

[特集] カイヤドリウミグモ：大発生からの研究の動向

カイヤドリウミグモによる漁業被害とその対策

鳥羽光晴^{1)*}・小林豊¹⁾・石井亮¹⁾・岡本隆¹⁾・村内嘉樹²⁾・岡本俊治²⁾・山本直生²⁾・黒田伸郎²⁾・富山毅³⁾・涌井邦浩³⁾・岩崎高資³⁾・張成年⁴⁾・山本敏博⁴⁾・良永知義⁵⁾

2007-2009年に東京湾、三河湾、松川浦で発生した大規模なカイヤドリウミグモのアサリに対する寄生の発生は、それぞれの海域のアサリ資源に影響を与え、貝類漁業に大きな混乱をもたらした(図1)。本稿では各海域での寄生発生の経過と漁業被害の実態、およびその後の研究によって判明したカイヤドリウミグモのアサリに対する寄生動態の特徴と、防除あるいは被害軽減のために展開された現場手法とその効果について紹介する。なお、本稿において、とくに引用がない場合の記載は著者らの観察かあるいは千葉県水産総合研究センターほか(2012, 2013)によっている。

キーワード：カイヤドリウミグモ、アサリ、漁業被害、現場対策

1. 出現・拡大と漁業被害

1.1. 東京湾

1.1.1. 出現と拡大の経過

2007年4月、東京湾沿岸の盤洲干潟北部にある漁業協同組合(漁協)から、アサリ *Ruditapes philippinarum* の中に見たことのない虫がいるとのことでアサリと虫のサンプルが千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所に持ち込まれた。この発見は潮干狩り客のクレームに端を発したものであり、漁協の調査では虫の入っているアサリ

が少なくないとのことであった。図鑑の照合等からこの虫は寄生性節足動物絛角亜門ウミグモ綱のカイヤドリウミグモ *Nymphonella tapetis* (以下ウミグモ) であることが判明した。

さらに、同年6月中旬に同漁協から干潟でアサリが大量に死亡しているとの連絡があった。現地を確認したところ、アサリ、シオフキガイ *Mactra veneriformis*、マテガイ *Solen strictus* が死亡しており、いずれの貝でも軟体部に多くのウミグモが寄生していることが肉眼で観察された。

4月中旬の調査ではウミグモのアサリへの寄生

Toba Mitsuharu, Kobayashi Yutaka, Ishii Ryo, Okamoto Ryu, Murauchi Yoshiki, Okamoto Shunji, Yamamoto Naoki, Kuroda Noburo, Tomiyama Takeshi, Wakui Kunihiro, Iwasaki Takashi, Chow Seinen, Yamamoto Toshihiro & Yoshinaga Tomoyoshi : Fisheries impact of outbreaks of sea spider infection to natural asari clam and followed countermeasures in three bay areas in Japan.

1) 〒293 - 0042 千葉県富津市小久保3091
千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所

1)* 〒108 - 8477 東京都港区港南4-5-7
東京海洋大学 産学・地域連携推進機構

E - mail : mtoba00@kaiyodai.ac.jp

2) 〒470 - 3412 愛知県知多郡南知多町豊浜豊浦2-1
愛知県水産試験場漁業生産研究所
3) 〒976 - 0022 福島県相馬市尾浜追川18-2
福島県水産試験場相馬支場

4) 〒238 - 0316 神奈川県横須賀市長井6-31-1
水産研究・教育機構増養殖研究所
横須賀庁舎

5) 〒113 - 8657 東京都文京区弥生1-1-1
東京大学大学院農学生命科学研究科

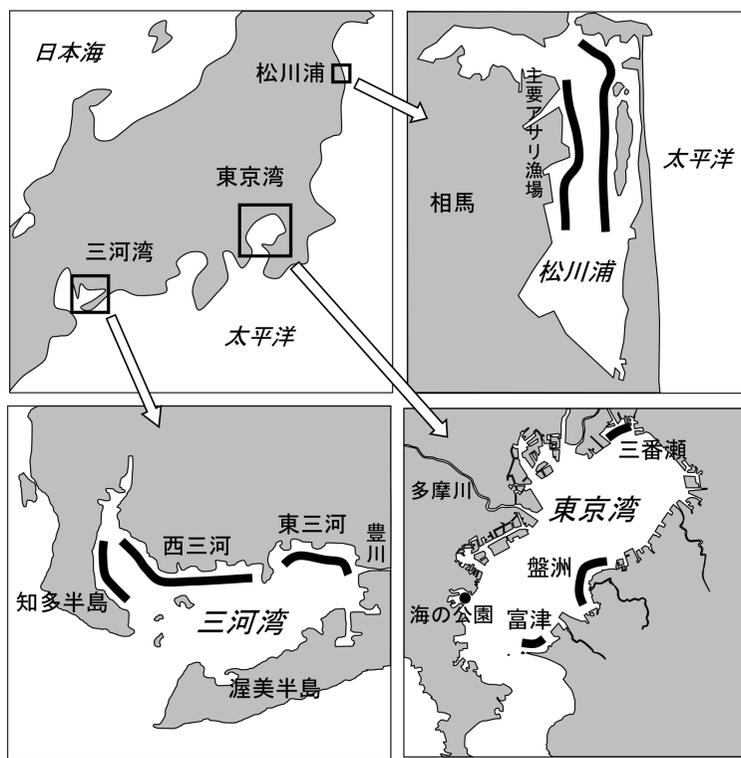


図1. カイヤドリウミグモのアサリに対する寄生が発生した3海域（松川浦、東京湾、三河湾）「太線はアサリ漁場の位置」。

は盤洲干潟の北部海域のみに局限しており、寄生確認率*は26-41%，アサリ1個体当たりウミグモ5個体以上の高強度の寄生が認められたアサリは8-20%であった。さらに、6-7月にはアサリへの寄生は盤洲干潟全域に拡大して、北部海域ではアサリの死亡が発生した。この時の北部海域での寄生確認率は60-100%，高強度寄生確認率は46-50%であった。この時までウミグモの寄生域、寄生確認率、および寄生強度は急速に拡大、上昇していた。

