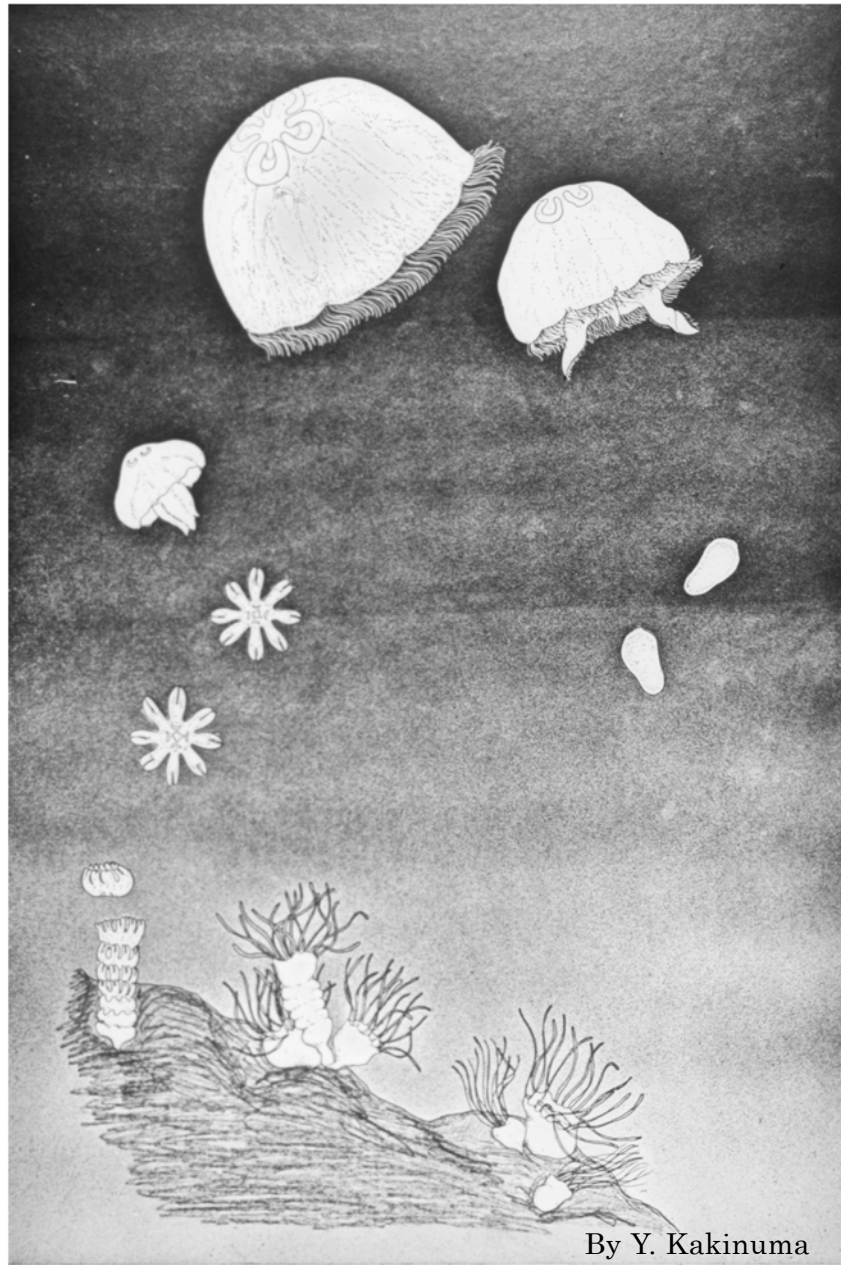


東京大学海洋研究所共同利用研究集会

我が国における刺胞動物研究



日 時：平成20年11月20日（木）13:30～18:20

11月21日（金） 9:00～16:00

場 所：東京大学海洋研究所 講堂

〒164-8639 東京都中野区南台1-15-1 TEL 03-5351-6342

コンビーナー：三宅裕志・北里大学海洋生命科学部・miyake@kitasato-u.ac.jp

海洋研対応者：西田周平・東京大学海洋研究所・nishida@ori.u-tokyo.ac.jp

プログラム

11月20日（木）

13:30～13:40 あいさつ

13:40～14:00 日本の腔腸動物研究

山田真弓（北海道大学名誉教授）

14:00～14:20 カイヤドリヒドラ類の生物学の最近の話題

久保田信（京大・瀬戸臨海）

14:20～14:40 コノハクラゲ（ヒドロ虫綱，軟クラゲ目）の分布拡大プロセス

小林亜玲（京大・院・理）・五箇公一（国環研）・久保田信（京大・瀬戸臨海）

14:40～15:00 出芽性ヒドロクラゲの生活史戦略

河村真理子・久保田 信（京大・瀬戸臨海）

15:00～15:10 休憩

15:10～15:30 沖縄県におけるハブクラゲの生態と被害

岩永節子（沖縄県衛生環境研究所、現所属：沖縄県南部福祉保健所）

15:30～15:50 刺胞動物のもつタンパク質毒素

永井宏史（東京海洋大学）

15:50～16:10 クラゲの平衡石はどんな情報を提供するか？

上野俊士郎・河村真理子（水産大学校）

16:10～16:20 休憩

16:20～16:40 日本産イソギンチャク類分類の現状と展望

柳 研介（千葉県立中央博物館分館海の博物館）

16:40～17:00 日本産八放サンゴ分類学の歴史と現状

今原幸光（和歌山県立自然博物館）

17:00～17:20 イシサンゴ類のプラヌラ幼生における繊毛構造の機能形態学的考察

中野義勝（琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所）

17:20～17:40 クラゲのポリプを捕食するミノウミウシ

青山善一（海生研）・濱田稔（中部電力）・金本昭彦・保田章・高味靖広

村田祐介（海プラ）・向井昭博（播磨海洋）

17:40～18:20 映画上映 「マリン・フラワーズー腔腸動物の生活圏ー」

岡田一男（東京シネマ新社）

18:30ー 懇親会 映画上映 「タマクラゲの発生」（東京シネマ新社）

1 1月21日(金)

9:00ー 9:20 刺胞動物の飼育はじめ

廣崎芳次(野生水族繁殖センター)

9:20ー 9:40 浅虫臨海実験所の刺胞動物研究

原田洵治(青森県営浅虫水族館)

9:40ー10:00 江ノ島水族館および新江ノ島水族館におけるクラゲ類の展示飼育

足立文(新江ノ島水族館)

10:00ー10:10 休憩

10:10ー10:30 北西部太平洋3海域におけるクラゲ類の鉛直分布

喜多村稔(JAMSTEC)

10:30ー10:50 The anthomedusan fauna of the Japan Trench: preliminary results from *in situ* surveys with manned and unmanned vehicles.

Dhugal Lindsay (JAMSTEC)・Francesc Pagès (CSIS)・Jordi Corbera (Carrer Gran)・Hiroshi Miyake (北里大学)・James C. Hunt (East Stroudsburg University)・Tadafumi Ichikawa (NRIF, FRA)・Kyohei Segawa (NRIF and NRIFS, FRA)・Hiroshi Yoshida (JAMSTEC)

10:50ー11:10 ミズクラゲの環境適応能力

三宅裕志(北里大学海洋生命科学部)・柿沼好子(鹿児島大学名誉教授)

11:10ー11:30 東京湾におけるクラゲの生態ークラゲ類はなぜ増えたか?

石井晴人(東京海洋大)

11:30ー12:40 昼食

映画上映「ムーン・ジェリー ミズクラゲのライフサイクル」(東京シネマ新社)

12:40ー13:00 食用クラゲの話

大森 信(阿嘉島臨海研究所)・喜多村稔(JAMSTEC)

13:00ー13:20 東南アジア、特にベトナム北部におけるクラゲ漁業

西川淳(東京大学海洋研究所)

13:20ー13:40 根口クラゲ類の大量発生と共通する生態学的特性

河原正人・上 真一(広島大学大学院生物圏科学研究科)

13:40ー14:00 伊勢湾・三河湾のミズクラゲの分布

豊川雅哉(中央水研)・青木薫(横浜国大)・山田智(愛知水試漁生研)・
保田章(海洋プランニング)・菊池知彦(横浜国大)

14:00ー14:10 休憩

14:10～14:30 クラゲ大発生に関するわが国初の大型プロジェクト：STOPJELLY

上 真一（広島大学大学院生物圏科学研究科）

14:30～14:50 鉢クラゲ類から抽出したムチンの構造解析

丑田 公規・鶴澤 洵・馬場 崇行・浦井 誠・谷口 佳代子（理研）

14:50～15:10 巨大エチゼンクラゲの生物学特性と対策に対する提案

安田 徹（敦賀短大 地域交流センター）

15:10～16:00 総合討論

ポスター発表 加茂水族館のクラゲ展示の取り組みについて

奥泉和也（鶴岡市立加茂水族館）

日本の腔腸動物研究

山田真弓

古く江戸時代においても「本草綱目」その他の書物にクラゲ、サンゴなどの記述があるが、実際にこれら動物の科学的研究が行われるようになったのは明治初年に東京大学が開設されてからである。箕作佳吉・飯島魁・石川千代松・五島清太郎などの先人たちは、西欧の進んだ動物学を学び、日本に移入するとともに、日本産の各種動物群の解明に力を尽くした。その後おもにこれら先人たちの指導により、明治から大正時代にかけて日本の腔腸動物の研究も次第に進められた。例えば（クラゲ）岸上謙吉・内田亨；（クダクラゲ）川村多実二；（ヤギ）木下熊雄；（石サンゴ）矢部長克；（イソギンチャク）内田亨；（クシクラゲ）駒井卓などの研究が挙げられる。これら日本に於ける初期の研究は当時の生物学の傾向として、腔腸動物各群の分類学的研究が主であった。ようやく20世紀の後半になると、分類学の他、比較形態学、比較発生学、生態学、生理学、などの分野にも研究の幅は広がっていった。

柿沼博士が研究を始められた頃は大体このような状態であった。同博士は東北大学の浅虫臨海実験所で長年過ごされたが、当時陸奥湾の腔腸動物については内田亨博士のヒドロ虫類〈Stechow と共同〉、クラゲ、イソギンチャク等があったに過ぎず、まだまだその全容は明らかではなかった。柿沼博士は平井悦郎博士と共に浅虫でエダアシクラゲ、ジュウモンジクラゲ、ミズクラゲなどの生活史に注目され、またヒドロポリプのプラヌラ幼生の海藻などに付着する機構についても実験された。私もその間それらヒドロポリプの種類の同定についてのご依頼を受けたが、十分なお手伝いが出来なかったのを残念に思っている。ただそれら標本の中に、浅虫の浅海の小石に付着する極めて小さな一つのヒドロポリプがあり、調査の結果新しい種類、しかも新属とされるべきものと分かり、ハタイヒドラ *Hataia parva* として共著として発表し、かつて浅虫で活躍された畑井新喜司先生に献名させて頂いたことは幸いであった（この種はその後日本の他所からも、又北米西岸からも発見されている）。

浅虫から鹿児島へ移られてからの柿沼博士のお仕事の詳しいことを、私がここで述べるのは差し控えるが、鹿児島の海ばかりでなく沖縄やまた海外までも研究の場を拡げておられたと聞いている。

