

2020 年度  
日本付着生物学会 総会・研究集会  
(第 27 回)

プログラム  
講演要旨集

新型コロナウイルス感染症対応のため  
研究集会は中止

日本付着生物学会  
ホームページ掲載日:2020 年 3 月 19 日

## 2020 年度日本付着生物学会 研究集会 講演プログラム

1. 淡水産有肺類リムネア *Lymnaea stagnalis* に卵完熟誘起物質 (MIS) は存在するか？  
○尾城隆・黒川信(首都大院理生命科学)・田代有里(京都府立大院応用生命科学)
2. 異なる水温・流速・餌濃度環境下におけるフサコケムシの摂餌量  
○広瀬雅人・大橋孝輔・田口銀嗣・大木雄介(北里大海洋)
3. キプリス幼生の一時的付着力の飼育環境依存性  
○山口由佳・塩本昌平・小林元康(工学院大)・野方靖行(電中研)
4. 深海熱水噴出域におけるミョウガイ類の系統地理  
○渡部裕美・CHEN Chong(JAMSTEC)・CHAN Benny K.K. (Academia Sinica Taiwan)
5. 岩手県大槌湾湾口部に構成される固着性動物群集  
○谷口さくら・広瀬雅人(北里大海洋)
6. 岩手県越喜来湾の鉛直護岸壁における震災後の潮間帯生物相の経年変化  
○加戸隆介(海生研)・木村敏宏・酒井あずさ・小笹秀明・吉田冬人・濱口光・長野聡一郎・辻季宏・阿部泰久・新井拓紀・川崎寿人・小澤絵奈・難波信由(北里大海洋)
7. 女川湾における垂下式養殖物への付着性生物付着量の比較  
倉石恵・○藤井豊典・倉石恵・中村友香(東北大院農)・金子健司(福山大)・片山亜優(宮城大食産)・頼末武史・木島明博(東北大院農)
8. 自然岩礁上と人工構造物上におけるマボヤ付着状況の違い  
○神吉隆行・中本健太・早川淳・河村知彦(東大大海研)
9. 潮間帯において生物起源の構造物が生物群集に与える影響  
～マガキ・イガイ・ヤッコカンザシの比較～  
○正木僚・青木茂・岡本研(東大院農)
10. 三陸沿岸域における褐藻類の分布と底質の関係  
○中本健太・早川淳・河村知彦(東大大海研)
11. Mussel Watch に関する最新の手法と成果  
～貝殻を利用した沿岸環境モニタリングへの挑戦～  
○杉原奈央子・白井厚太郎(東大大海研)・趙力強(東大大海研・広東海洋大学)・水川薫子・高田秀重(東京農工大)・小川浩史(東大大海研)
12. イムノクロマト法を用いた東播磨沿岸におけるムラサキイガイ及びミドリイガイ付着期幼生の出現動態に関する解析  
○山下桂司・太田真紀・林義雄・神谷享子((株)センリサーチ)
13. 基板材料用新規フジツボ着生実験評価法の検討  
○三上恵(千歳科技大)・室崎喬之(旭川医大)・野方靖行(電中研)・下村政嗣・平井悠司(千歳科技大)
14. 網羅的代謝物解析で迫るホヤのケミカルコミュニケーション  
○宮古圭・酒井隆一(北大院水)

## 淡水産有肺類 *Lymnaea stagnalis* に卵完熟誘起物質(MIS) はあるか?

○尾城 隆・黒川 信(首都大院理・生命科学)・田代有里(京都府大院・応用生命科学)

【目的】魚卵は 第二成熟分裂中期から排卵まで、母体内のホルモン支配下にある。産卵後第二極体放出、受精・発生を開始する。一方 *Lymnaea(Ls)* は 第一極体形成から産卵後の淡水中で進み、非ホルモン支配の観がある。この矛盾解明に向け、海産魚マコガレイ (*PPy*) と比較した一連の実験・観察を行った。

【方法】1) 卵完熟誘起系の設定：*Ls* は半濁止水から流水へ、*PPy* は HCG 投与。  
2) 卵細胞の追尾(生殖巣→産卵口)と熟度判定：顕微生体解剖と組織学を併用。  
3) 卵完熟を促進または抑制する培養液の組成・浸透圧を *in vitro* で検討した。  
4) Steroid hormone の定量：*Ls* はヘモリンパ(HL)の ecdysteroids、*PPy* は血漿 sex steroids を EIA で定量。なお *PPy* は卵巣抽出液を二次元 TLC で展開、主要スポット及びその誘導体を GLC、GC-MS で同定、GLC で定量した。

【結果】1+2) *Ls* の卵は生殖巣を出て両性生殖輸管末端で受精。但し卵核胞は残り、極体放出もない。輸卵管末端(卵莢腺)で産卵直前に GVBD(卵核胞消失)・極体放出開始。産卵口付近の浸透圧低下が誘因か? 3) 受精直後の卵はアメーバ状で生殖腔液と等張。*Ls* 用 Ringer 液(1/8 海水相当)中で吸水、極体放出、卵割、発生を開始するが、高張液中では阻止された。産卵口手前で受ける低張刺激が、極体放出には必須で、エア/アクア・ロックシステムを連想させる。一方 *PPy* の卵巣片では、培養液の浸透圧・塩類組成変化だけで減数分裂再開を誘発出来ない。  
4) *Ls* の HL 中では卵完熟・産卵誘起刺激後、まず  $\beta$  型 ecdysone が急増、次に  $\alpha$  型が産卵直前まで徐々に増加した。 $\beta$  型は卵細胞の梱包・卵塊形成に、 $\alpha$  型は水分供給に寄与すると推察。但し分泌器官は不明。昆虫では前駆体  $\alpha$  型から活性の強い  $\beta$  型に転換する。一方 *PPy* も、まず estrogen、testosterone が卵の梱包に寄与、次に前駆体 progestogen( $17\alpha, 20\beta$ -P)が急増して卵完熟が起こる。更に corticoid 系の  $20\beta$ -S や cortisol が徐々に増加、産卵前の卵巣に増々水を集める実態が把握された。結局 *Lymnaea* の卵完熟機構は、MIS に支配されたカレイの場合と異なる反面、幾つかの共通点も見出された。今後量的変動に加え、レセプターの DNA 解析と所在を、カレイと共に解明したい。終りに、<sup>敬</sup>日比谷京・<sup>敬</sup>清水千秋両教授(東大水産)の御指導、伏谷伸宏教官・<sup>敬</sup>佐藤博雄・朝比奈潔氏ら三博士(当時東大院農)の MIS 分析時における御助言・御協力に深謝する。

【引用文献】 Woerdeman MW and Raven CrP (1946). Experimental Embryology in Holland during WWII., Elsevir, Amsterdam, 132 pp+40 figs.

