

Japanese Association for Marine Biology

2014
6

JAMBIO

News Letter



写真：ハクセンシオマネキ
提供：熊本大学 逸見泰久

筑波大学下田臨海実験センター長・JAMBIO機構長 稲葉一男

生命は海から誕生したと言われ、実に多彩な生き物がすんでいます。生き物の同定や生命活動、生き物同士の相互作用、生き物と環境との相互作用を研究することは、我々が生き物と地球を理解する上で大変重要です。紀元前から今日にいたるまで、多くの科学者が海にすむ多彩な生き物に興味を持ち、研究してきました。海に囲まれる日本でも古くから研究され、19世紀末から多くの新種が発見されてきました。また、細胞分裂や発生のしくみなどを実験で調べる研究も、海の生き物を使って盛んに行われました。この頃から、「臨海実験所」という

海のそばで生き物や環境の研究を行う施設が大学にでき、多くの施設が生き物を展示しました。水族館の原点です。所属する研究者の研究以外にも、海外も含めた多くの研究者が共同で研究を行う場としても大きな役割を果たしています。

JAMBIO（ジャンビオ）は、海洋生物学の共同研究の活性化を目的として、筑波大学と東京大学の共同で2009年に誕生しました。海の生き物の不思議や海的环境について研究がさらに盛んになり、多くの皆さんに海の生き物について興味をもってもらえることを目指しています。

ホームページ >> <http://www.shimoda.tsukuba.ac.jp/~jambio/index.html>



Information	1
研究紹介	
熊本大学 逸見泰久	2
東北大学 熊野岳	3
海洋研究開発機構 藤原義弘	4

施設紹介	5
北海道大学 仲岡雅裕	
筑波大学 稲葉一男	
最新研究トピックス	6
東京工業大学 荒川美緒	
宮城教育大学 出口竜作	
筑波大学 柴小菊	

第4回JAMBIOフォーラム

平成26年1月16日筑波大学東京キャンパス文京校舎にて、「第4回JAMBIOフォーラム」を開催しました。全国にある臨海臨湖実験所・センターで研究する若手研究者を中心に9名の方にご講演いただきました。鞭毛運動から受精、発生、繁殖行動、個体群動態、生物移入、沿岸保護、湖沼生態など、海洋・陸水生物学に関する幅広い研究紹介がありました。一般参加者も含め62名の研究者が集まり、活発な意見交換と交流がなされました。



JAMBIO沿岸生物合同調査

JAMBIOの共同推進プロジェクトとして、研究調査船により相模湾沿岸の浅海底から深海底までの底生生物の合同調査をスタートしました。第1回（1月）と第2回（2月）は三崎沖、第3回（3月）は下田沖で調査が行われました。採集した生物の同定および写真撮影、標本作製などを行っています。詳細なデータに関しては解析中ですが、今後データベース化を目指しています。次回の調査は下田沖で行われる予定です。ROV（自航式水中ハイビジョンTVロボット）により興味深い海底エリアを探し出し、そこを狙って採集を行うことを計画しています。



採集風景および調査により採集された生物

第2回JAMBIO国際シンポジウム

開催日時：平成26年12月4日午後1時～12月5日午前11時30分

開催場所：筑波大学東京キャンパス文京校舎

「水圏生態系：過去、現在、未来」をテーマとし、琉球大学熱帯生物圏研究センターとの共催で生態分野における国内外の研究者を招き、第2回JAMBIO国際シンポジウムを開催いたします。

参加費：無料

問い合わせ先：筑波大学下田臨海実験センターJAMBIO 事務室

jambio@kurofune.shimoda.tsukuba.ac.jp

詳細はこちらから <http://www.shimoda.tsukuba.ac.jp/~jambio>

Report1

干潟のスナガニ類の 求愛行動・闘争行動



熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター 逸見泰久 教授

干潟に無数にうごめくスナガニ類。彼らのユニークな行動は、行動研究の好材料です。私は、彼らの行動とその進化を明らかにするために、学生の頃から炎天下の干潟で観察を続けています。