同博士のお仕事の背景と、日本の腔腸動物研究の問題点など、短時間ではあるが述べてみたい。

カイヤドリヒドラ類（ヒドロ虫綱，軟クラゲ目）の生物学の最近の話題

久保田 信（京大・瀬戸臨海）

わが国に生息するカイヤドリヒドラ類についての系統分類学的研究は、内田 亨・山田真弓・柿沼好子先生らによって 20 世紀中盤過ぎまでに基礎が築かれ、1978 年より演者が生活史解明を軸にした研究を進めた結果、20 世紀末に 2 種 4 型にまとめた（久保田，1999）。21 世紀に入り、小林亜玲らによりこの類の日本海南部沿岸で分布拡大を示す初めての発見があり（小林・上野・河原・久保田，2004），その後、日本全国の個体群を用いたミトコンドリア遺伝子をマーカーとしたハプロタイプ解析により分散過程の解明が進められている。本報告では、コノハクラゲ *Eutima japonica* Uchida, 1925, カイヤドリヒドラクラゲ *Eugymnanthea japonica* Kubota, 1979, およびチチュウカイカイヤドリヒドラクラゲ *E. inquilina* Palombi, 1935 を中心に、近年、主に演者が実施した生物学的研究の概要を紹介する。

生物地理学的知見として、コノハクラゲは北海道を除き前世紀にはまったくポリプが発見されてこなかったわが国の日本海沿岸各地で相次ぐ発見があった（小林・五箇・久保田，2007）。アモイ付近のマガキ属の 1 種 *Crassostrea* sp. と共生するポリプを室内飼育し成熟クラゲを得、初めて中国からカイヤドリヒドラクラゲを記載した（久保田・Guo, 2007）。中国青島産のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* と共生するポリプを室内飼育してコノハクラゲの型を決定し、日本以外から初めて本種の生活史を記載した（久保田，2008 印刷中）。上記の結果とは対照的だが、16 年間にわたる韓国沿岸での調査でまったくこの類を発見できなかった（久保田・Lee・Chang, 2006）。ポリプの**行動学的研究として**、カイヤドリヒドラクラゲとチチュウカイカイヤドリヒドラクラゲは、機械的刺激や光に対して逃避行動をおこさず、餌を食べて胃腔がすっかり満たされても体を縮めず触手も伸ばしたままといった他のポリプにない特性が認められた（Miglietta, Gravili & Kubota, 2006）。また、カイヤドリヒドラクラゲとコノハクラゲのポリプはクラゲ芽や娘ポリプを出芽しても、あるいはクラゲとして遊離させた後も、あるいは体の上半部が退化しても、付着位置も動き方も大きく変えることなく、時計周りあるいは反時計回りに 1 日中動いていることがタイムラプスビデオ撮影および双眼実体顕微鏡下での継時的観察で解明できた（Kubota, 2008a）。**生態学的研究としては**、カイヤドリヒドラクラゲおよびチチュウカイカイヤドリヒドラクラゲを、繁殖時期終盤の秋季に野外あるいは室内で調査し、成熟クラゲは夏季の日の入り時刻（19:30 頃）とほぼ同時刻に（Kubota, 1997），つまり暗くなって 2 時間ほど経過してから遊離することから、一定時刻に遊離することがわかった（Kubota, 2008b）。**系統分類学的研究としては**、どの発育段階でも類似するカイヤドリヒドラクラゲとチチュウカイカイヤドリヒドラクラゲは、太平洋と大西洋で平行進化して誕生したのだが（Kubota, 2000; Migotto, Caobelli & Kubota, 2004），これら 2 種は全発育段階中、成熟クラゲでのみ形態学的精査でほぼ完全に区別でき（Kubota, 2005），16SrDNA 塩基配列では種レベルに相当する違いがあった（Govindarajyan, Piraino, Gravili & Kubota, 2005）。また、蛍光顕微鏡を用いて全発育段階の蛍光パターンを調べた結果、両種は成熟クラゲやクラゲ芽の発育段階で 100%区別できた（Kubota, 2008c）。

コノハクラゲ（ヒドロ虫綱，軟クラゲ目）の国内分布拡大プロセス

小林亜玲（京大・院・理）・五箇公一（国環研）・久保田信（京大・瀬戸臨海）

コノハクラゲ *Eutima japonica* Uchida, 1925 は、刺胞動物門ヒドロ虫綱に属し、成体のクラゲは4つの形態多型を持つ。それらのポリプは、ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* をはじめ、マガキ *Crassostrea gigas* やカリガネエガイ *Barbatia virescens* 等の二枚貝の外套膜や鰓等の軟体部上で付着生活を送っている (Kubota, 1992; 久保田, 1999; 久保田ら, 2005)。コノハクラゲのポリプは、1977年から1998年までの間、九州から北海道南部の本州太平洋側および瀬戸内海でその存在が確認されているものの、本州日本海沿岸ではまったく出現がみられなかった (Kubota, 2003; Kubota *et al.*, 2003)。ところが、近年、島根県から新潟県にかけての日本海沿岸域でその分布が確認されるようになり (小林ら, 2004, 2007)、現在、島根県で定着が確認されている。この分布拡大について、これまで我々は、対馬から対馬暖流に乗って漂着した個体群が、近年のレジームシフトによる海水温上昇によって越冬可能になったためと推定している (Kobayashi & Kubota, 投稿中)。本種の分布状況の把握および分布拡大プロセスの解明は、生物学だけにとどまらず、宿主である水産有用二枚貝類の資源保護の観点からも重要である。

本研究は、飼育による形態多型の同定、および mtDNA 遺伝子に基づく個体群構造解析により、コノハクラゲの国内での分布拡大のプロセスを探ることを目的とした。

飼育実験に基づく形態多型の同定結果から、近年に日本海沿岸に分布拡大した4個体群のうち島根県の個体群は、北海道から神奈川県の本日本に生息する北日本型と一致する事が明らかとなった。また、遺伝子解析の結果より、これら4新規加入個体群は、北海道個体群から派生したものである事が明らかとなった。本州日本海側沿岸においては、北方からのリマン海流よりも南方からの対馬海流の方が势力的に流れているため、コノハクラゲの新規加入個体群は自然分散ではなく、海流に逆らって分布拡大した事が示唆された。また、内湾性のコノハクラゲが短期間に長距離移動できた主要因としては、人為的輸送が関わっている可能性が高いと思われる。コノハクラゲのポリプが宿主の二枚貝と共に、北海道から船体付着などによって日本海沿岸へ運ばれ、このうち一部の個体群が定着に成功したものと推測される。

本州日本海側のコノハクラゲは、約1～2万年前の最終氷期による低水温などのために絶滅したと推察されている (久保田, 1999)。一方、対馬では最終氷期を終えてから現在に至るまで個体群が生残していたと考えられるが、対馬個体群は北部へ分布拡大できなかったと推測されている。その理由として、これらの集団は低水温耐性を獲得していないために生息域が制限され、北部へ分布拡大できなかったものと本実験で証明された。2002年以降に島根県でその分布が確認された個体は低水温耐性を獲得している事が明らかになったため、近年人為的に運ばれてきた北日本個体群が、本州日本海側で定着に成功したものと推定できる。

出芽性ヒドロクラゲの生活史戦略

河村真理子（京大・瀬戸臨海；現所属／水産大学校）・久保田 信（京大・瀬戸臨海）

現在 842 種が知られるヒドロクラゲ類（管クラゲ類を除く）の中で、50 種のクラゲ（5.9%）が無性的にクラゲ（クローン）を出芽することが確認されている。この出芽性ヒドロクラゲは世界的に広く分布することから、出芽という繁殖方法が分散に有効であると考えられてきた（Bouillon, 1994）。また、出芽性ヒドロクラゲに頻繁にみられる高密度個体群の形成も、出芽による個体数増加が貢献していると考えられている（Werner, 1958）。本発表では、出芽性のミサキコモチエダクダクラゲ *Proboscoidactyla ornata*（McCrady, 1859）（花クラゲ目、エダクダクラゲ科）を題材に、出芽に着目した生活史戦略について紹介する（Kawamura & Kubota, 2008 in press）。暖海の沿岸域に広く分布する本種のクラゲは、ウナギ・エビ・カニ類などの養殖池では豊富にみられることで知られる（Shao & Chang, 2004）。和歌山県白浜町の田辺湾奥においては、本種の高密度個体群が 24°C, 34 psu という比較的高水温・高塩分の環境で観察された。一方、本種の未成熟クラゲを用いた 1 ヶ月にわたる室内増殖実験では、12 実験区 { (17°C・20°C・23°C・26°C) × (28 psu・31 psu・34 psu) } のうち、20°C において出芽によるクローンの生産数が有意に多かった。さらに、20°C の実験区の中では、高塩分の 34 psu でクローン生産数が有意に多かったが (0.32 クローン クラゲ⁻¹ 日⁻¹)、飼育実験後の成熟個体の割合は 31 psu, 28 psu の実験区の半分であった。したがって、20°C という水温下では、より高塩分の沖合海域では出芽が促進されて効率よく分散するが、低塩分の沿岸海域では一般的にポリプの生息場所が多いため、有性生殖も活発に行って世代交代するという戦略を採っていると考えられる。また、田辺湾では、本種とともに別の 2 種の出芽性ヒドロクラゲ { 6–11°C で高いクローン生産を示すシミコクラゲ *Rathkea octopunctata* (M. Sars, 1835) および 24°C で高いクローン生産を示すコモチクラゲ *Eucheilota paradoxa* Mayer, 1900 (Werner, 1958; Carré & Carré, 1990) } も高密度に出現する。ミサキコモチエダクダクラゲが 20°C において高頻度で出芽することは、シミコクラゲやコモチクラゲとは異なる環境で卓越することを示唆し、種間競争を回避できるという利点がある。なお、本種は飼育実験で 10.5 倍（最大）に増殖するのに 1 ヶ月かかったことから、野外でも高密度になるまでにある程度の時間を要することが予想される。このため、野外での高密度個体群の出現水温（24°C）と実験室での最大クローン生産数が観察された水温（20°C）は一致しなかったと考えられる。

沖縄県におけるハブクラゲの生態と被害

岩永節子（沖縄県衛生環境研究所*）

*現所属：沖縄県南部福祉保健所

沖縄県の海は夏になると多くの観光客でにぎわう。しかし、楽しいはずの海水浴も一瞬にして悲しい思い出となることがある。これまで3件の死亡事故や呼吸停止事故などを引き起こしているハブクラゲという大型の立方クラゲが分布しており、毎年夏季になると多数の被害を引き起こしている。重篤な被害をもたらすハブクラゲが知られるようになったのは25年ほど前で、それまでは、イーラーとかタクイーラーといった方言名でよばれてはいたが、その正体ははっきりしていなかった。

詳しい生態などはほとんどわかっていなかったハブクラゲだが、1997年、1998年と2年連続して死亡事故が発生したことを受け、沖縄県としてその被害対策に乗り出すこととなった。以降、沖縄県内の関係各機関等が協力し、普及啓発活動を行うとともに、被害の疫学調査や生態調査等が行われ、少しずつハブクラゲについて明らかになってきた。

調査を進めるにつれ、ハブクラゲの生態と被害発生には密接な関係があることがわかってきた。例えば、ハブクラゲによる被害は沖縄島では7～8月に集中しているが、これはハブクラゲの発生活長とヒトの海での活動時期に関係している。また、ハブクラゲによる被害の多くは岸よりの浅い場所で発生しているが、これはハブクラゲの日周活動とヒトの活動範囲に関係があると考えられた。今後は、これらの生態データを活用したハブクラゲの防除や被害防止対策の確立が望まれる。