尾城 隆ほか(1978). 日本水産学会秋季大会講演要旨集, 71.

Laufer H & Downer GH(eds) (1988). Endocrinology of Selected Invertebrate Types., Alan R.Liss, NY, p.89-140/Joosse J.& 141-231/Geraerts WPM. *et al.*

Teunissen Y. (1994). Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, 79 pp+33 figs.

尾城 隆ら(1996). 比較生理生化学, 13(2), 151-154.

尾城 隆ら(1997). マリンバイオテクノロジー学会講演要旨集, 71.

Oshiro T *et al.* (1998). *Comp. Physiol. Biochem.*, 15(4), 267.

Oshiro T *et al.* (1999). *Comp. Biochem. Physiol.*, 124A, S42.

# 異なる水温・流速・餌濃度環境下における フサコケムシの摂餌量

広瀬雅人・大橋孝輔・田口銀嗣・大木雄介（北里大海洋生命）

## 【目的】

フサコケムシ (*Bugula neritina*) は海藻状の起立性群体をつくり、養殖施設や貝類に大量に付着することで、貝類の斃死や餌料の競合による成長阻害の要因となる可能性がある。コケムシの摂餌量は環境中の餌の量や流速、水温によって変化することが知られているが、先行研究では被覆性の群体を扱ったものが多い。本研究では、異なる水温、流速、餌濃度環境下におけるフサコケムシの摂餌量および消化率の違いを調べることで、環境の違いによるフサコケムシの摂餌量の変化を知ることが目的とした。

## 【方法】

宮城県松島湾で9月～11月に採集したフサコケムシの群体を濾過海水中で約2日間絶食させ、糞をすべて排出させた。つづいて、絶食後の単一群体から実験に用いる枝を単離し、暗条件20～25°Cで一晩静置した。静置後の群体の伸展触手冠数（以後、触手冠数）を計数した後、水温の実験では各6群体を異なる水温（5, 10, 15, 20, 25°C）に設定したインキュベータ内で1～2時間馴致した。流速の実験では各3群体をスピードコントローラーで設定した流速（1～2, 5～6, 9～10 cm/s）環境下で1～2時間馴致した。これらは馴致後、実験ごとに同一濃度に調整した渦鞭毛藻 *Prorocentrum micans* の培養液を加えた。餌濃度の実験では、静置後の群体を6群体ずつ異なる餌濃度（300, 600, 1200 cell/ml）条件下においた。これらの群体の触手冠数を、餌料添加後2時間おきに計数した。また、2時間ごとに容器内の偽糞数を計数するとともに、得られた偽糞内の消化・未消化細胞数も計数し、偽糞内の平均消化率を算出した。実験に用いた群体は写真撮影して各枝の全長を計測し、各枝1 cmあたりの触手冠数と偽糞数を算出して、その時間変化を設定条件間で比較した。

## 【結果】

異なる水温間の比較では、触手冠数は15～25°Cで多い傾向がみられ、これらの水温間では触手冠数に有意な差はみられなかった。また、5°Cでは触手冠は観察されなかった。偽糞数については、高水温下で特に多い傾向がみられた。異なる流速間では、9～10 cm/sで触手冠数が有意に少なくなり、偽糞数は流速が遅いほど多くなる傾向がみられた。異なる餌濃度間では、触手冠数および偽糞数は300 cell/mlで有意に少なかった。一方、偽糞内の平均消化率については、摂餌がみられたいずれの水温間、流速間、餌濃度間においても有意な差はみられなかった。これらの結果から、フサコケムシは高水温、低流速、高餌濃度環境下で摂餌量が増加する傾向がみられた。一方で、これらの環境は偽糞内の消化率には影響しないことも明らかとなった。

## キプリス幼生の一時付着力の飼育環境依存性

○山口由佳・塩本昌平・小林元康(工学院大)・野方靖行(電中研)

[緒言] 本研究ではこれまでに、走査プローブ顕微鏡(SPM)のカンチレバーに活動中のアカフジツボキプリス幼生を固定し、触角先端の付着器と基板表面との付着力を測定<sup>1)</sup>することで、日齢により付着力が変動することを見出してきた。今回は、幼生を異なる塩分濃度の海水中で保管した場合、付着力にどのような影響が現れるのかを検討した。

[実験方法] 室内で飼育し得られたアカフジツボキプリス幼生 20 個体を 40 mL の天然海水(塩分 35)または希釈海水(塩分 22)それぞれに加え、インキュベーター(温度 23 °C)内にて保管(無給餌飼育)した。チップレスカンチレバーの先端に接着剤を適量付け、キプリス幼生 1 個体の甲皮を海水中にて 20 分間押さえつけることにより固定した。Figure 1 に示すように SPM ヘッドをマイクロメーターで駆動させ、プロピルシラン(PrS)単分子膜で疎水化したガラス基板とキプリス幼生の付着器を接触させた。次にキプリス幼生の付着器を基板から引き離し、このときに生じるカンチレバーのねじれ量から付着力を求めた。保管時の塩分濃度にかかわらず、測定時の塩分濃度は 35 とした。

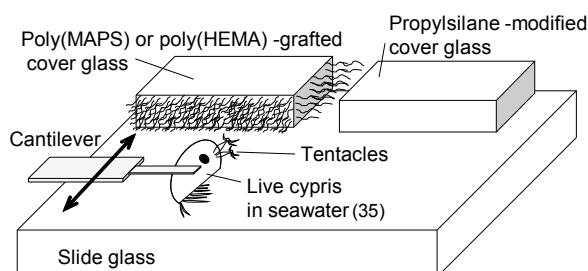


Figure 1. Schematic images of adhesion measurement of live cypris in seawater by SPM. All measurements were carried out in seawater (salinity 35) at 23 °C.