また2008年12月には、盤洲干潟から埋め立て地を挟んで10km以上南側にある富津干潟でウミグモが寄生しているアサリが確認された。富津では干潟域に加えて沖合の水深3-5mの深場にもア

サリ漁場が形成されており、その深場から採取したアサリでもウミグモの寄生が認められた。

その後、盤洲干潟と富津干潟ではともにウミグモのアサリへの寄生が継続し、2017年4月現在でも解消していない（図2a）。2007年春に突然顕在化したウミグモの寄生は、その後10年以上を経ても漁業現場にとって大きな問題になっている。

東京湾ではこの他に三番瀬（千葉県市川・船橋市）、多摩川河口域、あるいは海の公園（横浜市金沢区）などでアサリの自然発生群が認められているが、盤洲・富津干潟以外では貝類に対するウミグモの寄生は報告されていない。

1.1.2. 漁業被害

漁業被害とは直接的にはウミグモの寄生による

* 寄生を受けたアサリの分布状況等を把握するためには多くの場所から採集した多数のアサリを観察しなければならない。そのため寄生状況の観察は解剖したアサリを生の状態で肉眼で観察するが、ウミグモの初期幼生の大きさは0.2mm前後なので、肉眼観察では見落としがある可能性が高い。そこで本稿では肉眼観察による結果は「寄生確認率」とし、Yoshinagaほか（2011）の方法によって顕微鏡サイズの幼生まで計数した結果は「寄生率」とした。

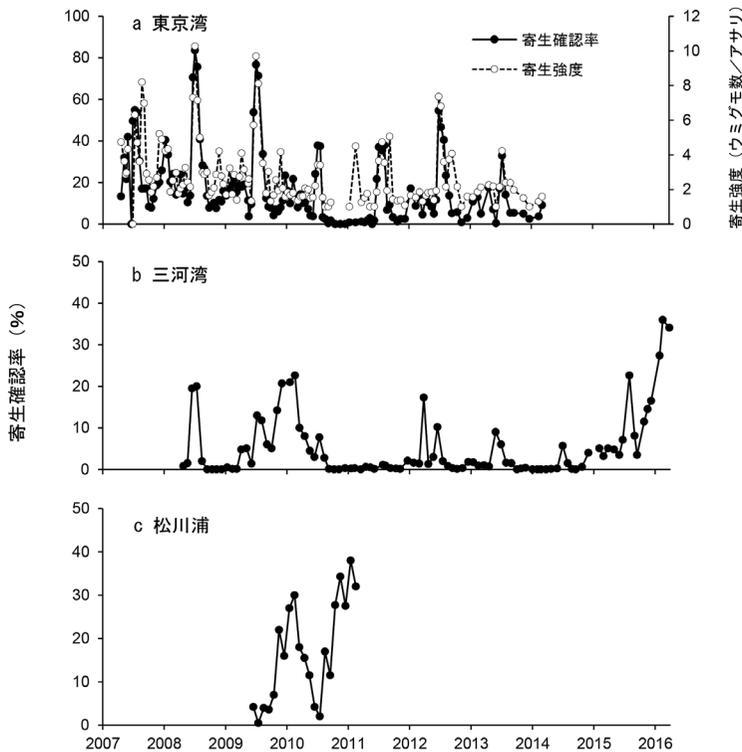


図2. 3海域(東京湾, 三河湾, 松川浦)におけるカイヤドリウミグモのアサリに対する寄生確認率の経年変化。東京湾は2014年2月までの調査結果。三河湾は黒田ほか(2016)を改変。松川浦では東日本大震災以降カイヤドリウミグモはほとんど観察されていない。

アサリの大量死亡, およびそれによる漁業生産への影響を指す。ウミグモの寄生盛期は1か月以上に及ぶことが多く, その間に強度の寄生を受けたアサリは次々に死亡する。青潮や河川出水など一過性の環境悪化による短時日の大量死亡と異なると, ウミグモの寄生による数週間にわたるアサリの継続的死亡は, その間にアサリの自然死亡や成長が加わるため, 影響(死亡率など)の全体を正確に把握することは困難である。小林・鳥羽(2014)は2007年6月にアサリの死亡が認められた区域で調査したアサリの生貝と死貝の比率から, 死亡率は0-94%, 平均41%と推定している。しかし同区域では調査後も死亡が続いており, 実際の死亡率はさらに高かったことは間違いない。