ハブクラゲはほぼ沖縄県全域に分布していると考えられるが、細かく見ると被害の報告がまったくない地域や島がある。ハブクラゲが生息するための要因を明らかにすることは、安全な遊泳地域を提供する上で重要である。ハブクラゲの発生場所を明らかにするために、ポリプ世代の生息場所を突き止める試みを行った。残念ながらハブクラゲのポリプを見つけることはできなかったが、非常に興味深い結果が得られた。これまで沖縄県に分布する立方クラゲはハブクラゲと *Carybdea sivickisi* およびアンドンクラゲだけだと考えられてきた。しかし、採集された立方クラゲの形態や遺伝子を比較した結果、既知の3種とは明らかに異なる立方クラゲが存在することがわかった。沖縄県以上に立方クラゲによる被害が深刻なオーストラリアでは、イルカンジと呼ばれる小型の立方クラゲが致死的な被害を与えることで問題となっているし、地球温暖化の影響でさまざまな生物が北上することが懸念されている。未知の立方クラゲの正体を突き止め、生態を明らかにすることは、今後発生するかもしれない立方クラゲの被害を未然に防ぐことにつながると考えられる。

刺胞動物のもつタンパク質毒素

永井宏史(東京海洋大学)

刺胞動物はすべての種類が刺胞を持っている。そして、刺胞動物は餌をとるためや自分の身を守るためにその刺胞を利用している。その刺胞の中には、相手に注入するための毒素が存在する。つまり、すべての刺胞動物が多かれ少なかれ毒素を持っているといえる。刺胞動物の毒素に関する研究は、100 年以上の歴史を持つ。その研究の中で、それら毒素のほとんどすべてがポリペプチドであることが示されてきた。ポリペプチドとは、ペプチドならびにタンパク質を含むアミノ酸が脱水縮合してできた化合物全般をさす。ペプチドとタンパク質の違いは、その大きさと考えてもらえばよい。分子量がだいたい 1 万以下のものをペプチド、分子量が 1 万以上のものがタンパク質とするが、その境界線は曖昧である。

刺胞動物の毒素の化学的性状が明らかにされ始めたのは Norton らがイソギンチャクから心臓毒性を持つペプチド毒素を単離して、構造決定を行った 1970 年代以降である。さらに、いくつもの興味深い生理活性を持つペプチド毒素が各種イソギンチャクから単離・構造決定された(塩見・長島, 2006 を参照のこと)。ところで、刺胞動物の刺胞の中に存在している毒素は実はタンパク質性のものも大変多いことが示されていた。しかし、刺胞動物から 2000 年までに化学的性状が明らかにされたタンパク質毒素は複数のイソギンチャクから得られた actinoporin 類のみであった。Actinoporin 類は分子量約 2 万の構造の似たタンパク質毒素群である。タンパク質毒素の中で、actinoporin 類のみが抜きんでて研究が進んでいたのは単離が容易であり、さらに単離した actinoporin 類は比較的安定に取扱いができるためであった。刺胞動物の持つこれ以外のタンパク質毒素はなぜか非常に不安定であり精製操作の途中で毒性を失ってしまうなどその取扱いが極めて難しく、このことが刺胞動物の actinoporin 類以外のタンパク質毒素研究がなかなか進展しない一因となっていた。

そのような状況のもとで我々研究グループは、2000 年以降にアンドクラゲ(*Carybdea rastoni*)、*Carybdea alata*、ハブクラゲ(*Chiropsalmus quadrigatus*)の 3 種の立方クラゲからそれぞれのタンパク質毒素を単離してその全遺伝子配列ならびに演繹全アミノ酸一次配列の決定に成功した。これは、クラゲのタンパク質毒素の化学的性状が明らかにされた最初の例であった。これらのタンパク質毒素は分子量約 4 万 5 千の相同性を持つ既知のタンパク質とは異なる新規なタンパク質ファミリーであることが判明した。それに続いて猛毒で知られるウンバチイソギンチャク(*Phyllodiscus semoni*)およびフサウンバチイソギンチャク(*ActinERIA villosa*)から分子量約 6 万の主要タンパク質毒素群を単離してその構造を決定した。さらに、これら毒素は我々の体内で生体防御に使用されている MACPF タンパク質と類似していることを見出した(永井, 2006 参照)。つい最近、火炎サンゴとして知られるアナサンゴモドキ(*Millepora dichotoma*)から複数のタンパク質毒素を単離し、そのうちの一つである分子量約 2 万の細胞毒性ならびに致死活性を示すものについてその構造を明らかにしたので報告する。

(参考文献)

塩見一雄, 長島裕二: “海洋動物の毒”, 成山堂書店, 東京, 2006.

永井宏史: 「海洋危険生物のタンパク質毒素」 化学と生物 44, 744-751, 2006.

クラゲの平衡石はどんな情報を提供するか？

上野俊士郎・河村真理子（水産大学校）

クラゲの体中で唯一の硬組織である平衡石はその保存性が比較的に高いことから、クラゲの生活履歴の情報を脊椎動物の耳石や軟体動物の貝殻等と同様に記録していることは容易に想像できるものである。

この観点から、著者らは立方クラゲ綱のアンドンクラゲの比較的大きな平衡石（最大で長径 1mm 未満）を研磨して、刺胞動物の平衡石中にはじめて微細輪紋を発見し、その輪紋を日輪とみなしてポリプからの遊離日を推定し¹⁾、また半月周期リズムの影響を受けることを指摘した²⁾。その後、沖縄産ハブクラゲの平衡石輪紋によりポリプからの遊離日とクラゲの成長を求めた³⁾。著者らの手法を引き継いで、Gordon et al.⁴⁾はオーストラリアのハブクラゲ近縁種で平衡石の微細輪紋による年齢査定を行った。

また、鉢クラゲ綱のミズクラゲとエチゼンクラゲについても平衡石の生活履歴情報の解析を試みた。鉢クラゲ綱のクラゲは平衡胞中に多数の 100 μ m 以下の微小な平衡石粒を有するので、微細輪紋でなく平衡胞中の石数の年齢形質としての有効性を検討した。その結果、ミズクラゲ飼育個体で遊離後一年間に石数は増加し続け⁵⁾、特に遊離後 60 日まではその増加速度は日数に強く依存し、日齢形質としての有効性が示唆された⁶⁾。また、採集したエチゼンクラゲの平衡石数は採集日に強く依存し、出現期後半の 10 月から 12 月に日本海沿岸で採集した傘径 50cm 未満の小型個体も同時期採集の大型個体（傘径 80cm 前後）に近似した多数の平衡石数を持ち、平衡石数の日齢形質としての強い有効性を示した⁷⁾。エチゼンクラゲの一つの平衡胞中の平衡石数は一万個以上にまで増加し、その計数は非常に手間を要することから、近年上野ら⁸⁾は平衡胞のデータをより容易に且つ敏速に得ることができる乾燥重量を平衡石数に代わって使用することを提唱した。

以上の結果から、平衡石が提供する情報について以下のように纏められる。

1. 立方クラゲの平衡石微細輪紋は日齢形質とみなすことが出来る。
2. 立方クラゲの平衡石微細輪紋よりポリプからの遊離日が推定できる。
3. 鉢クラゲの平衡石数は日齢形質とみなすことが出来る。
4. 鉢クラゲの平衡石数よりポリプからの遊離日が推定できる。
5. 鉢クラゲの平衡胞乾燥重量は年齢形質として平衡石数の代用が可能である。
6. また、微細輪紋間隔と化学組成の変動は成長や生活環境の変化に対応する可能性あり。

参考文献

- 1) Ueno, S. et al. (1995) Fine growth rings found in statolith of a cubomedusa *Carybdea rastoni*. *Journal of Plankton Res.*, 17, 1381-1384.
- 2) Ueno, S. et al. (1997) Statolith formation and increment in *Carybdea rastoni* Haacke, 1886 (Scyphozoa: Cubomedusae): evidence of synchronization with semilunar rhythms. In *Coelenterate Biology*, The National Museum of the Netherlands, 542p, pp. 491-496.
- 3) Kawamura, M. et al. (2003) The relationship between fine rings in the statolith and growth of the cubomedusa *Chiropsalmus quadrigatus* (Cnidaria: Cubozoa) from Okinawa Island, Japan. *Plankton Biology and Ecology*, 50] 37-42.
- 4) Gordon, T. et al. (2004) Growth and age determination of the tropical Australian cubozoan *Chiropsalmus* sp.. *Hydrobiologia*, 530/531: 339-345.
- 5) 上野俊士郎・藤井直樹 (2000) ミズクラゲの平衡石にみられた日齢形質. 日本海洋学会 2002 年春季大会.
- 6) 上野俊士郎 (2007) 7-3 クラゲの寿命と年齢. 「クラゲのふしぎ」技術出版社, pp. 176-179.
- 7) 上野俊士郎他 (2007) エチゼンクラゲの平衡石数と石中に発見された輪紋の年齢形質としての有効性. 日本水産学会 2007 年春季大会 (ポスター) .
- 8) 上野俊士郎他 (2008) エチゼンクラゲの平衡胞重量及び平衡石数の年齢形質としての検討. 日本プランクトン・ベントス学会 2008 年大会.

日本産イソギンチャク類分類の現状と展望

柳研介（千葉県立中央博物館分館海の博物館）

イソギンチャク類は刺胞動物門花虫綱六放サンゴ亜綱イソギンチャク目に属し、全世界からこれまでに 46 科約 1,200 種類が報告されている。本邦におけるイソギンチャク類は、およそ 170 種程度が生息すると見積もられているが、このうち 60 種が本邦を模式産地とする種、約 30 種が本邦産の標本を用いた記載がある種、残り約 80 種は、図鑑類等のみでしか報告がない種または未記載種である。

本邦における新種記載状況を見ると、年代順に、Stimpson (1856 for 1855) : 4 種, Verrill (1867) : 2 種, Verrill (1868) : 1 種, Verrill (1869) : 2 種, Hertwig (1882) : 7 種, Verrill (1899) : 1 種, McMurrich (1901) : 1 種, Wassilieff (1908) : 19 種, Carlgren (1918) : 2 種, Carlgren (1928) : 1 種, Carlgren (1931) : 2 種, Uchida (1932a, b) : 2 種, Uchida (1938) : 2 種, Carlgren (1940) : 1 種, Uchida (1940) : 1 種, Carlgren (1943) : 6 種, Carlgren (1949) : 1 種, Uchida & Muramatsu (1958) : 2 種, Uchida (1960) : 1 種, England (1992) : 1 種, Yanagi & Daly (2004) : 1 種, の計 22 報 61 種がある。このうち, England (1992) は, Uchida (1938) の種に対する新名提唱であるので, 実質, Yanagi & Daly (2004) までの 44 年間は, 新種記載が無く, 他の種の再記載も限られたイソギンチャク分類の空白の時代であった。加えて, 古い時代に記載された種の多くは, 種分類において求められる形態形質の記載も不十分なことが多い上, 原記載以降の報告も無い。このため, 現在となっては種の実体が不明瞭になってしまったものが少なくない。これらの種についてはタイプ標本の再検討は不可欠である。例えば, Doflein 標本に基づき Wassilieff (1908) によって記載された 18 新種の多くは, その後, 種名が使用されることなく放置されていたが, 演者のタイプ標本の検討により, いくつかの種は, それ以降に記載された沿岸に産する普通種のシノニムであることが判明しつつある。この他, Carlgren の一連の種 (主に Bock 標本) や, Hertwig (1882) によって記載された種 (Challenger 標本), Verrill の一連の種 (Stimpson 標本) などの一部についてはタイプ標本の所在が明らかになっているが, Doflein 標本同様, そのほとんどは再検討されていない。また, その他のものについては, タイプ標本自体が現存していないか所在不明のことが多い。このようなことから, 本邦産の種レベルの同定は, たとえ潮間帯に多産し比較的目に付きやすい種であっても, その同定は非常に困難であるのが現状である。今後, 本邦産のイソギンチャク類については, そのほとんどについて, タイプ標本の検討またはネオタイプの指定を含む再検討が望まれる。