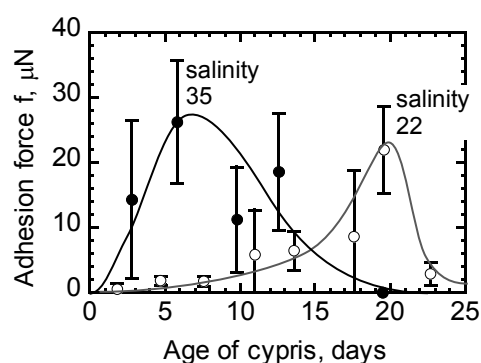


Figure 2. Time evolution of adhesion force of tentacles of cypris cultured in seawater with salinity 35 (●) and 22 (○) on PrS-modified glass surface in seawater, measured by SPM in seawater (salinity 35) at 23 °C.

[結果と考察] 海水(塩分 35)中で保管したキプリス幼生は、変態後 5 日目に 26  $\mu\text{N}$  程度の最も強い付着力を示し、その後付着力は低減した。一方、希釈海水(塩分 22)で保管したキプリス幼生は変態後 7 日目までほとんど付着力を示さず、10 日目以降から徐々に付着力が増大し、19 日目で最大値 24  $\mu\text{N}$  程度の付着力を示した。このことから、塩分 35 の海水中で飼育したキプリス幼生は変態直後から大きな付着力を示すが、塩分 22 の希釈海水中で飼育したキプリス幼生は活動が抑制されており、付着力も比較的低い値を示したと考えられる。しかし、20 日程度経過した後には最大の付着力を示したことから、希釈海水中でもキプリス幼生は付着機能を保持しており、塩分 35 の海水中で保管した個体と同等の付着力を示すことが明らかとなった。

1) Shiimoto, S.; Yamaguchi, Y.; Yamaguchi, K.; Nogata, Y.; Kobayashi, M. *Polym. J.* **2018**, *51*, 51–59.

## 深海熱水噴出域におけるミョウガガイ類の系統地理

○渡部裕美、CHEN Chong (JAMSTEC)、  
CHAN Benny K. K. (Academia Sinica Taiwan)

深海熱水噴出域はプレート境界域に断続的に分布し、多くの固有生物が高密度で生息している環境である。つまり熱水噴出域は、深海底に分布するにも関わらず、生物群集の網羅的観察やその経時変化の観察が比較的容易であり、海洋という三次元環境における生物集団間の連結性や地史的な分散過程を推定することが可能である。蔓脚類は成長段階が脱皮によって明瞭に区別できること、またプランクトン幼生の付着後に移動できないことから、海洋生物の移動分散の研究に適した分類群であり、北極海および大西洋を除く海域の多くの熱水噴出域では優占種として知られている。熱水噴出域には大きく分けてミョウガガイ目と無柄目の蔓脚類が分布しているが、フジツボ亜目を除く無柄目の蔓脚類は分子系統解析の結果からそもそも無柄目であるのか疑問が持たれている。本発表では熱水噴出域に固有のミョウガガイ目 *Neolepadini* に注目し、その系統地理について紹介する。

*Neolepadini* は *Neolepas*、*Leucolepas*、*Vulcanolepas* の3属からなる熱水噴出域に固有の分類群で北極海と大西洋を除く海洋に分布しており、現在までに10種が記載されている。GenBank に登録されている塩基配列情報(ミトコンドリアのCOI 遺伝子の部分塩基配列を使用)を対象とした系統解析からは、*Leucolepas longa* を除き、各種の分布範囲は既知の深海熱水噴出域における生物地理区分とよく一致することが明らかになった。

これらの結果は、海洋における生物の多様化の過程を明らかにするだけでなく、資源開発等の人的活動が深海の生態系に与える影響を評価、予測することにも貢献できるだろう。

参考文献：

Chan BKK, Ju S-J, Kim S-J (2019) A new species of hydrothermal vent stalked barnacle *Vulcanolepas* (Scalpelliformes: Eolepadidae) from the North Fiji Basin, Southwestern Pacific Ocean. *Zootaxa*, 4563 (1): 135 – 148.

Watanabe HK, Chen C, Marie DP, Takai K, Fujikura K, Chan BKK (2018) Phylogeography of hydrothermal vent stalked barnacles: a new species fills a gap in the Indian Ocean dispersal corridor hypothesis. *Royal Society Open Science*, 5: 172408. DOI 10.1098/rsos.172408.

# 岩手県大槌湾湾口部に構成される固着性動物群集

谷口さくら・広瀬雅人（北里大学海洋生命科学部）

## 【背景・目的】

岩手県大槌湾の湾口部では、水深約 70 m の岩盤上にコケムシやカイメン、ヤギなどが多数生息することが知られている。これらの固着性動物は、他の小型の無脊椎動物に生息場として利用されていると考えられるが、SCUBA による調査が困難な場所のため、これら固着性動物を中心とする生物群集についての研究例は少ない。本研究では、岩手県大槌湾湾口部の固着性動物が棲み込み場としてどのような動物に利用されているのかを明らかにすることを目的として、これら固着性動物に棲み込む無脊椎動物の種組成を調査した。

## 【材料・方法】

岩手県大槌湾の湾口部において、遠隔操作水中無人探査機（ROV）およびドレッジによる調査を行った。ROV 調査では、撮影した映像から、大型の固着性動物の有無や底質が異なる 3 環境を選び、各環境につき 3 地点を無作為に選択して約 60 cm<sup>2</sup>の範囲に映った生物の種と個体数を記録した。また、スラップガンを用いて大型の固着性動物に棲み込む小型の無脊椎動物を固着性動物ごと採集し、観察・同定・計数した。併せて、固着性動物の体表面に付着する動物および内部に住み込む動物についても観察・同定・計数した。ドレッジ調査では、ROV で採集したものと同種の固着性動物について、同様の観察を実施した。