直接的な死亡量を把握することが困難なため, 漁獲量からその影響度を評価することがある。小林・鳥羽(2014)はウミグモが発生した2007年と

その前年の同時期の漁獲量の比較から, 盤洲干潟北部海域では2007年にはウミグモの寄生によって867t, 約3億円の損失があったと推定している。

一方, 盤洲干潟全体でのアサリ漁獲量はウミグモの発生以降に大きく減少した(図3)。盤洲干潟のほぼ全域にはアサリ漁業権が設定されており, 管轄する漁協ではこれまで他地域からアサリを移殖放流することによって漁業生産を維持, 増大させてきた(鳥羽2017)。ところが, 放流したアサリの生き残りや成長がウミグモの発生によってこれまでと同様には見込めなくなったため, 漁協はアサリの放流を全面的に停止した(鳥羽2015)。これによって, それまではアサリ自然発生群に加え, 人為的に他地域由来のアサリを移殖することによって形成されていたアサリ資源は, ウミグモによる生き残りや成長の低下に加えて, 移殖群の喪失のため大幅に縮小した。移殖の停止はウミグ

モ発生の二次的、間接的影響といえるが、アサリ資源に与える影響の大きさは直接的影響より大きいかもしれない。

ウミグモの寄生によるアサリの生理への直接的な影響は、吸血率*による栄養の奪取、吸血部位の機械的損傷による壊死などである。吸血によってアサリの活力は低下し、それがおそらくは二次的影響として成長不良、生殖腺の発達不良などにつながる場合があり、衰弱が進んだ場合には死に至ると思われる。

後述するように、寄生しているウミグモの個体数が多く、ウミグモのサイズが大きい場合にアサリへの生理的な負荷が大きくなることがわかっている。0.2mm前後のサイズで初期寄生したウミグモ幼生はアサリの中で成長を続け、1cm前後の成体サイズになってアサリの外へ出て自由生活に入る(宮崎ほか2010)。すなわち、寄生しているウミグモが成長して自由生活に入る直前の段階がアサリにとって最も生理的な負荷が大きくなると思われる。一方、寄生したウミグモの数が少ないことなどによってその段階を耐過したアサリは生存することが考えられる。しかし、ウミグモの寄生盛期後に生存したアサリには、鰓の部分的な欠損や腹部の不規則な凹凸など、ウミグモの吸血による体組織の損傷と思われる軟体部の形態異常が認められることがある。このことは、目に見えるアサリの死亡あるいは資源量の減少以外に、成長の悪化、再生産力の低下など、ウミグモの寄生は後遺症も含めて生存しているアサリに影響を与え続けている可能性を示すものであろう。

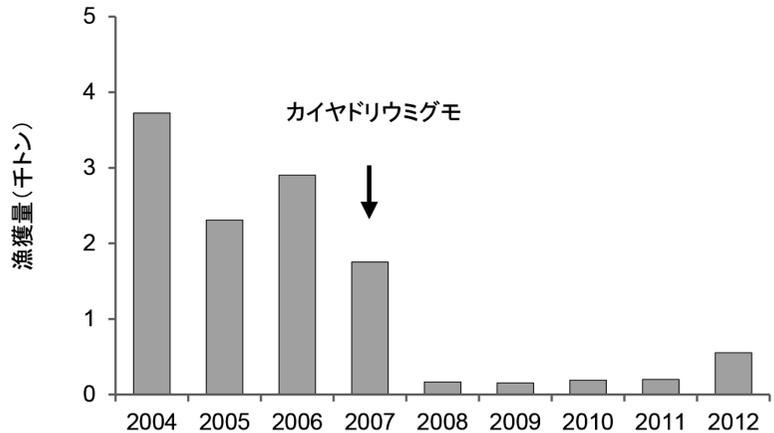


図3. 東京湾盤洲干潟におけるアサリの漁獲量の変化。2007年6月以降にカイヤドリウミグモ寄生によるアサリの大量死亡が発生した。

1.2. 三河湾

1.2.1. 出現と拡大の経過

知多半島東岸の南部の潮干狩り場において潮干狩り客から「アサリに虫がいる」とのクレームがあり、「虫」を発見した潮干狩り場の管理者から愛知県水産試験場漁業生産研究所に2008年4月22日当該生物が持ち込まれた。この虫はカイヤドリウミグモであることが疑われたことから、千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所へ照会を行いカイヤドリウミグモであることが判明した。

三河湾には多くの潮干狩り場があり、その沖の水深数mの潮下帯もアサリの漁場となっていることから、この直後となる4月25日に伊勢湾を含む愛知県内の潮干狩り場及びアサリ漁場で調査が実施された。その結果、知多半島東岸南部の潮干狩り場でウミグモが確認され、ウミグモの持ち込みがあった潮干狩り場での寄生確認率が14%と最も高かった。同年5月には沖の漁場でもウミグモの寄生を受けたアサリが確認され、同年6月には同潮干狩り場で寄生確認率が94%に上昇するとともに、知多半島東岸の北部でもウミグモが確認され、寄生確認海域が北に拡大した(図1)。知多半島東岸では、その後現在まで継続してウミグモのアサ

* アサリは開放血管系であり、赤血球を持たないため、血液と体液の区別はない。ウミグモは吻を差し込んだ部位からアサリの体液を吸引するが、ここではわかりやすくするため吸血とした。

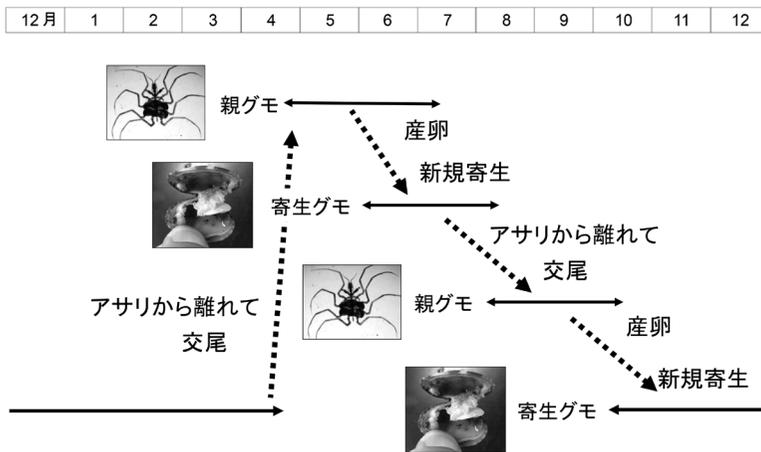


図4. 東京湾盤洲干潟におけるカイヤドリウミグモのアサリに対する寄生の季節変化の模式図.