イソギンチャク類の分類に用いられる形態形質としては, 刺胞, 筋肉の形状, 隔膜配列, 触手形態や配列, その他の特殊形質の有無などがあるが, 現在そのいずれも, 分類学的有用性に疑問が呈されており, 特に従来これらの組み合わせで支持されてきた科レベルの単系統性は, ほとんど支持されないと予想されている (Daly et al., 2007)。今後, イソギンチャクの分類体系は全面的な再検討が必要であるものの, 本邦における現状と同様, 世界的に見ても, 種レベルの分類は混乱しており, 分類体系の再編を検討する上での OTU を設定できないのが現状である。本邦におけるイソギンチャク類の種分類の確立は, 本邦のイソギンチャク類の多様性を明らかにするのみならず, イソギンチャク類全体の分類体系の再検討のためにも必須である。

日本産八放サンゴ分類学の歴史と現状

今原 幸光 （和歌山県立自然博物館）

八放サンゴは、常に八本の羽状触手と八個の隔膜をもつことを特徴とする刺胞動物門・花虫綱・八放サンゴ亜綱に属する動物であって、軟体サンゴと呼ばれるウミトサカ類、宝石珊瑚を含むヤギ類、砂泥底にすむウミエラ類および造礁性のアオサンゴが含まれる。これまでに世界各地から約 35 科 310 属 2000 種が記載されていて、伝統的な分類法では最大で 7 目に分けられていた。しかし、最近では、群体形成様式およびヤギ類の骨軸構造における変異の連続性や、その他分子生物学からの情報などに基づいて高次分類群の再検討が進み、アオサンゴ目、ウミトサカ目、ウミエラ目の 3 目にまとめることが多くなっている。

八放サンゴの中には、1 属で 200 種を越すトゲトサカ属や 100 種近くを擁するカタトサカ属のように、比較的最近まで膨大な数の新種が記載され続けてきた属も含まれているが、近年の傾向は新種記載よりもむしろ従来の分類学の再検討に移っている。その結果、たとえば本州太平洋沿岸ではごく普通種のベニウミトサカは、ウミトサカ科の *Alcyonium* 属からチヂミトサカ科の *Scleronephthya* 属に移されたというような、種によっては科を横断する修正も加えられた。また、2005 年にはチヂミトサカ科に 34 新種を含む 53 種を擁する新属 *Chromonephthya* が立てられたが、この研究は 4 属にまたがっていた疑問種を再検討した成果や、1906 年に日本沿岸を一巡したアルバトロス号の未整理標本から記載された 2 新種等を含んでいた。

このような背景の元で、演者も日本産八放サンゴタイプ標本の再検討に着手していて、国内および欧米各地の博物館に保管されている標本の調査を行ってきた。

これまでに日本から記録されてきた八放サンゴは、約 550 種に上る。その内訳は、伝統的な分類法に基づくアオサンゴ目 1 種、ウミヅタ目 17 種、コエダ目 8 種、ウミトサカ目約 210 種、ヤギ目約 240 種、ウミエラ目約 70 種である。この内の約 210 種が日本を模式産地としていて、しかもその内の約 180 種が日本固有種とされているが、その中には原記載以降の記録のない種も多数存在する。また、日本を模式産地とする約 210 種のうち、日本人研究者による発見は約 80 種であって、半数以上が外国人によって新種記載されてきた。

日本産八放サンゴが最初に記載されたのは、シーボルトが持ち帰った標本に基づいて国立ライデン博物館学芸員のハークロットが、1858 年に新種記載したウミエラ類 4 種である。その後、チャレンジャー号やアルバトロス号のコレクション、デーデルライン、ドフライン、シックステン・ボックらのコレクション等に基づいて日本産八放サンゴの多くの種が記載されてきた。一方、1902 年からは日本人研究者による新種記載が始まり、宝石珊瑚の岸上鎌吉、ヤギ類の木下熊雄、ウミトサカ類を中心に研究した内海富士夫らが多数の発見を行ってきた。しかし、日本産八放サンゴの発見には、彼ら以外にも多数の研究者の関与があった。日本産八放サンゴが、歴史的には多くの研究者の目を引いてきたことや、欧米の博物館で保管されてきた標本、昭和天皇御採集標本、京都大学瀬戸臨海実験所および東京大学総合研究博物館が所蔵している標本等の概要と、日本人研究者のタイプ標本が、日本にはなくて海外で保管されていたことなどを紹介する。

イシサンゴ類のプラヌラ幼生における繊毛構造の機能形態学的考察

中野義勝（琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底実験所）・原政子・渡邊俊樹・渡邊良朗（東大・海洋研）

コユビミドリイシ (*Acropora digitifera*)、ショウガサンゴ (*Stylophora pistillata*)、ハナヤサイサンゴ (*Pocillopora damicornis*)、シナキクメイシ (*Favites chinensis*)、パリカメノコキクメイシ (*Goniastrea aspera*)、キクメイシモドキ (*Oulastrea crispata*)、タヤマヤスリサンゴ (*Psudosiderastrea tayamai*) のイシサンゴについて受精後の胚を日齢ごとに固定し、プラヌラ幼生の繊毛の構造を SEM で観察した。観察の結果、1) 一般に見られるような糸状の繊毛 (St-cilia) と 2) 繊毛先端がへら状の繊毛 (Sp-cilia) の形態の異なる 2 種類の繊毛を見いだした。糸状の繊毛は広く動物細胞に認められ組織表面で全体として波状運動し流動を起こすことが知られており、これによってプラヌラ幼生は移動や代謝を行っていると考えられる。へら状の繊毛は軟体動物（イカ）などからも報告があり、その機能は様々に推測されている。

イシサンゴ類の生殖様式では、雌雄同ポリプ（同群体）・雌雄異ポリプ（異群体）・雌雄異ポリプ（同群体）で体外受精によりプラヌラ幼生まで発生が進むものと、胚をポリプ内で幼生まで保育するもの、胚を群体表面で保育するものが見られる。ミドリイシ科のコユビミドリイシは雌雄同ポリプで放卵放精による体外受精を行う。ハナヤサイサンゴ科のショウガサンゴとハナヤサイサンゴはポリプ内で胚を保育しプラヌラを放出する。キクメイシ科のシナキクメイシ・パリカメノコキクメイシ・キクメイシモドキは、雌雄同ポリプで放卵放精による体外受精を主に行う。ヤスリサンゴ科のタヤマヤスリサンゴは胚を群体表面に固着させる体外保育を行う。観察したイシサンゴ幼生では、保育型の種の幼生では放出直後にへら状の繊毛が見られ、体外受精を行う放卵放精型の種では胚発生に伴って糸状の繊毛とへら状の繊毛が順次見られるようになった。へら状の繊毛の見られる時期は幼生の定着時期と重なることから、この繊毛は定着に関わっていると考えられる。

イシサンゴの幼生定着には、粘液や刺胞が関わっていることが指摘されてきた。キクメイシ科の種では特にこの傾向が強く観察された。これらの定着機構に加えて、今回新たに繊毛もこれに与ることが見いだされた。

クラゲのポリプを捕食するミノウミウシ

○青山善一（海生研）・濱田稔（中部電力）・金本昭彦・

保田章・高味靖広・村田祐介（海プラ）・向井昭博（播磨海洋）

【目的】クラゲ発生抑制対策のための基礎資料とするために、クラゲのポリプを捕食する生物であるミノウミウシ類によるポリプ捕食量等を把握する。

【方法】アカエラミノウミウシ *Sakuraeolis enosimensis* 及びエムラミノウミウシ *Hermisenda crassicornis* をミズクラゲのポリプ等が付着した基質とともに 20L 容ガラス水槽に収容し、ポリプ捕食量を調査した。また、これらのミノウミウシ類の交接、産卵状況を観察するとともに、アカエラミノウミウシについては、産出された卵塊を 1L 容ビーカーに収容し、孵化状況を観察した。さらに、孵化後にはイソクリシス、パブロバ、及びクロレラを投与し、20℃の水温条件下で継続飼育を行い、幼生の成長と生残率を調べた。

【結果】エムラミノウミウシは、大型個体（全長 43～57mm）が、ピーク時に約 85 個体/時間、中型個体（13～19mm）が約 32 個体/時間のポリプを捕食していた。一方、アカエラミノウミウシは、中型個体（12～20mm）が約 18 個体/日、小型個体（5～9mm）が約 15 個体/日であった。

アカエラミノウミウシは、交接後 2～3 日（水温 18℃）すると、水槽壁面に卵塊を生みつけた。卵塊は産卵後 6 日より孵化を開始し、孵化終了まで 30 日を要した。幼生を最大で 90 日間飼育した。幼生生残率は投与した餌料により異なり、イソクリシスとパブロバの混合投与区の生残がもっとも良好であった。

「マリン・フラワーズ〜腔腸動物の生活圏」

岡田一男（東京シネマ新社）

1975/94年 40分

東京シネマ新社/大広/パナソニック映像 企画：松下電器産業

この作品は地球上の多細胞動物の中でも特に古い歴史を持つ腔腸動物（最近では刺胞動物と呼ばれることが多い）ーヒドロゾア、鉢クラゲ・サンゴなどを紹介するものです。1975年に沖縄で開催された国際海洋博覧会のために製作されました。また内外の映画祭では、非常に高い評価を受けました。原作は長さ21分の3面マルチスクリーン版でしたが、再編集されています。この版が構成的には北の海で始まったヒドロゾア研究の紹介から展開しているのに対し、3面マルチスクリーン版、ハイビジョン版では、南のサンゴ礁からストーリー展開しています。ハイビジョン版は、1994年にハイビジョン試験放送のために長さ40分で再編集し、新たなナレーションと音楽がつけられたリメイク版です。

受賞

国際科学映画協会アイントホーフェン大会名誉賞

ブラッセル自由大学科学技術映画祭特別賞

シカゴ国際映画祭教育映画部門金賞

国際科学技術映画コンクール東京大会金賞

芸術祭日本記録映画部門優秀賞 ほか

この映画は、DVD-Rで頒布されているほか、ウェブ上でストリーミング配信されています。

http://kagakueizo.org/movie/hd_marine-flowers.html

タマクラゲの発生（仮題）

東京シネマ新社

1986/2008年 原版：HDV

1986年、柿沼好子先生が、鹿児島大学理学部環境生物学講座で教鞭を執っていたころ、鹿児島で海棲生物を記録する機会がありました。

当時の目的は、パイオニアLDCと共同した、レーザーディスク動物映像大百科のためにいろいろな海棲生物を収録することでしたが、かなり詳しいタマクラゲの発生をビデオに収めました。昨年、柿沼好子先生は他界されましたが、今年9月末に鹿児島大学を会場に行われる追悼シンポジウムにおいて上映するため、新たな撮影を筑波大学下田臨界実験センターで行って、暫定版をまとめました。国立科学博物館昭和記念筑波研究資料館研究主幹並河洋先生、筑波大学下田臨海実験センター谷口研究室竹田典代さんと作業を進めて、現在も2008年いっぱい撮影を続行中で、2009年1月完成を予定しています。なお4:3画面が1986年撮影、16:9画面が2008年撮影の画像です。

刺胞動物の飼育はじめ

廣崎芳次（野生水族繁殖センター）

江ノ島水族館は1954年に開館した。定着性の花虫類は飼育展示したが、鉢クラゲ類、立方クラゲ類、ヒドロクラゲ類などは無く、どここの水族館でも飼育展示していなかった。

1949年にヒドロゾアの研究を再開された昭和天皇は富山一郎、辻村初来氏らの助力を得てその当時からヒドロゾアの飼育もされていたようで、1956年にムツノエダアシクラゲを、それよりも前にアサガオクラゲを飼育されていた記録がある。また辻村氏から10年近く飼育しているのにポリプになんの変化がなくてという相談を廣崎は1960年ごろ受けている。このような長年の経験から1961年に昭和天皇は江ノ島水族館でポリプの形状から別種のエダアシクラゲを見つけられ、1965年にはマミズクラゲの同定もしてくださった。