## 【結果】

大槌湾湾口部で確認された砂泥底、岩盤上、および起立性で大型の固着性動物密集帯の 3 種類の環境において、目視で認識できるサイズの動物について映像による比較を行ったところ、すべての環境でトゲナガクモヒトデ (*Ophiothrix panchyendyta*) およびクロスタテスジチョウチン (*Terebratulina crossei*) を中心とした腕足類が優占していた。また、これらの生物の種組成や個体数については、大型の固着性動物の有無による生物種および個体数の明確な差はみられなかった。一方、固着性動物に棲み込む小型の無脊椎動物の調査では、2018 年に ROV によって大槌湾湾口部からコブコケムシの一種 (*Celleporina attenuata*) 2 群体とキノエダカイメン (*Litasongia arborea*) 1 個体を採集し、それぞれ 8 動物門 42 種および 8 動物門 26 種の小型の無脊椎動物が得られた。これらのうち、観察した固着性動物の種間で共通してみられた種は 8 動物門 12 種であった。ROV で得たこれらの固着性動物に加えて、同時期・同地点におけるドレッジ調査で得られたコブコケムシの一種 1 群体および海綿類 8 種についても生物上の付着生物を調べた結果、コブコケムシの一種計 3 群体から合わせて 8 動物門 21 種の生物の付着が確認された。一方、海綿類には、いずれの種においても付着生物や内部に棲み込む動物は確認されなかった。

## 岩手県越喜来湾の鉛直護岸壁における震災後の 潮間帯生物相経年変化

○加戸隆介・木村敏宏・酒井あずさ・小笹秀明・吉田冬人・  
濱口光・長野聡一郎・辻 季宏・阿部泰久・新井拓紀・川崎寿人・  
小澤絵奈・難波信由（北里大海洋）

【目的】2011年3月11日の東日本大震災により岩手県越喜来湾に位置する崎浜第2防波堤の西端部では130cm地盤沈下した。当地では最大干満差が170-180cmであることから、震災前に潮間帯に生息していた生物の2/3は潮下帯に移動させられることを意味し、新たに潮間帯に移動した裸地において展開される生物遷移に興味を持たれた。本発表では、2016年に本集会で発表した内容に、他の種についての加入消長情報と具体的生息密度を加えながら整理した。

【方法】具体的方法は、2016年度の本集会ででの発表内容と同じである。

【結果】チシマフジツボ：2011年の3~6月の何れかの時期にMSL-30~250cm以深の深度に加入・定着し（最大密度：360個体/100cm<sup>2</sup>）、最初の群集を形成。しかし、8月以降にはMSL-70cm以深では急激に密度減少した（<10個体/100cm<sup>2</sup>）。2012年には新規加入は極めて少なかったが、2013年には新規加入を認め、最大79個体/100cm<sup>2</sup>に増加したが、10月時点ではMSL-100cm以深では消失した。2014年には新規加入があったが、密度はさらに減少し、2015年11月には全て消失し、2016年11月でも確認されなかった。

ムラサキイガイ：2011年秋にMSL-20~210cmの水位に最大7.8個体/100cm<sup>2</sup>で加入があり、2012年には24.6個体/100cm<sup>2</sup>に密度増加したが、MSL-100cm以深での生残は小さかった（<6.0個体/100cm<sup>2</sup>）。2013年にはMSL-10~60cmにのみ生残し（<15個体/100cm<sup>2</sup>）、その他の深度には見られなくなった。2014年は前年と同様の密度で、2015年は8個体/100cm<sup>2</sup>まで減少し、2016年には全く消失した。

マガキ：2012年に新規加入がMSL-20~30cmで観察（3.5個体/100cm<sup>2</sup>）され、2013年にはMSL-20~40cmの水深で4.0個体/100cm<sup>2</sup>に増加したが、2014年にはやや密度が低下、2015年には潮間帯から消失した。

エゾカサネカンザシ：2012年にMSL-40~80cmの水深で最大密度1.2個体/100cm<sup>2</sup>の加入を確認し、2013年にMSL-20~70cmで3.6個体/100cm<sup>2</sup>に増加した。さらに2014年にはMSL-30~250cm以深まで広く付着が認められた（<29個体/100cm<sup>2</sup>）が、2015年には8個体/100cm<sup>2</sup>以下に密度を減らし、2016年には全ての水深でほぼ消失した。

ナンオウフジツボ：2012年に初めて東北太平洋岸で確認され（MSL-50~100cm、6.8個体/100cm<sup>2</sup>）、その後MSL-100cmまで付着水深を拡大し、2015年には密度も13個体/100cm<sup>2</sup>まで増加したが、2016年には4個体/100cm<sup>2</sup>以下に減少し、2017年には確認されなかった。

今回、マガキ、エゾカサネカンザシの加入と消滅が明らかになったが、他の動物群集と同様に5年で群集は消滅し、キタムラサキウニによる捕食圧がこれらの動物にも及んでいることが明らかとなった。新規外来種のナンオウフジツボは現在、ブイなどでしばしば確認され、捕食圧が低下した際には、三陸における潮間帯~潮下帯上部の群集構成員のひとつになりうることを示唆された。



## 女川湾における垂下式養殖物への付着性生物出現量の比較

倉石恵・○藤井豊展・中村友香（東北大院農）・金子健司（福山大生命工）・  
片山亜優（宮城大食産）・頼末武史・木島明博（東北大院農）

**【目的】** 宮城県三陸南部沿岸域に位置する女川湾においてホタテガイ、マガキ、マボヤは主要な養殖種である。これらの垂下養殖ではムラサキイガイやフジツボ、ホヤ類等の付着生物が大量に着生するケースがあり、自然界に存在するプランクトンを餌とする養殖種との食物の競合や物理的な成長の阻害など様々な問題を引き起こしている可能性がある。本研究では、付着生物の出現パターンを把握するため、女川湾内の3地点で養殖種3種について調査を行い、地点、養殖種、季節、垂下水深毎の付着生物出現量の比較を行った。

**【方法】** 女川湾の3地点、竹浦（ホタテガイ、マガキ、マボヤ）、小乗浜（ホタテガイ、マボヤ）、飯子浜（ホタテガイ、マガキ）において、2016年11月から2019年3月までの一定期間、ホタテガイについては毎月、マガキ、マボヤについては奇数月に調査を行った。垂下ロープの上層、中層、下層に分けて養殖種に着生する付着生物を採集し、種の同定と湿重量の測定を行った。