リへの寄生が確認されている。

2015年9月には、知多半島東岸から衣浦港および矢作川を挟んで東側に位置する三河湾中部北岸の西三河地区において、ウミグモのアサリへの寄生が初めて確認された。知多半島東岸での確認以降、当海域では、アサリ稚貝移植の中止等のウミグモ拡大防止措置がとられ、寄生確認海域は5年以上拡大しなかったことになる。なお、西三河地区に拡大した要因は明らかではない。その後も西三河地区における寄生確認海域は拡大し、2017年5月現在、当地区全域の漁場に広範囲に及んでいる。西三河地区は三河湾のアサリ生産の主力漁場であり漁業生産への悪影響が心配される。

以上のように、三河湾では、知多半島東岸から西三河地区にかけてウミグモのアサリへの寄生が確認されている。なお、同湾奥にありアサリの天然稚貝が毎年大量に発生する豊川河口の六条潟や、渥美・東三河地区のアサリ漁場ではウミグモは確認されていない。

1.2.2. 漁業被害

三河湾産が約80%を占める愛知県のアサリ漁獲量の変動と、ウミグモの拡大の経過は一致しておらず、ウミグモによる直接の漁業被害の把握は難しい。なぜなら、愛知県のアサリの漁獲量は、ウミグモが知多半島東岸で確認された2008年-2013

年まで1万6千t以上となっていた。また、西三河地区にウミグモが拡大した時期より前の2013年から漁獲量は減少に転じており、ウミグモがアサリ減少の主要因とは考えにくいからである。

とは言え間接的には、アサリ稚貝の移植量の減少により漁獲量が減少するという影響が、東京湾と同様に知多半島東岸でもあったと考えられる。知多半島東岸においては、これまでアサリの大量死亡は確認されておら

ず、他の漁場へのウミグモの拡大を防ぐ目的でアサリ稚貝の移植を中止し、その一方で、漁獲量がウミグモ発生前の1/3以下に減少したからである。

また、西三河地区においては、2016年の夏季に、地盤高の高い岸よりの漁場でアサリの死亡が認められ、死亡個体からウミグモが確認された。これは、ウミグモの寄生によって衰弱した個体が高水温の影響で死亡したと推測されている。

1.3. 松川浦

1.3.1. 出現の経過

福島県では、1982年5月-1984年5月にかけて相馬郡の水深2-4mの砂泥底に築かれた防波堤で採集されたキヌマトイガイ *Hiatella orientalis* から偶然にウミグモ（未成体）を発見したとの報告がある (Ogawa & Matsuzaki 1985)。これが本州でのウミグモの初記録とされている (宮崎ほか2010)。その後、福島県ではウミグモの報告がみられなかったが、2009年に福島県の松川浦でウミグモのアサリへの寄生が確認された。

松川浦は約6.5kmの汽水湖であり、アサリ漁業が行われている (図1)。1970-2010年におけるアサリの漁獲量は、年間74-687tであった。このアサリ漁業は他の水域からの種苗の移植に依存しており、多い年には500t以上の移植の記録がある (佐

藤ほか 2007)。

松川浦でのウミグモの最初の発見は、2009年6月5日に水槽で飼育していたアサリから偶然見つかったものであり、このアサリは2009年5月に松川浦のアサリ漁場から採集した個体であった。2009年では6月にアサリの移植放流が行われたが、最初に発見されたウミグモは5月以前に松川浦に生息していたと考えられた。前年の2008年には、アサリ漁場において千葉県産のアサリの移植放流が行われていたことから、2007年に東京湾で大発生したウミグモが、アサリとともに松川浦に移入した可能性が考えられる。

その後、ウミグモのアサリへの寄生率は高い場合で30%以上となり、松川浦のほぼ全域からウミグモが発見されるようになった。しかし、東日本大震災を境に松川浦におけるアサリへのウミグモの寄生は顕著に減少した。震災によって松川浦周辺は大きく影響を受け、ウミグモの寄生状況調査は2011年3-6月の期間に中断された。アサリは急激に減少したが、一部の場所では小規模ながら生息がみられ、2014年以降は震災以前と同等の水準まで資源が回復した (Abe *et al.* 2017)。一方、ウミグモは2011年12月に震災後では初めてアサリから確認されたが、その後も見つかることはごくまれであり、2012年5月に4個体のアサリから寄生が確認されたのを最後にみられなくなった。

