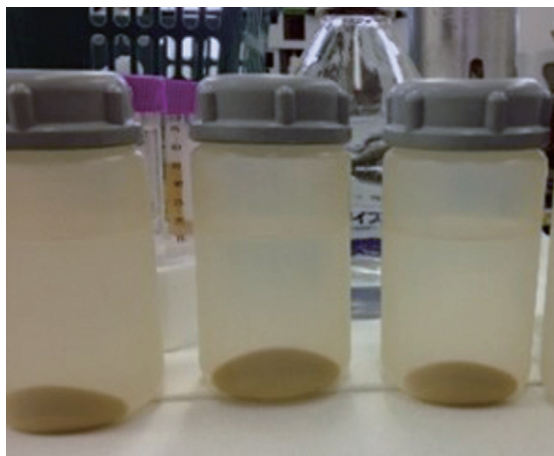


図 3. TB 液体培地で増殖させた Akane.

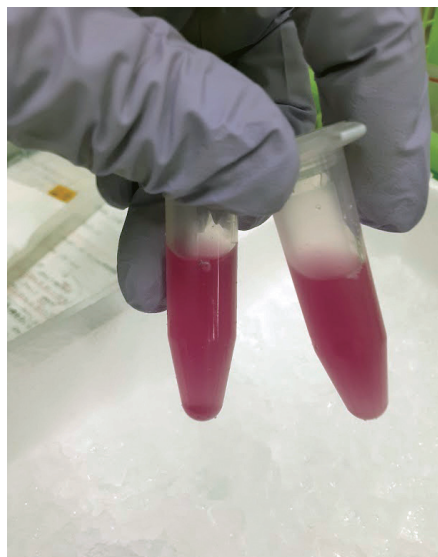


図 5. His-tag などて精製した Akane 蛍光タンパク質.

4. ソニケーションで大腸菌体を破碎し、大腸菌体から Akane タンパク質を取り出す (図 4)。

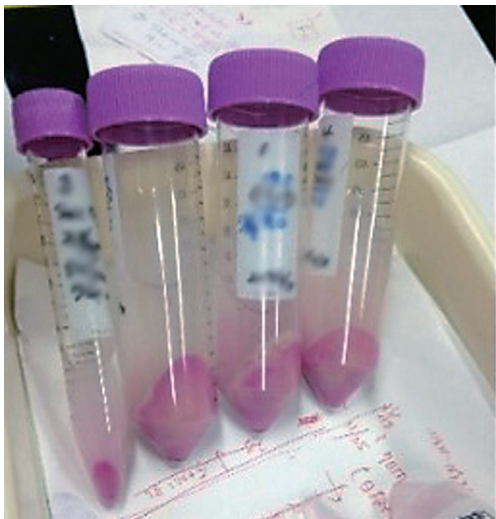


図 4. ソニケーションで大腸菌体を破碎前 (右: 3 本) と破碎後に取り出された Akane 蛍光蛋白質 (左: 1 本)。

5. His-tag などて、Akane タンパク質を精製する (図 5)。このような過程を経て、Akane 蛍光タンパク質の蛍光スペクトルを測定する。

その結果、緑色蛍光 (約 520 nm) と、赤色蛍光 (約 640 nm) が強く観測された (図は未発表のため掲載していない)。

2) Akane の応用研究

前述した方法で、サンゴの Akane 蛍光タンパク質遺伝子から、大腸菌体を使って、一回の実験操作でかなり大量の (といっても) 数マイクログラムの Akane 蛍光タンパク質を得ることが出来る。とは言え、貴重な天然のサンゴから得られる量に比較するとかなりの増量となる。また、これは Akane 蛍光タンパク質の性質や、今後の蛍光タンパク質の利用法の検討に使うだけではなく、先に述べたようにアレルギーを起こす物質が Akane であるのか、そうであればこのアレルギーを治療する創薬を目指すことも可能となる。

遺伝子組換え実験は、大学、企業などの施設で定めた「倫理委員会」で、その研究方法や内容、廃棄方法などが国の基準を満たしているのかを審議され、許可番号が出る。この本研究も審議を受けて、許可のもと行った。

〔謝辞〕 北里大学海洋生命学部神保充教授に研究の協力をいただいた。福岡大学研究助成「総合研究Ⅲ」及び、科研費：課題番号 (20k08787) を受けて行った。

(R1) Kato, Y., Jimbo, M., Sakakibara, Y., Imahara, Y. et al. (2017). Characterization of a novel allergenic protein from the octocoral *Scleronephthya gracillima* (Kuekenenthal) that corresponds to a new GFP-like family named Akane. *Luminescence* 32(6):1009-1016.

(R2) 特許：発明の名称「多色蛍光蛋白質を含む金属検出用試薬および被検液の金属検出方法ならびに組み換えベクター、金属挙動の評価方法」

(1) 特許出願 (福岡大学). 出願番号：2020-067344. 発明者：加藤祐子・山口敏男・塩路幸生.

研究所からのお知らせ

3 年ぶり 2 回目の桂浜でのサンゴ調査

2023 年 12 月 4 日に当研究所の目崎所長、喜多村研究員、吉岡研究員補と桂浜水族館の職員 2 名で高知県桂浜沖のサンゴ群集の生育状況を調査しました。この海域での調査は、2020 年 11 月に当研究所が実施して以来となる 2 回目の調査となりました。

調査では、スキューバ潜水とシュノーケリングで、サンゴや魚類などをモニタリングしました。今回の調査では、21 種のサンゴが確認され、前回の調査よりも 3 種多く確認されました。

地球規模の温暖化による高水温の影響を含めた環境の変化に、サンゴ群集がどのように適応していくのか、今後も調査を継続して明らかにしていきたいと思っています。



調査を行った桂浜沖。

第 3 回 こうち沿岸生態系適応ネットワーク集会の開催

2024 年 1 月 17 日に高知県高知市 高知文化プラザかるぽーと中央公民館で、第 3 回 こうち沿岸生態系適応ネットワーク集会が開催されました。今年も昨年に引き続き、ハイブリッド方式での開催となりました。

本ネットワークは県内外の市町村や水族館、研究機関と協力し、造礁サンゴを中心に沿岸生態系の保全や利活用に必要な人的交流・情報発信を進めています。集会では、広島大学環境安全センターの柴田淳也特任助教による基調講演や活動紹介・報告会が行われました。

ネットワークによる活動に興味がありましたら、是非、当研究所の HP 内にあります「事務局」をご参照ください。



集会で調査の報告をする目崎所長。

Current（カレント）季刊 2024 年 2 月 26 日発行

編集・発行 公益財団法人 黒潮生物研究所

〒788-0333 高知県幡多郡大月町大字西泊 560 番イ

TEL 0880-62-7077; FAX: 0880-62-7078; URL: <http://www.kuroshio.or.jp>

E-mail: mail@kuroshio.or.jp (機関誌購読を希望される方はご連絡下さい)

3000 円以上のご寄附でその年度の Current 4 号分を送付いたします。寄附は当研究所のホームページまたは寄附申込書から受け付けております。

※本誌の一部または全部を複製する際には当研究所宛てに許諾を求めてください。