**【結果】** 付着生物の出現量は、季節、地点、養殖種、水深によって大きく異なっていた。養殖種（基質）による違いでは、全地点でホタテガイへの付着量が最も大きく、特にフジツボ類が大量に出現した。飯子浜のホタテガイには全水深層で大量のホヤ類が付着したが、マガキには下層以外ほとんど付着が見られなかった。地点間で比較すると、ホヤ類の出現量は湾南部の飯子浜で多かったが、湾北部の竹浦と港内の小乗浜では少なかった。また、水深に注目すると、ムラサキイガイは上層で大量に出現し、水深が深くなるほど出現量は減少したが、逆にホヤ類は中層、下層で増大する傾向にあった。今後はこのような付着生物の出現パターンと環境や養殖種の成長・生産性との関連性を考察していく必要がある。

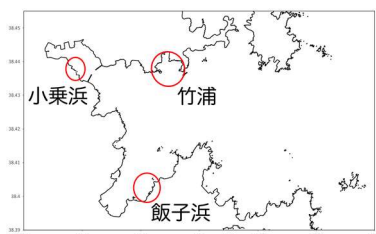


図1 女川湾内の調査地点

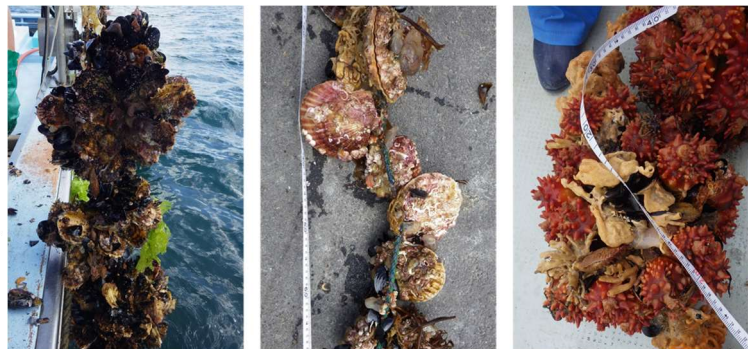


図2 女川湾の付着生物の様子（左からマガキ、ホタテガイ、マボヤ）

## 自然岩礁上と人工構造物上におけるマボヤ付着状況の違い

神吉隆行, 中本健太, 早川淳, 河村知彦 (東大大海研)

### [背景・本研究の目的]

付着生物各種の生息適地条件を種ごとに明らかにすることで、藻場造成や護岸工事などの海底地形改変後に付着生物相がどのように変化するかを予測可能になると期待される。しかしながら、自然岩礁と人工構造物上で付着生物の出現状況を比較した例はほとんどなく、各種の人工構造物上における生息適地条件が自然岩礁上と同様かどうかは明らかでない。

本研究では、大槌湾の潮下帯における自然岩礁および人工構造物において優占するマボヤ *Halocynthia roretzi* を例として、自然岩礁と人工構造物上のそれぞれにおける出現条件を明らかにして、比較することを目的とした。

### [方法]

2018年11月に、岩手県大槌湾の潮下帯岩礁において約3m四方の岩盤を5地点選定し、写真測量によって解像度約5cmの3次元海底地形モデルを構築した。人工構造物については、中空三角ブロック、中空四脚ブロックの2種類それぞれ1地点、2地点を選択し、同様に解像度約5cmの3次元海底地形モデルを構築した。自然岩礁5地点においては2018年11月、人工構造物3地点ではそれぞれ2019年9、10、12月に撮影した写真からマボヤの出現位置を読み取って各3次元モデル上に記録した。3次元モデルより各地点の海底からの高さ、方位、傾斜、粗度を計算し、マボヤの分布との関連性を検討した。

### [結果・考察]

自然岩礁上および2種類の人工構造物上に共通して、マボヤのほとんどの個体が海底から約0.5m以上の高さに出現した。一方、自然岩礁上では本種は様々な方位に出現したのに対して、人工構造物上では過半数の個体が北西方向の面に偏って出現した。また、傾斜については、自然岩礁上では0~120度の面に出現したのに対して、人工構造物上では90~180度の面に出現した。さらに、自然岩礁上では粗度の高い面にのみ出現したが、人工構造物上では平滑な面に最も多く出現した。

複雑な形状の自然岩礁上においては、海底から高い位置にある鉛直面や凹凸部では縮流や後流渦の影響を受けて通過する流量が大きいため、懸濁物食性であるマボヤにとって餌料が得やすく生育に適した環境が成立していたと考えられる。一方、形状が単純な人工構造物上においては、空隙上部のオーバーハンク面では縮流に曝され、北西向きの面では湾口からの流れの背後となって後流渦が生じることでマボヤの生育に適した環境が成立していたと考えられる。本研究の結果から、人工構造物上と自然岩礁上ではマボヤの生育に好適な環境の分布様式が異なることが示唆された。

## 潮間帯において生物起源の構造物が生物群集に与える影響

### ～マガキ・イガイ・ヤッコカンザシの比較～

正木僚・青木茂・岡本研（東大院農）

【目的】 マガキ、イガイ類とカンザシゴカイ類のいくつかの種は群居して立体的な構造物を形成し、環境の空間的異質性を増大させる生態系エンジニアである。構造物を構成する種によって、間隙の大きさ・数、内部の堆積物の量や保水力が異なるため、周囲とは異なる生物群集が形成されると考えられる。しかし、垂直護岸に見られる生物起源の構造物、特にヤッコカンザシ生物礁の生物群集について扱った研究は少ない。そこで本研究では、垂直護岸で同所的に生息する生態系エンジニアであるマガキ・イガイ科二枚貝・ヤッコカンザシの生物礁の生物群集の違いを比較することを目的とした。

【方法】 調査は 2019 年 11 月 11 日の干潮時に神奈川県横浜市の野島公園において行った。10 m×50 m の区域内で、潮間帯の同じ高さの人工物に付着しているマガキ・イガイ科二枚貝（ムラサキイガイとミドリイガイ；以下、イガイ）・ヤッコカンザシの群体から、15 cm×15 cm をランダムに 3 箇所ずつ採集し研究室に持ち帰り、構造物中のマクロファウナの同定・計数を行った。マクロファウナの個体数・タクサ数・多様度指数  $H'$  (Shannon-Wiener) に対するエンジニア種の影響の有無については分散分析によって評価した。各地点間の群集組成の傾向については非計量多次元尺度法（nMDS）によって検討した。また、PERMANOVA により群集組成の差異に対するエンジニア種の影響を評価した。