1953年から東北大学浅虫臨海実験所の平井越郎所長はミズクラゲやエダアシクラゲの生活史についての飼育研究を進められ、1957年に柿沼好子助手との共著であだ脚クラゲについて発表されている。これらのクラゲのポリプの飼育は、ガラス容器に海水をいれ、その中に収容し毎日水換えをしていたが、1957年に廣崎の考案した空気揚水式底面濾過装置で容易となり、柿沼さんから喜ばれた。

1958年に平井、柿沼、廣崎などが協力して日活科学映画岩波製作所の「海は生きている」が全国公開された。エダアシクラゲやオオタマウミヒドラなどの顕微鏡撮影による生活史が吉田六郎カメラマンによって鮮明に紹介された。

1962年に東北大学浅虫臨海実験所附属水族館でクラゲ展示用のマイクロアクアリウムが開設された。

1964年江ノ島水族館創立10周年記念事業として各種クラゲ類の生活史の常設展示を平井、柿沼両氏のご指導を仰いで取り組むことをきめた。

遊泳力の弱いクラゲのために多孔板の仕切りを設けたり、世代交代を促進させるために水温の変化をもたせたり試行錯誤の連続がはじまった。

1967年から上野動物園水族館でミズクラゲの飼育展示が行われた。

1968年4月日本橋高島屋で江ノ島水族館、東北大学浅虫臨海実験所、京都大学白浜臨海実験所が共同で相模湾展を開催し、オワンクラゲなどを飼育展示したが、このときに昭和天皇は飼育中のヒドロゾア3種を出品してくださった。

1973年昭和天皇はコンラードローレンツと皇居で盗刺胞の話をされた。

1975年クラゲを取り上げた映画「マリン・フラワーズ」の撮影拠点として江ノ島水族館が多額の便宜をはかった。

1977年には宮島水族館、よみうりランド海水水族館、大洗水族館など各地の水族館で常設展示が見られるようになり始めた。

浅虫臨海実験所の刺胞動物研究

原田洵治（青森県営浅虫水族館）

日本の近代生物学のさきがけとなった東北大学理学部生物学科。なかでも北日本における海洋生物研究の拠点として数多くの研究業績をあげ、優れた研究者を輩出して来た「浅虫海洋生物学研究センター」が青森市の浅虫海岸、青森湾に小さく突き出た白根崎にあります。大正 13 年 7 月、東北帝国大学理学部附属浅虫臨海実験所（浅虫臨海）として設立され、米国ペンシルバニア大学から招聘された畑井新喜司博士（初代所長）の方針により、学外の研究者にも施設を開放するという画期的な運用がなされ現在に至ります。

80 年以上にわたる業績を振り返ると、浅虫臨海で行われた（或いは、非常に深く関わった）刺胞動物研究には三つの時代が有ったようです。

① 陸奥湾生物総合調査の時代（大正 15 年：1925 ～ 昭和 18 年：1943）

国内外多数の研究者の共同によって、分類記載的研究が徹底的に行われた時代。

「アサムシ」「ムツ」「ホウザワ」等、海洋生物の学名や和名に当時の名残を留めている。

② サンゴ礁生物研究の時代（昭和 3 年：1928 ～ 昭和 12 年：1937）

日本の委託統治領であった南洋諸島で、世界に先駆けたサンゴ礁研究が行われた時代。

畑井博士の熱意が実現させた、パラオ熱帯生物研究所（1934 開設、1943 閉鎖：日本学術振興会）

③ 平井越郎（八代所長）の時代（昭和 28 年：1953 ～ 昭和 46 年：1971）

平井越郎、柿沼好子により刺胞動物の生活史研究が積極的に進められた時代。

加藤陸奥雄・中村和夫、西平守孝により刺胞動物の生態学的研究が進められた時代。

江ノ島水族館および新江ノ島水族館におけるクラゲ類の展示飼育

足立 文（新江ノ島水族館）

新江ノ島水族館では、現在 20 種類ほどのクラゲを常設展示している。この成果は、1954 年の江ノ島水族館の開館当時から、2004 年に新江ノ島水族館に移行し、2008 年の現在に至るまでの 54 年間、直接、間接に、クラゲに携わってきた多くの人々の情熱の上に成り立っている。新江ノ島水族館では、これまでにおよそ 90 種のクラゲの飼育を試みてきたが、2006 年までのデータによると、日本動物園水族館協会に所属している水族館のうち、58 園館がクラゲの飼育（展示）経験を持ち、173 種のクラゲが飼育されている。多くの水族館において、クラゲの展示は欠かせない要素の一つになりつつあるようだ。

江ノ島水族館のクラゲ展示コーナーは幾度かの拡張・改装を経た後、12 本の水槽が観覧者をとり囲むように配置された「クラゲファンタジーホール」という独特の空間として、人気を博した。その幻想的な雰囲気と踏襲し、さらに規模を拡大して作り上げられたのが、新江ノ島水族館のクラゲファンタジーホールである。展示種は、関東周辺でも見られるもののほかに、日本海までエチゼンクラゲを採集に行ったり、JAMSTEC との共同研究により、深海のクラゲを飼育展示できる機会も得られるようになった。2005 年に鹿児島沖水深 220m 付近で採集されたコトクラゲは、実に 64 年ぶりの発見であり、このクラゲを採集、飼育、展示できたことは、担当者冥利に尽きる素晴らしい経験であった。

クラゲ類については、長期飼育、飼育下繁殖、生態の解明などを目指し、現在、その飼育技術は日進月歩で向上している。水族館においては、展示手法の開拓も重要な課題であり、より多くの観覧者にクラゲ類の面白さをアピールし、関心を持ってもらおうと共に、これらが本来棲息している海へと思いを馳せて欲しいと願うのである。

北西部太平洋 3 海域におけるクラゲ類の鉛直分布

喜多村稔 (JAMSTEC・前 東京水産大学)

海洋学への有人潜水艇の導入や開閉式プランクトンネットの開発により、中・深層におけるクラゲ類の現存量の大きさ、多様性の高さが次第に認識されるようになってきた。たとえば, Angel and Baker (1982) や Pugh et al. (1997) は、大西洋および南極海の中・深層においてクラゲ類現存量（排水量）がプランクトン・マイクロネクトン群集の 50%を超えうること、Vereshchaka and Vinogradov (1999) は、クラゲ類の現存量（炭素量）が密度躍層付近においてプランクトン群集の 30-80%に達することを報告した。また, Larson et al. (1991) は、北西大西洋における有人潜水艇を用いた研究から、採集または観察した 55 種のクラゲ類のうち少なくとも 15 種は未記載種であるとし、未だ知られざる種が数多く存在することを明らかにした。しかしながら今なお、クラゲ類の出現種や鉛直分布が詳細に研究された海域は少ないのが現状である。そこで本集会では、北西部太平洋の 3 海域（相模湾・小笠原諸島近海・西部亜寒帯循環域）におけるクラゲ類の種組成および鉛直分布を示し、それぞれの分布様式を比較してみたい。本研究はプランクトンネットを用いた調査に基づいている。各調査海域の優占種とその分布深度を以下にまとめておく。

相模湾：周年の採集（0~1000m）からヒドロクラゲ 66 種、鉢クラゲ 3 種、所属不明 1 種の計 70 種（花水母目 4、軟水母目 2、剛水母目 3、硬水母目 11、胞泳亜目 6、鐘泳亜目 40、冠水母目 3）が得られ、*Muggiaea atlantica*, *Eucheilota paradoxa*, *Liriope tetraphylla*, *Lensia subtiloides* が個体数のうえで優占する。代表種の分布深度は以下の通り。0~100m; *M. atlantica*. 100~200m; *L. subtiloides*. 200~600m; *Lensia achilles*, *Lensia conoidea*, *Lensia multicristata*. 600~1000m; *Trachymedusa* sp., *Lensia havock*, *Gilia reticulata*.

小笠原諸島近海：秋季の採集（0~650m）からヒドロクラゲ 48 種（花水母目 2、軟水母目 1、剛水母目 3、硬水母目 5、胞泳亜目 3、鐘泳亜目 34）が得られ、*Chelophyes contorta*, *Lensia subtilis*, *Abylopsis* spp., *Eudoxoides spiralis* が優占する。クロロフィル極大層（100m）付近にて出現種数が最大となった。代表種の分布深度は以下の通り。50m 以浅; *C. contorta*, *Diphyes bojani*. 100m 付近に分布極大; *L. subtilis*, *Abylopsis* spp. など多数。*E. spiralis* は日周鉛直移動を示し、昼夜の極大層はそれぞれ 130m および 80m であった。100m 以深に極大; *Lensia meteori*, *Lensia fowleri*.

西部亜寒帯循環域：初夏の採集（0~500m）からヒドロクラゲ 17 種、鉢クラゲ 1 種の計 18 種（花水母目 3、軟水母目 1、硬水母目 5、剛水母目 2、鐘泳亜目 6、冠水母目 1）が得られ、*Dimophyes arctica*, *Aglantha digitale* が優占する。出現種数は 200m 以深で増加した。代表種の分布深度は以下の通り。*D. arctica*; 主として 50~200m に分布し、昼夜の分布極大はそれぞれ 150~200m および 50~100m。 *A. digitale*; 0~150m に分布し、日中は 50~100m に、夜間は 0~100m に多い。*Panathachogon haeckeli*; 日中は 300~500m, 夜間は 200~400m に分布する。

集会時には、各海域のクラゲ類分布様式を詳細に紹介するとともに、相模湾（周年調査のうち 9 月の結果）、小笠原近海（10 月）、西部亜寒帯循環域（7 月）の結果を用いて比較を行う。

The anthomedusan fauna of the Japan Trench: preliminary results from in situ surveys with manned and unmanned vehicles

Dhugal Lindsay (JAMSTEC) • Francesc Pagès (CSIS) • Jordi Corbera (Carrer Gran) • Hiroshi Miyake (Kitasato University) • James C. Hunt (East Stroudsburg University) • Tadafumi Ichikawa (NRIF,FRA) • Kyohei Segawa (NRIF and NRIFSF,FRA) • Hiroshi Yoshida (JAMSTEC)

Modern in situ survey technologies such as crewed submersibles, remotely-operated vehicles (ROVs), towed camera arrays, and visual/video plankton recorders (VPRs) were used to characterize the dominant anthomedusan species off the eastern seaboard of Japan. Information on the spatio-temporal distribution, relationships to physico-chemical water column parameters, taxonomy, and species-species interactions are presented with particular reference to *Pandea rubra* and *Euphysa japonica*. The possibility of run-on, cascading detrimental effects of oceanic acidification on midwater ecosystems was identified from observations made during the present study. Use of a new survey system, the PICASSO uROV system, is discussed in regard to studies on mesopelagic cnidarians.