このように、震災後にもウミグモの発見事例があったことから、少なくとも震災によって直接的に消失したわけではない。アサリをはじめとして、宿主となる二枚貝が震災の津波によって大きく減少したことが、ウミグモの寄生を大きく妨げたことは十分に考えられる。ただし、その後アサリが急激に増加したにも関わらず、ウミグモがまったくみられなくなった要因については依然として不明である。同様に、カクレガニ類のオオシロピンノ *Arcotheres sinensis* が2009年6月以降に松川浦のアサリから確認されるようになり、震災後もまれに見つかっていたものの、2015年以降ではみられなくなった。このように、宿主の減少に伴う寄生生物の消失はウミグモに限ったことではないのかもしれない。寄生生物の消失機構については今後の大きな課題である。

1.3.2. 漁業被害

2009年にウミグモが発見されてから、松川浦の漁協は苦情対応などを懸念していたものの、寄生率が低く、実際に寄生があったとしても寄生しているウミグモの個体数が少なかったことから、とくに消費者からの苦情は寄せられなかった。松川浦のアサリ漁業が主に4-8月に行われていたこと、この時期の寄生率は前述のように低いことから、大きな問題とはならなかったと考えられる。

一方、松川浦では一部の場所で観光客向けの潮干狩り漁場があり、観光客からの苦情も懸念されたが、2009年および2010年のどちらもそのようなことはなかった。なお、2011年以降は潮干狩りが行われていない。

2011年の東日本大震災に伴う原子力発電所の事故により、福島県の沿岸漁業は操業自粛を余儀なくされ、アサリ漁業も例外ではなかった。その後、2016年4月に試験操業ではあるがアサリ漁業が再開された。2012年6月からこの時点に至るまでアサリからウミグモはまったく発見されておらず、現在ではウミグモ問題は収束している。

2. 寄生動態

2.1. 東京湾

盤洲干潟ではアサリに対するウミグモの寄生盛期は6-7月、および10-12月の少なくとも年間2回あることが観察されている (図4)。寄生盛期には寄生確認率と寄生強度がともにピークとなることが多い。6-7月の寄生盛期には寄生確認率と寄生強度が年間最高値を示すことが多く、この時期にアサリの死亡が発生することがある。10-12月にアサリの死亡が認められることは少ない。

寄生動態の調査では、5-6月に新規の寄生が発生し、アサリ内で成長したウミグモは7-8月に成体となって自由生活に入る (図4)。10-11月には再び新規の寄生があるが、その後は冬季の低水温などのためにウミグモの成長は鈍る。3-4月に成体がアサリから離脱し、それらが産卵することによって5-6月の新規寄生が発生する。

寄生確認率と寄生強度は年変動が大きい。2007-2014年に実施している寄生状況調査では、年ごとに寄生確認率の年間ピーク値が低下してい

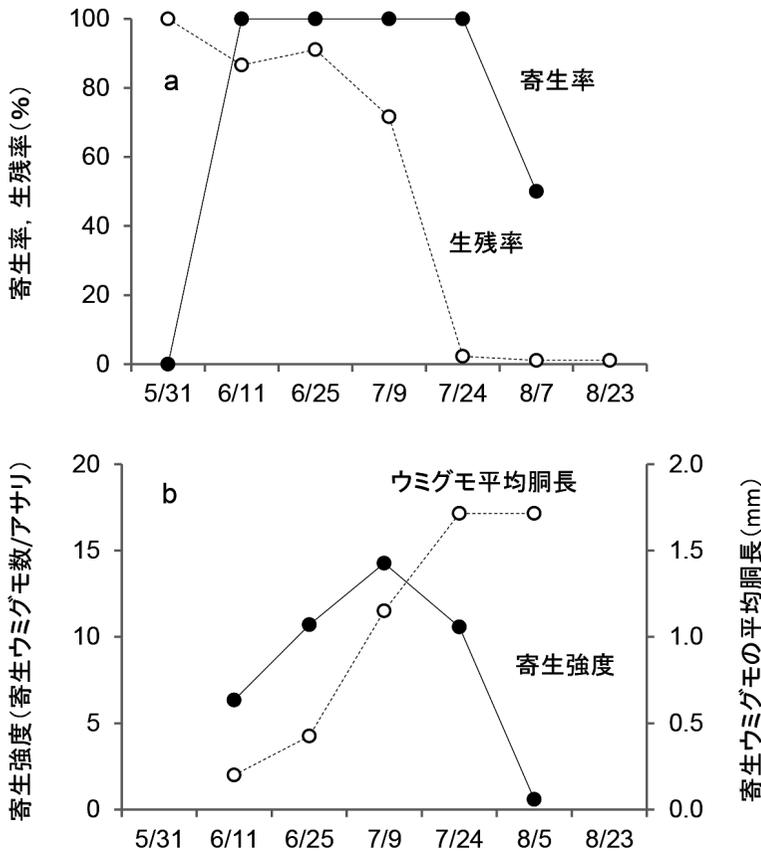


図5. 東京湾盤洲干潟での未寄生アサリの現場飼育実験におけるカイヤドリウミグモ寄生率とアサリの生残率(a), 寄生カイヤドリウミグモの平均胴長と寄生強度(b)の変化。

るように見えた。

被寄生二枚貝はアサリ、シオフキガイ、マテガイが中心であり、これらはいずれも盤洲干潟に普通に生息する二枚貝である。ウミグモは複数種の二枚貝との間で寄生・自由生活を繰り返していると思われ、アサリだけに着目してはその全体像はつかめないと思われる(鳥羽ほか2010)。

2.2. 三河湾

知多半島東岸におけるウミグモのアサリへの寄生確認率および平均寄生強度は、大きな年変動を示すものの、5月あるいは6月に極小となった後、6月または7月にピークを形成し、7-10月に急激に低下し、10月以降にわずかに上昇するという毎