【結果と考察】 今回の調査では 41 タクサの生物が確認された。優占種はヒトゲシリス・ムアシリス・フサウスウロコムシ・ポリドラ属といった間隙に生息する多毛類で、これらに次いでイソガニ（稚ガニ）やアリアケドロクダムシが多く見られた。分散分析の結果、イガイーヤッコカンザシ間とイガイーマガキ間で個体数が有意に異なった。個体数はヤッコカンザシで最も多く、イガイで最も少なかった。また、ヤッコカンザシでは、優占種が多毛類の個体数が著しく多かった。ヤッコカンザシにはマガキやイガイに比べて微小な空間が多く存在するため、狭い間隙を好む小型の多毛類の個体数が増加したと考えられる。ヤッコカンザシは平面的で間隙が小さい構造物を形成するため、生態系エンジニアとしての働きはあまり注目されていなかったが、本研究でヤッコカンザシの構造物にはマガキやイガイ以上に豊かな生物群集が形成されることがわかった。PERMANOVA の結果、群集組成の差異に対するエンジニア種の影響が示され、nMDS プロット上ではイガイと他の 2 種で生物群集に異なる傾向が示された。イガイのみ構造物が形成されてからの年数が短いことや、足糸の絡まりあった付着構造をもつことなどが群集構造の差異の理由として考えられた。

## 三陸沿岸域における褐藻類の分布と底質の関係

中本健太・早川淳・河村知彦 (東大大海研)

### [背景・目的]

三陸沿岸域において、褐藻類はワカメやコンブ類などの重要な漁獲対象種を含む分類群であるとともに、ウニ類やエゾアワビ、ウミタナゴ類などの水産上重要な無脊椎動物、脊椎動物の策餌場や初期生育場を形成する藻類でもある。褐藻類は仮根という器官を用いて基質に付着し生育するため、岩礁域の底質によって、褐藻各種の分布が異なると考えられるが、詳細に検討した例は少ない。そこで本研究は、三陸沿岸域において、褐藻類の分布を明らかにするとともに、岩礁海底の底質との関係性を明らかにすることを目的とした。

### [方法]

2019年の6月に、三陸沿岸の3地域(宮古北部・宮古南部・大槌)において野外調査を行った。各地域において、海岸線と垂直な方向に100mロープを設置し、50cm方形枠をロープ沿いの5mごとに置き、枠内に生育する褐藻類の被度を種ごとに記録した。設置したロープの数は5(宮古南部・大槌)もしくは7(宮古北部)であった。また、方形枠を設置したそれぞれの場所において、底質を岩盤(直径1m以上)、転石(直径0.3~1m)、礫(直径0.3m以下)、人工漁礁の4種類に区分した。

### [結果・考察]

3地域において、合計17種/分類群の褐藻類が確認された。褐藻類全体の被度および組成は地域間で大きく異なり、宮古北部における褐藻類全体の被度は $29.9 \pm 35.0\%$ (平均  $\pm$  標準偏差)であり、ワカメ *Undaria pinnatifida* が最も優占した( $7.3 \pm 17.6\%$ )。宮古南部においては、褐藻類全体の被度は $47.5 \pm 41.7\%$ であり、マコンブ *Saccharina japonica var. religiosa* が最も優占した( $34.0 \pm 8.7\%$ )。大槌における褐藻類全体の被度は $34.5 \pm 35.8\%$ であり、マコンブが被度 $14.4 \pm 27.0\%$ と最も優占した。大槌で二番目に優占したエゾノネジモク *Sargassum yezoense* ( $5.6 \pm 18.9\%$ )は、宮古北部と南部では確認されなかった。褐藻類の組成は、同一地域の地点間および枠間でも大きく異なった。宮古北部においてワカメの被度は、岩盤と人工漁礁において(それぞれ平均 $10.4\%$ と $6.7\%$ )転石と礫(それぞれ平均 $1.9\%$ と $0\%$ )に比べて高かった。ワカメは1m以上に生長する大型の褐藻類であり、転石や礫などの不安定な基質上に着底した個体は、生長過程で基質ごと流出した可能性がある。また、大槌においてエゾノネジモクの被度は、転石上や人工漁礁上よりも岩盤上で高かった。繊維状の仮根部を有するエゾノネジモクは、表面積の大きい基質において、より強固に付着できるため流出しにくかった可能性がある。

## Mussel Watch に関する最新の手法と成果 ～貝殻を利用した沿岸環境モニタリングへの挑戦～

○杉原奈央子（東大大海研）、白井厚太郎（東大大海研）、趙力強（東大大海研、  
広東海洋大学）、水川薫子（東京農工大）、高田秀重（東京農工大）、  
小川浩史（東大大海研）

自然災害による攪乱や、人為的負荷の変化は沿岸域の生態系に大きな影響を与える。これらを把握するためには継続的な環境データを取得する必要があるが、観測の頻度や範囲は限られている。さらに、津波や巨大台風など大災害発生時には観測機器が破壊されてしまい、発生前後での環境変化を知ることが不可能となる。付着性二枚貝であるイガイ類の貝殻を利用した環境復元はこのような問題を解決できる有用な手法と期待できる。これまでもイガイ類の軟体部は bioavailable な汚染物質をモニタリングするために利用されてきた。この手法は「Mussel watch」とよばれ、主に軟体部中の有機汚染物質や重金属汚染を測定されてきた(Goldberg 1975)。この手法の利点は軟体部に蓄積された数ヶ月分の汚染物質の平均的な値を知ることができることである。それに対して、貝殻の化学組成は貝殻形成時の環境を反映しながら付加成長する。このため軟体部を用いた Mussel watch よりも時間解像度が高い情報が得られる点が優れている。また貝殻形成時の水温の目安となる酸素安定同位体比分析や微細成長線解析などを組み合わせることで、その貝殻がいつ頃形成されたかを明らかにすることも可能である。この「いつ」「どのような」環境変化が起きたかという情報が得られれば、環境が短期間で大きく変化する沿岸環境のモニタリングに役立てられると考えられる。本発表では 岩手県の大槌湾を中心に東北太平洋沿岸の各所から採取したムラサキイガイの貝殻中の微量元素分析による津波発生時の環境変化や(Sugihara *et al.*, 2019)や大槌湾内の複数地点から採取したイガイ貝殻の酸素安定同位体比分析(Zhao *et al.*, 2019a) による塩分変化の復元、殻皮の有機炭素安定同位体比分析による湾内の炭素源の変化に関する研究成果(Zhao *et al.*, 2019b) を元に、貝殻を利用した Mussel watch の可能性について紹介する。