ミズクラゲの環境適応能力

三宅裕志（北里大学海洋生命科学部）・柿沼好子（鹿児島大学名誉教授）

ミズクラゲは世界中に分布し、10～36PSU の幅広い塩分環境に生息している。また、本種は沿岸域や内湾に生息するため、大量の降雨や真夏の渇水、高温による急激な塩分変動にさらされる。講演ではミズクラゲの環境塩分がもたらす生体への効果及び影響を調べ、生活環における生活様式と塩分適応性について考察したい。

環境塩分に対するミズクラゲの成長を調べるために、10、20、30、40PSU の各塩分でクラゲおよびポリプを飼育した。ポリプにおいては無性生殖法およびコロニー形成過程を追跡、クラゲについては生残率、直径、湿重量などを計測し成長を調べた。

また、ミズクラゲの急激な塩分変動への短時間における適応を調べるために、10、20、30、40PSU の各塩分にミズクラゲを移し、クラゲの行動および物理化学的環境の経時的変化を測定した。また、クラゲの生活様式と塩分適応性を比較するため、常に浮遊生活するミズクラゲとは全く異なる生活様式を持ち、底生生活するサカサクラゲを用いても同様の実験を行った。

ポリプの増殖は 10PSU ではポリプは無性生殖が抑制され、かろうじて生きている状態とどまっていたが、その他の塩分においては塩分が低いほど無性生殖の開始が早く、増殖率も高くなり、コロニーの面積も大きくなった。

クラゲの成長では、10PSU では直ちに死亡したが、その他の塩分では生残率、傘径は低塩分ほど高くなった。30PSU では最も標準的な正常な形態となり、20PSU では扁平な形態となり、40PSU では非常に胃が小さく、傘と口腕のバランスが異常な個体となった。

ミズクラゲは 10PSU では5～数十秒でクラゲの拍動が無くなり死亡した。20PSU 以上の塩分では6～12時間程度でその環境水に順化した。サカサクラゲの場合、10PSU では直ちに死亡せず、12時間以上も生存することができた。その他はミズクラゲとほぼ同様の結果となった。

以上のことから、ミズクラゲのポリプは、沿岸の河川の流入や降雨などによる著しい塩分の低下、また海洋の物理的作用による塩分の回復など、塩分変動という環境刺激の中で、生活環を促進、抑制されながら完了していると考察された。また、常に浮遊し、移動能力を持つミズクラゲは急激な塩分変化に対しては順化しにくく、その場を鉛直、あるいは水平移動することで急激な塩分変化を避けるが、底生生活をするサカサクラゲは急激な塩分変化に対して順化する能力があることが考察された。

さらに、同じミズクラゲでも、浮遊世代、着生世代という生活様式の段階（発育段階）が異なることによって、その塩分環境に順化し、内的環境を変化させて適応できる範囲が変化し、それぞれの生活環境に応じた適応能力のあることが示唆された。

東京湾におけるクラゲの生態ークラゲ類はなぜ増えたか？

石井 晴人（東京海洋大）

最近の多くの研究から、世界中の海域でクラゲ類の個体数が増加しており、時として大量に発生していることが明らかとなってきた。そのなかで、日本近海で最も問題となっているのは、内湾域におけるミズクラゲと、対馬暖流にのって日本海や三陸沖などに来襲する大型のエチゼンクラゲであろう。

クラゲ類の増大をもたらした要因の一つとして頻繁に指摘されていることが、富栄養化の進行と、それに伴う餌生物の個体数の増加である。大都市部に面した内湾域においては、経済活動の上昇や人口集中により、溶存態無機窒素を始めとする栄養塩類の増加がもたらされている。逆に、河川域上流部におけるダムの増加や河川床の改修、埋め立て等に伴う干潟の消失等により、海域におけるケイ酸塩類の濃度は減少してしまう。すなわち、Si/N比が低下してしまうのである。そのため、植物プランクトンの現存量や生産速度は高いものの、植物プランクトン相については、ケイ酸塩類を必要とするケイ藻類にかわりナノサイズの微小鞭毛藻類の占める比率が上昇することが、東京湾等で観察されている。植物プランクトン相の小型化は、当然、その消費者である動物プランクトン相にも影響を及ぼしており、例えば日本の内湾域でごく普通に観察される鞭毛藻食者の小型橈脚類 *Oithona davisae* 等の増加に有利に働くことは容易に考えられることである。同様に小型鞭毛藻類を摂餌する微小動物プランクトンにも有利にはたらいっていることが考えられ、実際に東京湾では、有鐘絨毛虫類の出現密度も上昇している。このような動物プランクトン相の小型化は、当然、高次捕食者相に影響を与え、すなわち視覚的捕食者である魚類等よりも、機会的（接触）捕食者であるクラゲ類の繁栄をもたらしていると考えられる。このことは、現場海域で採集したミズクラゲの胃腔内容物において小型橈脚類の *O. davisae* が年間を通して極めて高い割合で出現していることから明らかであり、富栄養化の進行した内湾域では、クラゲ類が高次捕食者として重要であると同時に、微小鞭毛藻類～微小・小型動物プランクトン～クラゲ類と連なる Gelatinous Food Chain が、極めて卓越していることを示唆している。すなわち、海域の富栄養化と並行して生じる動物プランクトン個体密度の増加とその群集構造の変化が、クラゲ類の増加や大規模なパッチの出現を誘引した一因であると考えられるのである。

最近の研究では、富栄養化に伴う底層域の貧酸素化もクラゲ類の増大に関与していることが示唆されてきている。貧酸素水塊は、動物プランクトンや魚類等の生息や生残を妨げる一方、それらを捕食するクラゲ類には、その及ぼす影響は低く、逆に餌生物の逃避行動が鈍くなることなどにより有利にはたらいっていることが指摘されている。さらに、より貧酸素水塊の影響を受ける付着生活期であるポリプ世代においても、高い貧酸素耐性と貧酸素水塊内における無性生殖が観察されている。これらの報告は、富栄養化や貧酸素水塊を生じさせるような環境変動のベクトルが、さらに全世界的なクラゲ類の大量発生を引き起こす可能性を示している。すなわち、生食食物連鎖の卓越した、いわゆる魚類を高次捕食者とする”健全な”生態系では、クラゲ類は決して優占種として出現しえないが、一度そのバランスが崩れると劇的に増大して出現することを警鐘している。

ムーン・ジェリー ミズクラゲのライフサイクル

1975/78年 原版：16mm 33分 自主企画：東京シネマ新社作品

この作品はもっとも代表的でよく知られた鉢クラゲ類のミズクラゲのライフサイクルを克明な顕微鏡・接写微速度撮影によって映像化したものです。海洋博のための「マリン・フラワーズ」の撮影終了直後から準備を始め、東北大浅虫臨海実験所で柿沼好子先生のご指導の下、ポリプの成長やストロビレーションを微速度撮影したほか、ポリプを東京に持ち帰り、2年ほど飼い続けて社内でも何回かストロビレーションをさせました。さらに若狭湾の音海で漁師の家の納屋を借りて長期撮影をし、音海湾の貯木場のブイの裏側に着くポリプを見つけるなどし、ここで一般によく紹介される世代交代のパターンではない、若いポリプから直接ブラヌラ幼生がでる例や、ブラヌラ幼生がものに付着しポリプに変態する過程を克明に記録しました。

受賞

国際科学映画協会 ヴェネチア大会名誉賞

ANZ A A S 国際科学映画エキジビション特別賞

その他内外で多くの賞をいただきました。

この映画は、DVD-Rで頒布されているほか、ウェブ上でストリーミング配信されています。

http://kagakueizo.org/movie/sdn_moonjelly.html

食用クラゲの話

大森 信（阿嘉島臨海研究所）・喜多村 稔（JAMSTEC）

中華料理に欠かせない食材であるクラゲは東アジアから東南アジアで主に漁獲される。すべての種類は鉢クラゲ綱根口クラゲ目に属している。漁獲量は東南アジアからだけでも年間 169,000 トン以上と思われ、中国東北部では養殖が行われている。中国、日本、韓国などからの需要の高まりにもかかわらず、食用クラゲ類についての生物学的研究は進んでいない。漁獲量には著しい豊凶があり、個体の成長速度はきわめて大きい。各種の生活史、出現機構、生残・成長特性の解明が待たれる。その上で近年指摘されるクラゲ類の増加と沿岸環境の変化との結びつきが明らかにされよう。エチゼンクラゲを除いて食用クラゲ類は市場で 8 つのタイプに分けて取引されている。漁獲が行われている現地調査でそのうちの 7 つのタイプについては分類学上の位置と問題点およびそれぞれの出現地と漁期がかなり明らかになった。漁業の上で最も重要な種は、東アジアでは *Rhopilema esculentum* Kishinouye、東南アジアでは *Lobonema mayeri* Light（または *Lobonemoides gracilis* Light）である。

東南アジア、特にベトナムにおける北部におけるクラゲ漁業

西川 淳（東大海洋研）

浮遊性刺胞動物の沿岸水域での大量出現は、漁業従事者への被害、発電所取水口が目詰まり、刺胞による海水浴者の負傷など、様々な人間活動への悪影響をもたらす一方で、豊富に出現する根口クラゲ類の一部は古くから漁獲されており、人間の食料として利用されるとともに経済活動にも影響を与えている。クラゲ漁業の中心地、東南アジアでは少なくとも 8 種のクラゲ類が漁獲されていることが知られているが、漁法・漁期などは地域によって異なる。本講演では、クラゲ漁業の実態について、特に従来知見が乏しいベトナムにおける漁業を中心にご紹介したい。

ベトナム北部の主要なクラゲ漁場のひとつであるタンホアでは、漁期は 4 月から 5 月にかけてで、毎年ほぼ一定している。漁に使う船は竹で出来た船体に着脱式のエンジンを載せた単純なものだが、舷が低い重いクラゲの揚収に適している。使用している漁具は魚類などを捕獲するものと同じ gill net や水面を漂う個体をすくうためのタモ網で、特にクラゲに特化した漁具は使用していない。漁獲されている種は、*Rhopilema hispidum*（ヒゼンクラゲ）と *R. esculentum*（ビゼンクラゲ）の 2 種で、*R. hispidum*の方が *R. esculentum*よりはるかに多く採集される（約 1000:1 位の割合）。一方、漁師から加工工場への売値は前者が一個体あたり 0.5 米ドル程度であるのに対して後者は 4 ドル弱とより高価である。我々の調査では、混獲種として、旗口クラゲ類 *Cyanea*, *Chrysaora*, *Sanderia* やヒドロクラゲ類 *Aequorea* が確認できた。漁船が浜に戻ってくると漁師の家族が待ち受けており、クラゲはその場で直ちにナイフなどを使って傘部、口腕部、口腕癒合部の 3 つの部分に解体され、別々に加工される。クラゲ各部位の加工には塩と明礬を用いた伝統的な方法を用いる。水槽に移された各部位に対して塩、明礬を段階的に加えていき、最終的に生体湿重量に対して約 70% 程度の塩と 10-20% 程度の明礬を加えたところで 5 日から 1 週間程度静置し、組織の脱水、硬化を行う。加工されたクラゲは木箱に詰められ、ブローカーが買い付けに来るのを待つ。これらクラゲ加工品は 1-2 ドル/kg で取引される。

我々の推定によると、約 2 ヶ月の漁期にこの地域で捕獲されるクラゲの個体数は 2-3 万個体/日、または 80-120 万個体/漁期に達し、クラゲ漁業がこれら大型根口クラゲ類の個体群動態へ与える影響やクラゲ類除去による漂泳生態系の変化について調べる必要があるだろう。一方、クラゲ漁業は従事者に多大な利益をもたらしていることも明らかになった。推定される収入はクラゲ漁師一人あたり 31-75 米ドル/日もしくは 1200-1300 米ドル/漁期に達し、クラゲが豊漁の年は約 2 ヶ月の漁期だけでその年すべての生活費がまかなえるということだった。加工工場の社長は、我々のインタビューに対して、一年間の利益で 12500 ドルの新しい家を建てることができたと語った。

ベトナム・タンホア地区のクラゲ漁業は地元の経済に大きな利益をもたらしているが、その反面、当地のクラゲ漁業は変動の激しいクラゲ資源量やブローカーの買い取りに依存しており、不安定性も併せ持つ漁業であるといえる。持続可能な漁業のためにも、食用根口クラゲ類に関する分布・生態研究が望まれる。