年ほぼ同様の季節変化を示す(図2b)。

この季節変化は、5-6月にかけての成体が宿主を離れることによる寄生個体の減少、その直後の新規の寄生、7-10月の幼体および成体の死亡による減少、10月以降の少数の新規の寄生を反映したものと推定される(村内ほか2014)。また、西三河地区においても、寄生確認率及び平均寄生強度は、ほぼ同様の季節変化を示す。

しかし、年によっては、12月から2月あるいは4月の冬から春にかけて寄生確認率のピークが高くなることもあり、この現象はこれまで2009-2010年及び2015-2016年の2回発生している(図2b)。

2009-2010年におけるピークについては、2009年夏場(7-9月)の低水温により寄生しているウミグモの幼体が他の年より多く生残し、その後

に比較的多くの成体が出現したためと考えられている(村内ほか2014)。また、2015-2016年のピークについても、9月に低水温が観測されている。このときの知多半島東岸における寄生確認率は2008年以降で最も高くなった。この時期と前後して隣接する西三河地区で初めてウミグモのアサリへの寄生が確認された。

2.3. 松川浦

2009年6月8-10日に最初の寄生状況調査が行われた。松川浦の延べ17地点でアサリを採集し、454個体について調べたところ、延べ8地点の21個体のアサリから計29個体のウミグモが発見され

た。この時点での寄生率は、高い場所でも20%程度であった。福島県水産試験場では、その後松川浦内に12定点を設け、定点ごとに各月30個体のアサリを採集して寄生状況のモニタリングを行った(涌井・富山2010)。ウミグモのアサリへの寄生率は季節的に変化して冬季にピークを示した(図2c)。この季節変化は夏季にピークを示す千葉県や愛知県とは異なるパターンである。また、オオノガイ *Mya arenaria oonogai* やイソシジミ *Nuttallia japonica* からウミグモの寄生が確認された(涌井・富山2010)。

2.4. 3海域の比較

東京湾、三河湾、松川浦の3海域ともに、ウミグモのアサリに対する寄生発現は季節的な周期性を示す。寄生確認率の季節変化は、東京湾では夏6-7月と晩秋10-12月に年2回のピークを持つ明瞭な変動を示し、夏のピークが年間最高値を示すことが多い。三河湾における季節変化も東京湾とほぼ同様であるが、12-4月にかけてのピークが夏のピークを上回る場合がある。松川浦でのウミグモの出現期間は2009-2011年の2年間足らずであったが、その間の平均寄生率は夏7月に最低となり、冬11-1月に最高となる季節変化を示した。松川浦が他の2海域と異なる点は、寄生確認率のピークは年1回で、それが冬に出現することである。

ウミグモの寄生によってアサリが死亡して直接的な漁業被害が生じたのは東京湾のみである。また、その東京湾でも2014年までの調査ではアサリが大量に死亡したのは発生初年の2007年夏季のみといってもよい。三河湾では東京湾と同様に継続的な発生が認められているが、アサリの死亡による直接的な漁業被害は小さい。松川浦では東日本大震災という特殊事情ではあったがアサリの死亡

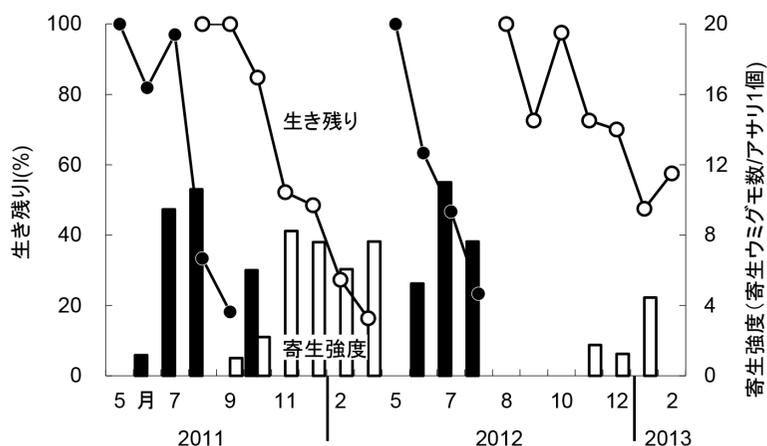


図6. ウミグモの寄生盛期(6-7月)の前に放流したアサリの生き残り(黒丸折れ線)と寄生強度(黒縦棒),および寄生盛期後に放流したアサリの同(白丸折れ線,白縦棒)。2011年と2012年の結果を示す。

が認められないままウミグモの発生そのものが短期間で消失した。

とはいえ、東京湾と三河湾では、おそらくは宿主側の条件も含めたその時のウミグモの環境条件によって、寄生の発生規模は大きく年変動する。ウミグモの寄生の発生規模が環境条件によって変わるなら、その年の環境条件が蔓延に適しているとき、あるいは環境条件が適している新たな海域にウミグモが侵入したとき、規模の大きな寄生被害が発生する可能性が将来においてもあり得る。