### 引用文献

- Goldberg, E. D. (1975). The Mussel Watch — A First Step in Global Marine Monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 6, 111.
- Murakami-Sugihara N. *et al.*, (2019) Mussel shell geochemical analyses reflect coastal environmental changes following the 2011 Tohoku tsunami. *Earth and Space Chemistry*, 3,1346-1352.
- Zhao L. *et al.*, (2019a). Retrospective monitoring of salinity in coastal waters with mussel shells. *Science of The Total Environment*, 671, 666-675.
- Zhao L. *et al.*, (2019b) Carbon isotopic analysis of mussel periostracum and its implications for the decipherment of coastal carbon source. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 260,232-243.

# イムノクロマト法を用いた東播磨沿岸におけるムラサキイガイ 及びミドリイガイ付着期幼生の出現動態に関する解析

○山下桂司・太田真紀・林義雄・神谷享子（㈱セシルリサーチ）

## 【目的】

本研究では、ムラサキイガイ及びミドリイガイについて、各種付着期幼生に特異的に反応するイムノクロマト検出キット及び定量リーダーを開発し、それらを用いて野外における各種付着期幼生の出現動態を調べることを目的とした。

## 【方法】

### （１）イムノクロマト検出キット及び定量リーダー：

ムラサキイガイ及びミドリイガイについて、室内飼育で得た多数の付着期幼生を抗原として、各種付着期幼生を特異的に認識するモノクローナル抗体を作製した。このモノクローナル抗体を基に、各処理・発色実験を経て、各種付着期幼生（粗抽出液）と特異的に反応するイムノクロマト検出キットを開発した（中国電力と共同開発したものである）。さらに、これらの検出キットのライン発色を高速スキャンし、検出ラインの発色強度を数値化する装置を開発した。

### （２）野外海域における各種付着期幼生の出現動態：

上記のイムノクロマト検出キット及び定量リーダーを用いて、兵庫県東播磨沿岸において、2016年9月～2020年1月、月1回の頻度で、ムラサキイガイ付着期幼生及びミドリイガイ付着期幼生の出現状況を調べた。北原式表面プランクトンネットによる表層海水の水平曳きにて試料を採取し、表層海水の水温・塩分濃度・pH・蛍光クロロフィルを測定した。試料採取後、幼生選別セットで選別・濃縮、ペン型ホモジナイザーで簡易磨砕後、5分間静置した上清を0.1mlずつムラサキイガイ幼生検出キット及びミドリイガイ幼生検出キットに滴下した。発色完了した各検出キットを定量リーダーにセットし、検出ラインの発色強度を測定、予め作成した検量線から、ムラサキイガイ及びミドリイガイ付着期幼生の個体数を求めた。

## 【結果及び考察】

本定量調査の結果、東播磨沿岸の場合、ムラサキイガイ付着期幼生は、主に12月中旬から6月中旬の期間（水温20℃以下）、4～35個体/m<sup>3</sup>の出現が認められたが、年変動が非常に大きく、ほぼ周年で出現が継続する年と6月～10月の期間、付着期幼生が全く認められない年があることが明らかになった。一方、ミドリイガイ付着期幼生の場合、ムラサキイガイ付着期幼生とほぼ交代するように、8月中旬から12月中旬の期間（水温15℃以上）、1～50個体/m<sup>3</sup>の出現が認められた。しかしながら、やはりこの種も年変動が非常に大きく、年によって、ピーク時にも付着期幼生の個体数が3個体/m<sup>3</sup>以下に過ぎない年も認められることが明らかになった。イガイ類の付着期幼生の出現パターンは年によって大きく変動し、母貝の生残や生理状態が、その後の幼生の出現・繁殖状態を大きく左右している可能性が高いと考えられた。今後、幼貝の付着・成長及び水温・水質変動を含め、更に詳細な長期調査を行いたいと考えている。



## 基板材料用新規フジツボ着生実験評価法の検討

○三上恵<sup>1</sup>, 室崎喬之<sup>2</sup>, 野方靖行<sup>3</sup>, 下村政嗣<sup>1</sup>, 平井悠司<sup>1</sup>  
(千歳科技大<sup>1</sup>, 旭川医大<sup>2</sup>, 電中研<sup>3</sup>)

【目的】 これまでは海洋付着生物の付着防止のため有機スズ系防汚塗料が使用されていたが、その毒性により 2008 年以降使用を禁止されており、低環境負荷な新規防汚材料の開発が求められている。近年、基板表面の性状（弾性率、表面凹凸、官能基等）による低環境負荷型の防汚材料が研究・開発されてきている。本研究では、表面性状の異なる多様な異種基板を簡便かつ同時に評価する系を構築する事を目的に、底面および壁面を全て評価対象の材料で作製した箱型の実験系により、同時に 5 種類の材料を直接的に比較可能な方法を検討した。本発表では箱型実験系の壁面および底面においてフジツボの付着率に有意な差が生じるかを調査したので報告する。

【方法】 Cr 次いで Au がスパッタされたガラス基板(2 cm×2 cm)を、11-Mercapto undecanoic acid / EtOH 溶液(1 mM)に 20 時間浸漬させ、自己組織化単分子膜(SAM)を形成させた。作製した基板は両面テープを用いてレゴブロック (LEGO 社製, ABS 樹脂) に固定し、Fig. 1 に示すように組み立てた。その後、基板の繋ぎ目を架橋前の液状ポリジメチルシロキサン(PDMS)で埋め、熱架橋(40℃, 24 時間)させた。作製した箱の中に滅菌海水 8 mL、キプリス幼生約 200 個体を加え、人工気象器内(暗室, 温度 25℃, 湿度 80%)で 5 日間静置した。その後、箱を解体し実体顕微鏡を用いてそれぞれの基板に付着したフジツボの付着数をカウントし、付着率を算出した。