大量発生する根口クラゲ類に共通する生態学的特性

河原 正人 ・ 上 真一（広島大学大学院生物圏科学研究科）

1. 背景

エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* の大量発生は 2002 年以降ほぼ毎年のように起こっており、本邦沿岸漁業に甚大な被害をもたらすことから、その原因究明と対策が求められている。我々は、2003 年からエチゼンクラゲの研究を開始し、これまで不明であった生活史、メデューサ期の成長、呼吸量、餌要求量及びポリプの増殖特性などを明らかにしてきた。同時に日中韓の国際共同調査、特にフェリーからの目視観測や定置網への入網数のモニタリング調査などから、本種の発生海域、発生規模、輸送経路などが明らかになりつつある。これらの成果から、これまでほとんど未知の生物であったエチゼンクラゲの正体が次第に明らかになってきた。しかしながら、「なぜエチゼンクラゲは大量発生するのか？」という根本的な疑問に対し、明確な解答を出せる状態にない。そこで本発表では、世界の根口クラゲ類の大量発生状況とそれらの生態学的特性についてまとめ、エチゼンクラゲとの共通点を抽出することを目的とした。そしてその共通点が、エチゼンクラゲの大量発生研究のカギとなるかどうかを考察する。

2. 世界の根口クラゲ大量発生例

根口クラゲ目は世界で 92 種が知られている (Kramp 1961, Mianzan and Cornelius 1999)。文献調査などから、そのうち 10 種が過去に大量発生をしていることが明らかとなった。その中でも *Phyllorhiza punctata* 及び *Rhopilema nomadica* は、太平洋に分布していたものがそれぞれメキシコ湾 (Graham et al. 2003)、地中海 (Lotan et al. 1992) に移入して大量発生を引き起こしたため多くの研究が行われている。その他、オマーン沿岸の *Crambionella orsini* (Daryanabard and Dawson 2008) やイギリス沿岸の *Rhizostoma octopus* (Houghton et al. 2006) などの大量発生状況は比較的良好にまとめられている。根口クラゲの大量発生は世界各地の温帯海域で起こっており、単年もしくは複数年の大量発生の後に個体数が急に低下し、通常のレベルに戻るものが共通している。

3. 根口クラゲの生活史比較

これまでに根口クラゲ 15 種の生活史が明らかとなっており、そのうち 7 種は上記の大量発生を引き起こす問題種であった。(Calder 1982, Holst et al. 2007, Schiariti et al. 2008)。根口クラゲのポリプの増殖は、旗口クラゲのように出芽、分裂及びポドシスト生産などを同時に行うのではなく、遊泳するプラヌロイドもしくは休眠するポドシストのどちらかを持つことが特徴である。このうち共生藻を持つ種 4 種は全てプラヌロイド型であり、一方共生藻を持たない 8 種はポドシスト型の増殖方法であるという特徴がある。

4. 考察

根口クラゲ類の大量発生は、主に共生藻を持たない温帯種により引き起こされていた。また旗口クラゲの場合と異なり、数年以内に突発的に大量発生する傾向が見られた。そして、これらの根口クラゲはポドシスト型の無性生殖を行う共通点があった。エチゼンクラゲはこれら総ての特性を共有している。以上のことから野外におけるポドシストの蓄積状況や出芽誘発要因に関する研究が、今後のエチゼンクラゲの個体群動態解明のカギになるだろう。また中国沿岸での調査が困難である現状を考えると、本邦産のポドシスト型根口クラゲの生態研究を進展させることが、エチゼンクラゲの大量発生の原因究明につながるであろう。

伊勢湾・三河湾のミズクラゲの分布

豊川雅哉（中央水研）・青木薫（横浜国大）・山田智（愛知水試漁生研）・保田章（海洋プランニング）

菊池知彦（横浜国大）

ミズクラゲは伊勢湾・三河湾においても時に発電所の取水口を詰まらせ、取水障害を起こしている。旋網や底曳き網で網を破ることもあるという。我々は2007年から伊勢湾と三河湾でミズクラゲ成体の分布を調査し、2008年からは幼生、ポリプの調査も行っている。伊勢湾については、既に2004年から中部電力が成体やポリプの調査を行っており、現在では、伊勢湾・三河湾のミズクラゲでは全国で最も詳しく調査されている一例であると言える。その調査の現在までのまとめを報告し、諸家の助言を請いたいと思う。

クラゲ大発生に関するわが国初の大型プロジェクト：STOPJELLY

上 真一（広島大学大学院生物圏科学研究科）

1. クラゲ大発生研究に至る背景

漁獲行為により大型魚が駆逐され次第に小型魚に移行するものの、海洋は魚類生産を継続するものと考えられていた。しかし、魚類に替わってクラゲ類が海洋の主要構成者になる可能性が浮上し始めた。世界各地でクラゲの大発生、異常発生が頻発し始めたからである。本邦内湾域ではミズクラゲがこの数10年間に増加し、また東アジア縁海域（渤海、黄海、東シナ海、日本海）では2002年以降巨大エチゼンクラゲが毎年のように大発生し、本邦の沿岸漁業に甚大な被害をもたらしている。しかし、魚類に比較するとクラゲ類に関する知識は極めて少なく、持続的漁業のためにいわば「環境クラゲ学」の創生が必要となった。

2. STOPJELLY (Studies on Prediction and Control of Jellyfish Outbreaks)

上記の状況に鑑み、農林水産技術会議は「環境変動に伴う海洋生物大発生の予測・制御技術の開発」(POMAL)を2007年度から開始した。本プロジェクトは2つのプロジェクトで構成される。一つは有用生物である魚類の「魚種交替の予測・利用技術の開発」(SUPERFISH)、そしてもう一つが有害生物である「クラゲ類の大発生予測・制御技術の開発プロジェクト」(STOPJELLY)である。両プロジェクトは予定では期間5年間、年間予算約2億円で実施される。私がSTOPJELLYのプロジェクトリーダーを務めている。

STOPJELLYの最終目的は、豊かな魚類生産を支える海洋生態系の保全、回復を図ることである。そのために、1) ミズクラゲの増加や大発生の原因は何か、2) ミズクラゲ発生を事前に予測し、増殖を制御できないか、3) エチゼンクラゲにも同様なアプローチはできないか、との3課題を立て、13研究機関、25名の研究員が共同して従事している。(ウェブサイト: "POMAL"で検索すると容易に搜せる)

1) ミズクラゲの発生機構の解明

- B101 瀬戸内海、中海等でのミズクラゲ発生機構の解明
- B102 東京湾でのミズクラゲ発生機構の解明
- B103 伊勢・三河湾でのミズクラゲ発生機構の解明
- B104 伊勢湾のミズクラゲ発生機構の解明、遡及的調査と魚類競合者との相互関係を通して
- B105 宇和海、瀬戸内海のミズクラゲ発生・集群機構の解明
- B106 ミズクラゲの発生機構と食物連鎖構造、特に微小動物プランクトンの役割

2) ミズクラゲ発生予測・制御技術の開発

- B201 ミズクラゲポリプの物理・化学的制御
- B202 ミズクラゲポリプの微生物学的制御
- B203 ミズクラゲの天敵による生物学的制御
- B204 魚類との競合関係の解明によるミズクラゲの制御
- B205 魚類との相互関係、モデリングに基づく予測技術開発
- B206 クラゲカッター現場応用によるミズクラゲ発生制御
- B207 環境要因をベースにしたモデリングに基づくミズクラゲ発生予測

3) 大型クラゲの発生予測・制御技術の検討

- B301 大型クラゲの日本海沿岸への定着可能性の予測と生態特性解明に基づく発生制御
- B302 魚類との相互関係に基づく大型クラゲの発生制御
- B303 繁殖生態の解明に基づく大型クラゲ発生予測
- B304 生理・生態的特性の解明に基づく大型クラゲの発生予測・制御

鉢クラゲ類から抽出したムチンの構造解析

丑田 公規・鶴澤 洵・馬場 崇行・浦井 誠・谷口 佳代子（理研）

ムチン類は、コラーゲン類、ヒアルロン酸、コンドロイチン（硫酸）などと同様、細胞外物質（ECM）に属する物質群の名称で、多くの動物では粘液の主成分であることが知られている。ムチンあるいはムチン様糖タンパク質と呼ばれる物質は、長大ペプチド鎖（多くは繰り返し構造を持つ）のトレオニンまたはセリン残基に酸素原子を介して糖または糖鎖が結合（O グリコシド結合：エーテル型結合）した高分子と定義される。通常のムチンでは、ペプチド鎖に様々なムチン部分以外のドメインが存在し、糖鎖には著しい多様性（glycoform）があるので、ムチンと言えは構造が複雑すぎて物質科学的な解析は困難であるとされてきた。しかし、糖鎖を介した分子認識能、ウイルスや細菌を認識したり吸着する静菌作用、界面活性剤としての作用など、ムチンの豊富な機能は生命活動全体に重要な役割を果たしていることはよく知られている。

我々は8種類以上のクラゲ（鉢虫綱、箱虫綱）類から共通のムチンを高収率（湿重量の0.03wt%）で採取した。それらはクラゲ体内の至る所で見いだされ、8つのアミノ酸による繰り返し配列を共通にもったムチンであると推定された。繰り返し配列は、ペプチドシーケンサによるエドマン分解、アミノ酸分析、NMR で確認され Val-Val (Ile)-Glu-Thr-Thr-Ala-Ala-Pro が数10回以上繰り返している。この繰り返し構造を持つムチンをクニウムチンと命名した。この繰り返し配列はヒトの MUC5AC と呼ばれるムチンの繰り返し構造 (Thr-Yhr-Ser-Thr-Thr-Ser-Ara-Pro; 下線の残基は位置も共通) と酷似しているのが興味深い。現在単離されているムチンは、ほぼ繰り返し構造のみからなり、分子量分布も幅広いことが従来のムチンと大きく異なる。糖鎖の主たる構成糖は、N-アセチルグルコサミン (GalNAc) をはじめとした4種類で植物でしか見られないアラビノースが多いことや、高等生物で見られるシアル酸がないことが特徴である。

ムチンはカイメン、ヒトデ、サンゴ、イカなどの海洋生物でも確認され、進化の段階に応じて糖鎖やペプチドの構成が変化しているものと思われる。生活環境に応じてどのようにムチンを獲得していったかは興味ある研究課題である。また、コラーゲン類をはじめとしたクラゲ類における ECM 物質の分泌はその速い成長過程と大いに関係がある。細胞数と ECM 物質のバランスがどのように変化しているかも興味深い。

ムチンのアミノ酸配列は遺伝子上で見いだされていることも多いが、糖鎖部分は翻訳後修飾によって作られるので、ムチンを人工的に発現させることはできない。また、ペプチド部分を発現させた後に糖鎖を人工的に接続させることも不可能である。今のところ工業的に大量生産したムチンを他の ECM 材料と同じように供給するには天然物からの抽出以外に考えられない。現在家畜類（牛、豚、羊）の胃液ムチン（ガストリックムチン：食品添加物として認可）や唾液ムチン（顎下腺ムチン）が提供されている。前者は安価であるものの純度が低く構造が確定しておらず、後者は純度が高く、構造も解明されているものも多いが、採取量が少なく高価である。クニウムチンは2つの長所を併せ持った材料であるといえる。構造の大部分が確定していることによって、キチン、キトサン、フコイダンなどと同程度に医薬品原料、医用材料、ナノ材料として取り扱いやすく、優位性があると考えている。