求愛のダンス

写真は、ハクセンシオマネキのオスが、求愛のダンスを踊っているところです。ハクセンシオマネキは、漢字では「白扇潮招き」と書きます。巨大ハサミを振っている様子が、「白い扇を振って、潮を呼んでいる」と考えられたのでしょう。でも、彼らが呼んでいるのは潮ではなく、同種のメスです。このハサミを振る行動をwavingといいます。ハクセンシオマネキはwavingを威嚇にも使います。ただし、求愛と威嚇では、ハサミの振り方が異なります。

スナガニ類の行動は、主にシオマネキ属で研究が進み、他のスナガニ類では、wavingの働きさえ不明でした。例えば、チゴガニは繁殖期になると、活動時間の大部分をwavingに費やしますが、回りに他個体がいなくても盛んにwavingを行います。私達は、くぎの先端にチゴガニのオスのハサミを付けた「ハサミモデル」を作成し、それを人工的に動かしてメスの反応を見ました。その結果、メスが人工的なwavingにも誘引されること、大きなハサミをより好むことなどが明らかになり、チゴガニでもwavingが求愛の機能を持つことがわかりました。

再生ハサミは、急ごしらえの 巨大ハサミ

シオマネキ属のオスは、巨大ハサミを闘争などで失っても、次の脱皮の際にはそれを再生することができます。しかし、再生ハサミは、『急ごしらえで、見かけ倒しの巨大ハサミ』です。

ハクセンシオマネキの再生ハサミは、オリジナルハサミに比べて、全体の長さはほとんど変わ

らないものの、細長く、ハサミを閉じる筋肉が小さいことがわかりました（写真）。そのため、再生ハサミのオスは、威嚇の勝率は低いものの、取っ組み合いの闘争には弱く、巣穴を持たずに干潟を放浪している個体が少なくありません。

一方、オリジナルと再生ハサミのオスで、wavingの頻度や高さは変わらず、巣穴を持っている個体で比べたところ、交尾の成功率はほとんど同じでした。

すなわち、再生ハサミを持つオスは闘争には弱い（放浪個体になりやすい）が求愛に関しては大差ないこと、闘争に関しては“巨大で強いハサミを持っている”という偽のシグナルを発しているが、求愛に関しては正直なシグナル（遺伝的に遜色があるわけではない）を発していると考えられます。ただし、再生ハサミの個体が干潟によっては20%近くにも達するため、「何故、それを見破る特性が進化しなかったのか」など、解決すべき課題は少なくありません。



再生ハサミを振るハクセンシオマネキのオス（上）

Report2

マボヤから形づくりの魅力に迫る

東北大学大学院生命科学研究科附属
浅虫海洋生物学教育研究センター

熊野岳 教授



マボヤ神経胚において、尾をつくる初期段階として胴部と尾部の境界がはじめて目に見えるかたちで「くびれ」として形成されます。この「くびれ」が個々の細胞のどのような動きによって形成され、その位置がどのように決定されているのかを明らかにしようとしています。

形づくりの魅力

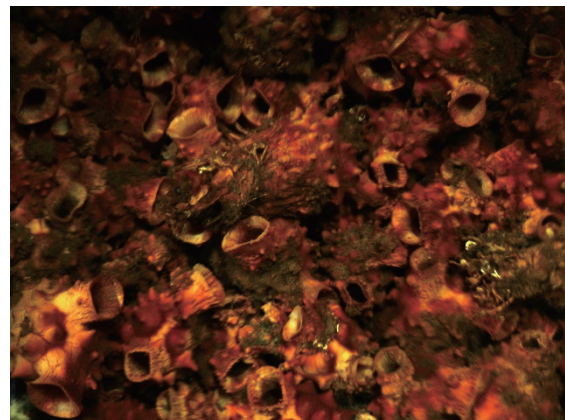
発生過程において「形をつくる」現象は長い間研究者を魅了してきました。特に多様な形態を持つ海産無脊椎動物において、その形がどのように出来てくるのかを明らかにすることは、これまでに知られていない形づくりの仕組みに出会う機会を与えてくれ、胸躍らされる思いです。ホヤ胚はこれまでの発生研究による数多くの知見が蓄積されていることから発生学的基盤がしっかりしている点、胚を構成する細胞数が少ないため個々の細胞の動きを追跡できる点から、形づくりの研究材料として用いています。地元陸奥湾産であることも魅力の1つです。