【結果】 実験結果を Fig. 2 に示す。壁面(①~④)と底面(⑤)の付着率を比較すると、壁面全体平均(5.75%)と底面(4%)では付着率に大きな差は見られなかった。よって試験回数を増やし、試験ごとに面を変更することで、異なる基板への付着量の差を評価可能と考えられた。一方で死亡率が 3 割程度と高く、その原因としては 5 日間無換水で実験を行なったため、キプリス幼生の脱皮殻や死亡個体による水質悪化が原因と考えられた。また PDMS 部分にも付着するフジツボがされたため、今後は PDMS ではなく高い付着阻害効果が認められているアガロースゲル<sup>1)</sup>で基板の繋ぎ目部分を塞ぐことでエッジ部分への付着を防止し、より正確な基板評価が行えると考えられた。

### 【参考文献】

1) Rasmussen, K., P. R. Willemsen, and K. Østgaard (2002). Barnacle Settlement on Hydrogels, *Biofouling*, 18, 177-191.

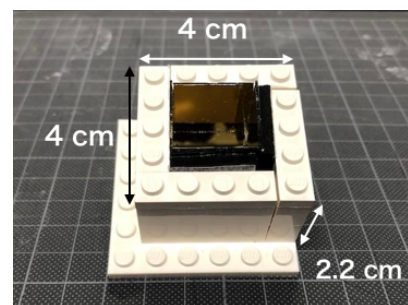


Fig. 1 箱型実験系の写真

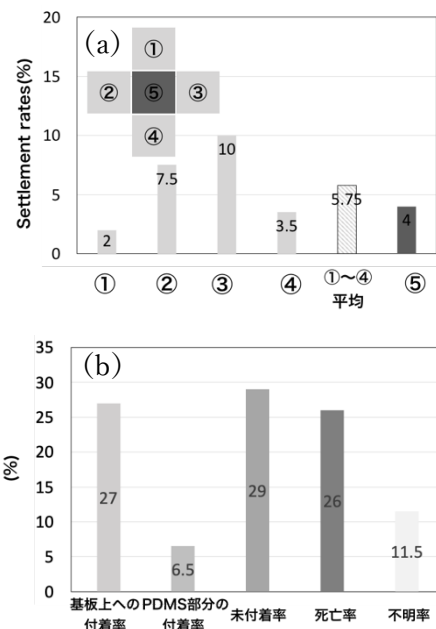


Fig. 2 (a)各基板上への付着率, (b) 5 日後のキプリス幼生の状態。

## 網羅的代謝物解析で迫るホヤのケミカルコミュニケーション

○宮古 圭・酒井 隆一（北大院水）

【背景・目的】天然物化学分野におけるホヤは天然医薬品、またはそのリード化合物などの探索源として注目されており、これまでにホヤ由来の生理活性物質が多く発見されている。しかし、それらの化合物の生理・生態における役割については不明なものが多い。本研究ではホヤに含まれる二次代謝物のホヤにおける生理機能についての基礎的知見を得ることを目的とした。また、北海道のホタテ養殖業に甚大な被害をもたらしている有害外来種・ヨーロッパザラボヤの変態促進物質等の生態制御物質を見出し、そのメカニズムについての知見を得ること、さらに付着阻害剤としての応用を検討することを目的とした。

【方法】函館近海で採取した単体ボヤ *Cnemidocarpa irene*（シロボヤモドキ）、*Asciidiella aspersa*（ヨーロッパザラボヤ）の2種を対象として研究を行った。

(i) *C. irene* 水粗抽出物を各種クロマトグラフィーを用いて分離・精製し、得られた化合物を質量分析（MS）、核磁気共鳴分析（NMR）に供し構造解析を行った。単離した化合物のホヤにおける各ライフステージでの含有率を調べるため、*C. irene* 成体/幼体/幼生の抽出物を調製し、高速液体クロマトグラフィー/高分解能質量分析装置（LC/MS）を用いて分析を行った。(ii) 北海道噴火湾の養殖ホタテガイに付着している *A. aspersa* を採取後解剖し、組織別に70%イソプロパノール（IPA）抽出物を調製した。各IPA抽出物を水/ブタノールにより分配し、水溶性画分および脂溶性画分を得た。これらの抽出物をLC/MS分析に供し、各組織に含まれる代謝物の網羅的解析を行った。また、各抽出物の *A. aspersa* 幼生の変態に対する影響を調べた。

【結果】(i) *C. irene* 水抽出物より10種の新規化合物を含む14種の化合物を単離・構造決定した。ライフステージ別LC/MS分析の結果、幼生にはアミノ酸や核酸関連物質等の一次代謝物が多く、成長とともに二次代謝物の割合が多くなることを見出した。(ii) *A. aspersa* 幼生変態試験の結果、3種の水溶性抽出物に変態促進活性が見られた。この生物検定の結果とLC/MS分析データの解析結果を照合したところ、活性を示した抽出物に特異的な化合物を数種類見出した。現在、これらの化合物について分離・精製等の検討を行っている。

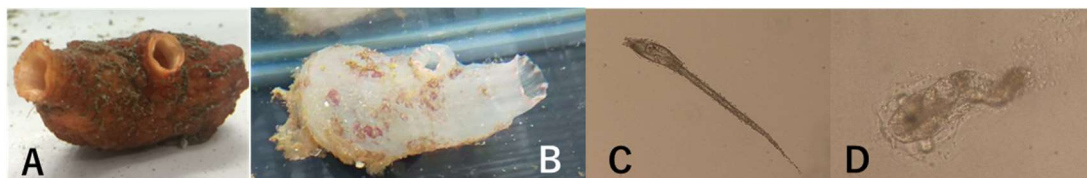


図1. シロボヤモドキ (A) とヨーロッパザラボヤ (B) および幼生 (C:変態前, D: 変態中)

【謝辞】ヨーロッパザラボヤの採取は地方独立行政法人北海道総合研究機構・函館水産試験場のご協力のもと行われました。