ウミグモはふ化幼生を含めて遊泳能力を持たない。そのため、とくに宿主貝類の生息場所が地理的に隔離している場合は、寄生の発生範囲が短期間に大きく広がる可能性は低い。東京湾では盤洲干潟から富津干潟へ拡大するのに1年以上、三河湾では知多半島から西三河地区へ拡大するのに7年間を要している。そして東京湾と三河湾ともに各湾内のこれら以外のアサリ生息場所にはまだ拡大していない。2007-2009年に同時多発的に3海域で発生したウミグモの遺伝解析では、それらは多分に同祖的である(張ほか2012)。松川浦では東京湾からの移殖貝によって持ち込まれた可能性があるということを考えて、ウミグモの地理的拡大、とくに遠隔した湾間での拡大は人為的にもたらされる可能性の方が高いかもしれない。

3. 防除対策の試行

ウミグモの寄生被害が発生した水産現場では、漁業生産を回復するためのウミグモの防除対策の立案と適用が最大のテーマとなる。防除に当たってはまずウミグモの生態や環境耐性を知る必要がある。また、ウミグモの殺傷や排除などの防除対策は、ウミグモがアサリの内部にいる寄生生活期と、アサリから離れた自由生活期に分けて考えなければならない。さらに、ウミグモの寄生生態に応じて漁業上の寄生被害を生じさせないようにしつつアサリを育成し、生産する方法も考えられる。

3.1. 防除に関係する生理生態特性

3.1.1. 寄生発生の時空間的変動

前項で述べたように、盤洲干潟ではアサリに対するウミグモの寄生発生には明瞭な季節性がある。加えて、寄生の発生には空間的な濃淡があり、毎年ほぼ同じ場所でウミグモ成体の分布密度が高く、その場所でのアサリの寄生確認率が高くなる。ウミグモ成体の分布と寄生確認率の濃淡にどのような条件が影響しているかは不明である。

3.1.2 寄生強度とアサリの死亡

未寄生のアサリを現場飼育した実験では、5月末に飼育を開始したアサリは2週間以内にウミグモの寄生率が100%になった(図5a)。しかしその後しばらくの間アサリには外見的に異常はなく、そのまま生存していた。寄生していたウミグモはアサリ内で成長を続け、7月後半になってそれらが成体に近いサイズになったとき、アサリの死亡が始まった(図5a, b)。この時寄生しているウミグモの個体数は、むしろ当初より少なくなっていた(図5b)。このことは寄生しているウミグモのサイズが大きい時にアサリに対する生理的負荷が大きくなることを示している。アサリ1個体に寄生しているウミグモの個体数およびサイズとアサリの生死の関係を検討したところ、寄生ウミグモの合計体積とアサリの生死の間に関係が認められることが認められた。

3.2. 寄生生活期での対策

寄生生活期のウミグモはアサリの貝殻腔内で外

界と遮断されており、いわばアサリに保護された状態にある。貝殻腔内のウミグモを衰弱、死亡させる、あるいは腔外へ排除するには、アサリに影響のない範囲で、ウミグモを宿主のアサリとともに何らかの処理条件に暴露することなどが必要になる。

ウミグモの環境耐性を調べたいいくつかの実験によって、水温、塩分、溶存酸素、pHなどに対するウミグモの耐性が判明した。これらのうち、高水温に対する耐性範囲がアサリの耐性範囲よりやや低い可能性が推定された。このため、ウミグモが寄生したアサリを水温34℃の水槽内で保持し、ウミグモの反応を観察した。その結果、暴露後48時間で80%以上のウミグモがアサリの軟体部から脱落し、殻外に排出された(表1)。この時、殻外に排出されたウミグモの死亡率は90%以上、殻内に残っていたウミグモの死亡率は約60%であり、高温条件はウミグモの排除に有効であった。しかし、高温条件はアサリに対しても負荷が大きく、寄生強度が高くアサリが衰弱している場合などはアサリに対しても悪影響が現れる可能性が考えられた。

高温条件を含めて環境条件の人為的操作は採取したアサリを陸上水槽内などに収容して処理することが基本である。干潟などの現場では広い面積に適用する環境条件の操作は手法やコストの面から実用的ではなく、また可能であったとしても共存する他の生物に対する悪影響などは免れない。高温条件によるウミグモの排除は、漁獲した出荷前のアサリに対して食品としての品質向上のために用いられるなどになるだろう。

3.3 自由生活期での対策

自由生活をしているウミグモ成体に対して殺傷あるいは捕獲による駆除を試みた。殺傷と捕獲はともに干潟の広い範囲に適用可能な手法が必要であり、殺傷では薬剤など水域環境に悪影響を与える手法や危険な手法は使用できない。

3.3.1. チェーン曳き

干潟の海底表面に生息するウミグモ成体に機械的な損傷を与えて殺傷することを試みた。考案した器具は底引き漁具を模した小型の曳航式掃海器

具であり、海底面に接する部分は鉄製の桁とそれに連結した網状の鎖である。この網状の鎖で海底面を掃海し、そこに生息するウミグモを殺傷することを企図した。しかし、試験的に実施した掃海作業でのウミグモの損傷率は32%であり、掃海作業を行わなかった対照域での損傷率29%と差はなかったため、現場適用は断念した(鳥羽ほか2010)。

3.3.2. 捕獲

ウミグモ成体の分布密度調査は小型の底曳きネットを作製して実施していた。この底曳きネットは比較的効率良くウミグモ成体を採集できると思われたため、駆除作業用に構造材の強度を高めた駆除用の底曳きネットを複数作成してウミグモ成体の捕集作業を実施した。捕集作業は現地漁協の協力を得て、2009年の寄生盛期の前に2か月間実施した。駆除作業の実施対象区域はウミグモ成体の分布密度が高かった漁協の管理区域の全域393haであり、計算上ではこの2か月間に対象区域の約8割の面積318haを掃海した。作業に動員した人員数と作業量は当該漁協が運用できるほぼ限界に近いものであった。また、作業期間はウミグモ成体の分布密度が高まる時期とほぼ一致しており、効果的に捕集作業ができたと思われた。しかしながら、駆除作業後のアサリに対するウミグモの新規寄生の増加は、駆除作業を実施しなかった前年と大差なく、駆除作業の効果は認められなかった(鳥羽ほか2010)。