「くびれ」をつくる細胞の動き

「くびれ」形成の仕組みを明らかにするために、形成前後で胚細胞がどのように振る舞うのかをライブ観察したところ、胚の周囲を覆うシートを構成する表皮細胞が、「くびれ」形成に伴い細胞分裂をし、前方部全体と後方部全体で分裂方向が90°異なることを明らかにしました。このことや他の観察から、胚の前後で明快な境界を持って異方向に分裂する細胞分裂が「くびれ」の形成をもたらすというモデルを提唱するに至りました。このような分裂方向の違いが数細胞の長さにわたってきれいな境界をつくる例や、分裂方向の違いが3次元の組織構造をつくる例は、これまで知られておらずとても興奮をしています。

「くびれ」の位置を決める仕組み

その後の観察から、前述の細胞分裂方向の境界と、表皮細胞前後の系譜の境界とは密接な関係があること、この関係が胚腹側と側面の表皮細胞系譜では少し異なることも明らかにしました。このことは分裂方向の境界および「くびれ」の位置の決定に、細胞系譜が重要な役割を果たしていることを示唆します。例えば、表皮細胞前後の系譜を分ける受精後第2分裂の時点で、それぞれの分裂方向が既に決まっているのではないかと予想できます。このように細胞系譜がしっかりとした特徴をもつホヤ胚を用いて、ホヤ胚ならではの細胞系譜を基盤とした形づくりの仕組みを明らかにできればと日々研究に励んでいます。



放卵・放精シーズンを迎えたマボヤ（浅虫にて）

Report3

深海底に沈んだクジラの その後を追って

独立行政法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

基幹研究領域 海洋生物多様性研究分野 藤原義弘 分野長代理



クジラは地球史上最大の動物で、死後は大量の有機物を海底へと一気に運ぶ巨大な輸送体でもあります。深海底に沈んだクジラ遺骸の周辺には「鯨骨生物群集」と呼ばれる独特の生物群が形成されますが、海底に到達した直後の様子については十分な知見がありませんでした。そこで私たちは深海底にクジラを沈める大実験を行いました。

深海底に「降る」クジラ

貧栄養の深海底に巨大なクジラが沈むと二千年分の有機物が一気に海底に降り注いだ計算になると言われています。クジラ遺骸の周辺には、海洋生物の進化を考える上で極めて興味深い数々の生物が集まり、「鯨骨生物群集」と呼ばれる独特の生物群集を形成します。しかしながら、深海底にクジラが沈んだ直後にいったい何が起るのかについて調べた研究例はごくわずかでした。カリフォルニア沖、水深1200~1700メートルで実施された研究によると、沈設から1~2ヶ月経過したクジラ遺骸はほぼ無傷で周辺には大型のオンデンザメや多数のヌタウナギ類が集まっていたことが示されています。これは僅か2例の観察結果に過ぎませんが、クジラ分解の初期の様子として深海生物の教科書にも記されています。では本当に、海域や水深が異なる場合でも同様の結果が得られるのか？これは我々の長い間の疑問でしたがその問いに答えるのは簡単ではありませんでした。いかにクジラが巨大と云えども、深海調査の過程でその遺骸に出会う可能性はほとんどありません。そこで死んだクジラを人為的に沈めて研究を行うのが定跡です。しかしながらクジラの遺骸は簡単に手に入るものではありませんし、万が一、遺骸が入手できたとしても、同時に調査船と深海調査を実施するためのツールを準備することはなかなか困難です。

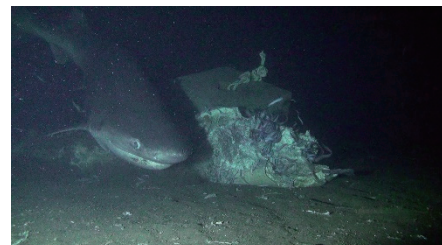
チャンス到来！

2008年に突然チャンスが訪れました。愛知県知多半島の海岸に死亡した赤ちゃんのマッコウクジラが漂着したのです。全長約4.6メートルと小型だったので、私たちは所内の冷凍コンテナで一頭丸ごと冷凍することにしました。これで時間を止めることができます。次に必要なのは深海調査機器です。様々な可能性を検討する中で、ある放送局が深海の巨大生物をターゲットにした番組制作を企画しており、海外から撮影用に潜水船を持って来る予定であることを知りました。最終的に「クジラを沈めれば巨大鯨は必ず現れる」との結