巨大エチゼンクラゲの生物学特性と対策に対する提案

安田 徹（敦賀短期大学地域交流センター）

日本近海のクラゲ類による漁業被害は、1920 年以降少なくとも 40 例以上知られているが、1990 年の後半から、ミズクラゲやアカクラゲの他中・小型ヒドロ虫類、サルパ、ゾウクラゲ類が加わる複数種の被害が、特に日本海側で進行してきた(安田 2003、'05)。このなかで、漁業被害が甚大で、漁家の死活問題までに発展したのが、巨大エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* の大量（異常）出現であろう。そこで、本種の生物学特性の知見を整理すると共に、他のクラゲ類を含めた今後の対策や課題について、演者の考えを述べ参考に提したい。形態：傘は半球状で、傘径 60～200cm、重量 15～150kg、時に 200kg に達する。体色は淡い褐色、ピンク、灰色で、上傘の表面は、鮫肌状。8 個の感覚器の間には 10～12 枚の縁弁がある。生殖腺下腔は、円または楕円形で、突起物がない。肩板と口腕の下方には、淡い褐色の触手の他、チョコレート色で先端に丸味のある長大な細紐状付属器が 40～50 本あり、傘径の 3～5 倍以上、時に 10m に達することが初めて明らかとなった。

発生場所：揚子江河口を中心に、中国東沿岸～朝鮮半島南西沿岸と推定される。

繁殖期と卵数：傘径 30 cm 以上から成熟。繁殖期は 8～3 月、盛期は、プラヌラの出現状況から 9～2 月とみられる。成熟した雄の精巢は、ミルクがかったピンク、雌は茶色となる。

卵巣内には 100 μ m 前後の完熟卵とそれ以下の異なる 2 グループの卵があり、傘径 70～130 cm の雌の抱卵数は、容積法により引き伸ばすと、300 万～4.2 億粒と推定された。

生活史・成長：ソラマメ型のプラヌラ(2～300 μ m)は、ドーム状の口柄を持つポリプ(2～5mm)となり、足盤又は体基部の組織塊から出芽して無性生殖する。春～初夏にかけて横分裂し、2～4 枚のエフィラ（2～3 mm）を形成する。これは 1 ヶ月で 1～4 cm、2 ヶ月で 10～50cm となる。日本海中央部では、50～60cm の群れが、1.3 ヶ月後に、実に 130～140cm（2 倍以上）に成長、最大 210 cm に達するが、越冬・夏していないので、寿命は 1 年未満。

食性：触手や紐状付属器の粘液から、珪藻類、原生動物、フジツボ、二枚貝、巻貝の幼生、小型カイアシ類、破片状有機物等が確認されている。ポリプと共に雑食性とみられる。

傘の拍動と水温：傘径 1 m の個体では、1 分当たり 14～22 回のリズムカルな開閉運動を行いながら、水平・鉛直移動をする。大量出現時の水温値から、最適温度は 15～29°C で、15°C から次第に活力が低下していくが、他に 10°C 前後でも拍動する別の群れが知られている。

分布特性：鉛直分布的では、主に 30m 以浅の表層暖流水に生息。日本海側で 350～400m、太平洋側で 200～800m からの記録があるが、これらは死亡個体の沈降によるとみられる。水平分布では、大型暖水塊・冷水塊の形成や接岸、沖合暖流の蛇行等がクラゲの大量出現に関連し、近年の東シナ海の温度上昇や台風による攪乱も関与していると考えられている。

対策に対する提案：イ）クラゲ出現予測に際し、傘径実測の追加、宇宙工学の技術・知見の導入。ロ）釣り・刺網漁業対策の推進ハ）刺胞毒の研究。ニ）食品・有効物質抽出の促進。ホ）海区毎のクラゲ相談室の設置(各海区のクラゲ情報提供者、グループのリストアップ、情報収集、種名、出現予測、応急手当・予防の解説)。ヘ）現地調査費の確保・均一化。

資 料

表 クラゲ類による漁業被害 (安田ほか、2003と黒田2004 (私信) に追加)。

発生または大量出現年月	海 域	被害漁業または水産生物	種 名
1896年5月	三陸沿岸	底曳網、海藻類枯死・離脱	キタミズクラゲ*
1920年10～12月	富山県・富山湾	ブリ大型定置網、地曳網、手繰網	エチゼンクラゲ
	福井県・若狭湾音海沿岸	同上	エチゼンクラゲ
1922年11月	福井県・若狭湾沿岸	大型・小型定置網	エチゼンクラゲ
1924年?	福井県・若狭湾沿岸	大型・小型定置網	エチゼンクラゲ
1931年4・7月	徳島県	定置網、打瀬網、桁網、地曳網	ミズクラゲ
1932年3月	青森県～三陸沿岸	機船底曳網、海藻類枯死・離脱	キタミズクラゲ*
1935年?	秋田県	ハタハタ建網	エチゼンクラゲ
1937年7月～'38年1月	青森県・大畑	各種網漁具	エチゼンクラゲ
1938年?	日本海沿岸	—	エチゼンクラゲ
1942～'43年?	青森県・深浦	—	エチゼンクラゲ(?)
1948年?	福井県・若狭湾沿岸	定置網、小型底曳網	ミズクラゲ(?)
1950年7～9月**	秋田県・八郎潟	シラウオ、サヨリ、クロダイ、シジミ、 水鳥の異常へい死、淡水藻類の枯死 イシモチの異常へい死	ミズクラゲ
	石川県・七尾湾	大型・小型定置網	ミズクラゲ
	福井県・若狭湾沿岸	手繰網	エチゼンクラゲ
1950年10月	青森県・深浦	—	エチゼンクラゲ
1951～'52年?	新潟県・能生、小泊	—	エチゼンクラゲ
1952年7～8月	京都府・福井県・若狭湾西部沿岸	大型・小型定置網	ミズクラゲ
1953～'55年?	石川県・金石	—	ミズクラゲ
1955～'56年5～8月、 10～12月	石川県・輪島、宇出津	大型・小型定置網	エチゼンクラゲ
	富山県・富山湾沿岸	同上	エチゼンクラゲ
	石川県・内浦、輪島、福井県・高浜	同上	エチゼンクラゲ
1957年4～6月	青森県・大畑、山形県・酒田	小型定置網、小型底曳網	ミズクラゲ、オワンクラゲ(?)
	京都府・宮津湾	同上	ミズクラゲ、オワンクラゲ(?)
1957年10～11月	山形県・加茂、福井県・小浜	同上(?)	エチゼンクラゲ
1958年8～12月	本州日本海全域、八戸、 三陸沖、鹿島灘	大型・小型定置網、底曳網、底建網、巾着網、 刺網、地曳網、延縄、釣り、小壺網、棒受網	エチゼンクラゲ
1968年6～12月	富山県・富山湾、石川県・七尾湾	小型底曳網、桁網	ミズクラゲ
1971～'72年6～10月	福井県・京都府・若狭湾西部沿岸	大型・小型定置網、小型底曳網、桁網	ミズクラゲ
1975年5～9月	福井県・若狭湾西部沿岸	同上	ミズクラゲ
1976年4～7月	京都府・宮津湾、舞鶴湾	小型定置網、底曳網、刺網	ミズクラゲ
1980年5～8月	熊本県・八代海沿岸	小型定置網、壺網、羽瀬網、流網	ミズクラゲ
1981年5～8月	福井県・内浦湾	刺網	アカクラゲ
	岡山県沿岸	小型定置網、底曳網	ミズクラゲ
	熊本県・八代海沿岸	壺網、小型定置網、羽瀬網、流網	ミズクラゲ
	沖縄県・北谷沿岸	建干網	ハブクラゲ
1983～'85年5～8月	熊本県・八代海沿岸	壺網、小型定置網、羽瀬網、流網	ミズクラゲ
1985年8～9月	京都府・栗田湾	刺網、小型底曳網	ミズクラゲ
	福岡県・古賀市花見浜	—	エチゼンクラゲ
1994年秋～冬	兵庫県・香住	—	エチゼンクラゲ
	福岡県・玄海沿岸	—	エチゼンクラゲ
1995年7～8月	千葉県・館山湾	刺網	アカクラゲ
9～12月***	日本海全沿岸 (青森～山口県)	大型・小型定置網	エチゼンクラゲ*
	岩手県・釜石	同上	エチゼンクラゲ
1997年3～6月***	日本海沿岸 (山形～島根県)	大型・小型定置網、小型底曳網、刺網、 延縄、釣り	ミズクラゲ、アカクラゲ*
1998年5～12月	福井県・若狭湾沿岸	大型・小型定置網、小型底曳網	ミズクラゲ、ヨウラククラゲ*
	兵庫県・竹野沿岸	—	ミズクラゲ、ヨウラククラゲ*
1999年4～8月**	日本海沿岸 (山形～福岡県)	大型・小型定置網、小型底曳網、刺網、 延縄、釣り	ミズクラゲ、アカクラゲ、 一部オワンクラゲ*
2000～'04年7～8月	瀬戸内海全沿岸	同上(?)	ミズクラゲ
2000年3～8月**	日本海全沿岸 (青森～山口県)	大型・小型定置網、小型底曳網、刺網、 延縄、釣り	ミズクラゲ、アカクラゲ*、 一部オワンクラゲ*
2000年8～10月	福井県・丹生～西小川	養殖漁場	ギンカクラゲ*
	京都府・若狭湾西部沿岸	—	—
2002年8～12月	日本海全沿岸 (青森～福岡県)	大型・小型定置網、旋網、刺網、 大型・小型底曳網、延縄、釣り	エチゼンクラゲ*、ミズクラゲ*
2003年8月～'04年3月	日本海全沿岸、千葉県以西～青森県	同上	エチゼンクラゲ*、ミズクラゲ*
2004年8～12月**	福井県、石川県、青森県	大型・小型定置網	エチゼンクラゲ*、ミズクラゲ*
2005年7～12月	日本海・太平洋・瀬戸内海沿岸	ほぼ全漁業	エチゼンクラゲ*、ミズクラゲ*

* 著者の同定による (キタミズクラゲは推定)。

** サルバ類 (主にトガリサルバ *Salpa fusiformis*、オオサルバ *Thetys vagina*) を含む。

*** サルバ類のほか、ゾウクラゲ類 (主にハダカゾウクラゲ *Pterotrachea cornata*) を含む。

参考文献

安田 徹・上野俊士郎・足立 文 2003 海の UFO クラゲ、発生・生態・対策、206 pp. ,
恒星社厚生閣、東京。

安田 徹 2005 巨大エチゼンクラゲの生物学特性と漁業被害(1)。日本水産資源保護協会、
12月 月報, No.488, 1-9。

安田 徹 2007 エチゼンクラゲとミズクラゲ—その正体と対策—169pp.成山堂書店、東京。

ポスター発表

加茂水族館のクラゲ展示の取組について

奥泉和也（鶴岡市立加茂水族館）

鶴岡市立加茂水族館では、1997 年に行った特別展「サンゴとサンゴ礁の魚」のサンゴ水槽に自然発生したサカサクラゲを育成展示し、入館者の反応がとても良かったことがきっかけとなりクラゲ類の展示が始まった。当時、資金的な問題から既存のクラゲ水槽は購入することができず、浮遊するクラゲの飼育は困難だった。しかし、99 年に現在のオリジナル水槽の原型となるクラゲ水槽を開発し、安価に作ることが可能となった。00 年には専用のクラゲ展示室「クラネタリウム」を作り、05 年にはリニューアルにより 20 種以上の展示が可能となり、その展示を支えるため研究所を併設した。08 年現在、40 種前後のクラゲを常設展示しており、展示のみに留まらず、独自の学習プログラム「クラゲ学習会」を開催し、毎年千人を超える参加者がある。クラゲ展示に特化した加茂水族館の取組について報告する。