3.4. ウミグモと共存するアサリ生産手法

盤洲干潟でのウミグモの新規寄生の発生には明確な季節性があり(図1)、5-6月に発生する新規寄生によって6-7月にアサリの死亡が発生する。5-6月以外の時期にも新規寄生は発生するが比較的寄生強度が低く、アサリの死亡は顕在化しない。また、理由は不明であるが、寄生確認率の高い場所と低い場所が毎年ほぼ同様の位置に形成される。これらの事実を参考に、寄生発生の盛期後に、寄生発生が少ないと思われる場所に未寄生のアサリを移殖放流し、成長したアサリを次の寄生盛期までに漁獲するという生産方法が考えられた。

表1. ウミグモが寄生したアサリを高温(34°C)に48時間暴露後のウミグモの死亡率

アサリから脱落したウミグモの比率	81.3 ± 8.0%
アサリから脱落したウミグモの死亡率	88.8 ± 11.2
アサリから脱落しなかったウミグモの死亡率	62.5 ± 23.9

このため、2011-2012年にそれぞれ寄生発生の盛期の前(5月前半)と後(8月)にアサリを放流し、寄生の発生および生き残り等を比較した。その結果、盛期前に放流したアサリではウミグモの寄生によって兩年ともに死亡が発生し、9月までの生き残りは20%前後になった(図6)。一方、盛期後に放流したアサリは、2011年には秋に寄生が発生して20%以下の生き残りになったのに対し、2012年には秋の寄生が少なく60%近い生き残りだった。盛期後の放流でも生き残りは年によって変動し、安定した生産は見込めない場合があった。

4. 水産現場での今後の考え方

盤洲干潟を中心に、ウミグモの寄生による漁業被害を軽減、回避するためにさまざまな試みを行ってきた。しかしながら、これまでのところ実的に有効であった手法はなかった。

盤洲干潟でのウミグモは、複数種の二枚貝の内部とその外部の海域とを巡る生活環に沿って、連続的、重層的に成長と再生産を繰り返している。駆除作業等によってウミグモ成体を海域から除去するのは困難であるが、たとえ除去できたとしても、特定の生育段階のウミグモだけを除去することは根絶に向けた防除としては大きな意味はない。

もとより、ウミグモは干潟から沖合の水深数mの深場まで広域に分布しており(鳥羽ほか2010)、ふ化した小型の幼生は遊泳しないものの海水の流動によって容易に拡散する。また、宿主の二枚貝は複数種あり、それぞれの二枚貝は自然条件下で自律的に再生産を繰り返している。すなわち、寄生が発生した海域では、新たな寄生経路を遮断することは困難であり、また宿主を排除することも難しい。そこでは疾病防除の基本となるこれらの対策を適用できない。

3海域のうち初めに大量寄生が発生した盤洲干潟のウミグモが他の海域から移入したのか、あるいは何らかの環境変化によって爆発的に増加したのかは不明である。しかし、現段階でウミグモの発生が確認されていない海域では、その侵入防止を第一に考えるべきであろう。他海域からの移入については、アサリをはじめとする生きた貝類だけでなく、他の水生生物、海水、さらにはウミグモ幼生の付着している可能性のある資材などについても禁じることが、現在だけでなく将来の貝類漁業生産にとって死命を制するかもしれない条件の一つになるだろう。

引用文献

- Abe, H. *et al.* 2017 Reg. Stud. Mar. Sci. **9** : 97-105.
 張成年ほか 2012 日本水産学会誌 **78** : 895-902.
 小林豊・鳥羽光晴 2014 千葉県水産総合研究センター研究報告 **8** : 27-33.
 黒田伸郎ほか 2016 平成27年度愛知県水産試験場業務報告 pp. 112.
 宮崎勝己ほか 2010 日本動物分類学会誌 **28** : 45-54.
 村内嘉樹ほか 2014 水産増殖 **62** : 183-190.
 Ogawa, K. & Matsuzaki, K. 1985 Zool. Sci. **2** : 583-589.
 佐藤利幸ほか 2007 福島県水産試験場研究報告 **14** : 57-67.
 千葉県水産研究センターほか 2012, 平成23年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究報告書, カイヤドリウミグモの寄生被害を回避軽減するためのアサリ放流生産手法の開発, 41pp.
 千葉県水産研究センターほか 2013, 平成22-24年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究報告書, カイヤドリウミグモの寄生被害を回避軽減するためのアサリ放流生産手法の開発, 44 pp.
 鳥羽光晴 2015 東京湾の漁業と環境 **7** : 39-58.
 鳥羽光晴 2017 日本水産学会誌 **83** : 914-941.
 鳥羽光晴ほか 2010 水産基盤調査委託事業報告書, 資源増殖対象種の生態特性に配慮した漁場整備手法の実験的解明, 52 pp.
 涌井邦浩・富山毅 2010 平成21年度福島県水産試験場事業概要報告書 p. 74-75.
 Yoshinaga, T. *et al.* 2011 Fish. Pathol. **46** : 38-41.