論に達して共同でプロジェクトを実施することになりました。大震災によるプロジェクトの中断など数々の困難に見舞われながら、2012年6月に全ての準備が整いました。相模湾の水深約500メートルにクジラを沈設し、海外から運んだ2台の有人潜水調査船やJAMSTEC所有の無人探査機などを用いて、世界で初めて沈設直後からクジラが消費分解される様子を観察しました。約3ヶ月にわたる連続観測の結果、この地点でのクジラの消費には巨大カグラザメが大きく関わっていること、蟻集する生物相は先行研究とは大きく異なること、また先行研究とは異なり、沈設から約2ヶ月でクジラはほぼ白骨化することなどを明らかにしました。

沈設実験をうけて

この実験の結果、私たちは深海の生態系についてまだまだ正しく理解していないことを思い知らされました。生態ピラミッドの頂点に位置する動物をトップ・プレデター（頂点捕食者）と呼びます。近年、このトップ・プレデターが生態系の構造や機能の維持に重要な役割を担っていることが様々な生態系で明らかになっています。しかしながら深海域においては真のトップ・プレデターは誰なのか？生息数は？その生息密度は？など、生態系の重要なピースの基本的な情報が欠落しています。そこで私たちは今年度から深海域のトップ・プレデターに関する新たなプロジェクトを立ち上げました。動物の生息場所として地球上で最も広大な空間、「深海」、その生態系の真の姿を明らかにするために、技術開発を含めた多分野連携で挑みます。



深海底に沈設したクジラ遺骸とカグラザメ

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 厚岸臨海実験所

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 仲岡雅裕 教授

北海道大学厚岸臨海実験所は、1931年に設立されました。厚岸が位置する北海道東部太平洋沿岸海域は、沖合いからの冷たい親潮の影響を強く受ける一方、暖流の影響をほとんど受けないことが特徴です。また、上流の森林域から別寒辺牛湿原、厚岸湖、厚岸湾とつながる一連の水系は、人間活動の影響をあまり受けない原生の状態が保たれており、森・川・海の生態系間の関連性を調べる絶好のフィールドとなっています。このような環境を生かして、厚岸臨海実験所では、「アマモ場の生物群集の変動機構」、「地球温暖化や海洋酸性化が寒流生態系に与える影響の解明」、「沿岸親潮海域のプランクトン生態系の変動機構」、「絶滅危惧種イトウやトゲウオ類の生息域利用や回遊」など、さまざまな研究を展開しています。2012年からは文部科学省教育関係共同利用拠点として、北海道

大学だけでなく国内外の大学生・大学院生を対象とした公開臨海実習、国際フィールド演習などの教育プログラムを行っています。

厚岸臨海実験所のホームページ：
<http://www.fsc.hokudai.ac.jp/akkeshi/index.html>



厚岸臨海実験所本館

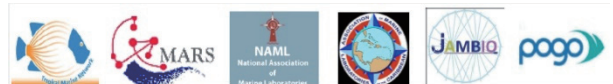
世界マリンステーション機構 – World Association of Marine Station (WAMS)

筑波大学下田臨海実験センター

稲葉一男 教授

海に面した場所で海洋生物の研究を行うことが重要であることが認識され、19世紀後半から日本のみならず世界中に多くの臨海実験所（マリンステーション）ができました。日本では北から南まで、気候も受ける潮流も生物相も大きく異なります。その海洋生物相は古くから科学者に注目されてきました。ワールドワイドとなるとさらに広がります。これまで研究者どうしの交流はありながらも、世界中にあるマリンステーションの組織ぐるみでの連携はありませんでした。生物多様性の損失、環境問題、地球温暖化など、地球レベルでの連携が必要なことから、世界マリンステーション機構WAMS（ワムズ）が2010年に発足しました。WAMSはヨーロッパ、アメリカ、日本、オーストラリアのマリンステーションの研究連携を図るほか、アフリカ、アジアなどカバーできない地域での

生物相調査や教育を行うことも目的としています。ユネスコもWAMSの活動に協賛しています。今後、このようなグローバルな連携の重要性はますます高くなると考えられます。



2010年春にユネスコ（パリ）で開かれたWAMS運営会議と参加組織のロゴ

クラゲにおける多精阻止機構

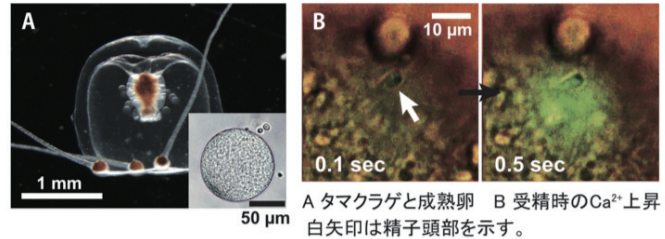
東京工業大学大学院生命理工学研究科
宮城教育大学理科教育講座

荒川 美緒 D3
出口 竜作 教授

多くの動物の卵は受精時に1つの精子だけを受け入れる仕組み（多精阻止機構）を備えています。例えば、ウニ、ホヤ、カエルでは、卵の膜電位変化による『速いが一時的なブロック』と、卵黄膜の化学的/物理的变化による『遅いが永続的なブロック』という2本立てで多精を阻止していると考えられています。一方、クラゲの卵は卵黄膜をもたず、受精時に膜電位変化もほとんど起こしません。でも、多精にはなりません。今回、私たちは、卵が非常に透明で精子融合の有無が容易に判断できるタマクラゲを用い、その謎に迫りました。その結果、タマクラゲの卵は、①精子融合部位の限定（動物極付近のみ）、②最初の精子融合とほぼ同時に始まる卵内Ca²⁺上昇に依存した精子融合の阻止（速いが一時的）、③Ca²⁺上昇の結果、2~3分後に起こるMAPキナーゼ脱リン酸化に依存した精子融合の阻止（遅いが永続的）、④同じくMAPキナ

ーゼ脱リン酸化に起因する精子誘引物質の放出停止、などをうまく組み合わせると多精を阻止していることが示唆されました。空間的のみならず、時間的にも限定された精子融合部位の存在は、未だに不明な点の多い卵と精子の融合機構の解明に役立つ可能性があります。

今回の研究成果はDevelopmental Biology誌（2014年5月4日付オンライン速報版）に掲載されました。



A タマクラゲと成熟卵 B 受精時のCa²⁺上昇
白矢印は精子頭部を示す。

後ろ向きに泳ぐ精子

筑波大学下田臨海実験センター

柴 小菊 助教

マガキガイは浅瀬の砂地に生息する巻貝の一種で下田近辺でも普通に見られる貝です。雌雄異体で体内受精を行います。オスは核があり卵と受精する正型精子と核を持たず受精において補助的な役割を行う異型精子の二種類の精子を有します。今回マガキガイ正型精子の運動を詳細に解析することにより、精子の遊泳方向や鞭毛波形が運動時間やカルシウムシグナルに応じて変化することがわかりました。興味深いことにマガキガイの正型精子は二つの後方遊泳パターンを持ちます。これらの後方遊泳は運動開始直後の精子束からの解離とメス体内における貯精囊からの解離にそれぞれ役割を果たしているものと思われます。体内受精を行う精子のほとんどが受精を効率的に行うために運動抑制や活性化などの運動変化を示します。本研究は体

内受精のメカニズムや鞭毛運動制御の解明に役立つものと考えられます。また異型精子の役割、形成機構についても現在研究を進めています。

今回の研究成果はJournal of Experimental Biology誌 217巻 986-996頁(2014)に掲載されました。



マガキガイとその精子。スケールバー：10マイクロメートル



JAMBIOニュースレター
2014年6月発行

制作：マリンバイオ共同推進機構
<http://www.shimoda.tsukuba.ac.jp/~jambio/index.html>
編集・デザイン：Sylvain Agostini・柴 小菊