

修士論文内容の要旨

ふりがな 氏名	ありま だいち 有馬 大地
専攻名	海洋生物資源科学専攻
入学年度	平成 25 年 4 月
指導教員名	主査 今井 一郎 教授 副査 桜井 泰憲 特任教授 副査 五嶋 聖治 特任教授 副査 平譚 享 准教授 副査 山口 篤 准教授
論文題目	知床羅臼深層水により採集された動物プランクトン群集の季節変化: 特に優占カイアシ類 <i>Metridia</i> 属の生活史と再生産生態について
<p>オホーツク海は北半球で最南端の結氷する海域である。冬季に結氷するため、従来船舶にて行われてきたプランクトンネット採集では、動物プランクトン群集の詳細な時系列変動の評価が困難であった。北海道羅臼町では、羅臼漁港沖約 2.8 km、水深 350 m の地点から深層水を取水しており (知床らうす深層水)、取水した深層水中に含まれる粒子 (主に動物プランクトン) は深層水取水施設にて濾過除去している。本研究は、2007 年 6 月-2009 年 12 月の 2 年半にわたり、知床らうす深層水のフィルターに捕集された動物プランクトンを 1 日 1 回、フィルター掃除のタイミングに合わせて回収し、ホルマリン固定試料として保存し、時間解像度の細かい時系列試料を得て、動物プランクトン群集の季節変化を明らかにすることを目的とした。また、試料中に優占したカイアシ類 <i>Metridia</i> 属 2 種 (<i>M. okhotensis</i> と <i>M. pacifica</i>) について個体群構造を評価した。特に、雌成体の受精囊の受精の左右差と雄成体の第 5 遊泳肢の左右利きについては、種毎に異なる新知見が得られた。そこで、この各パラメータについて世界中の様々な海域において採集されたプランクトン試料も併せて解析し、総合的な考察を行った。</p> <p>2007 年 6 月 20 日から 2009 年 12 月 18 日にかけて、計 352 本のプランクトン試料</p>	

を得た。平均採集間隔は約 2.5 日である (=897 日間/392 本)。採集は、知床らうす深層水取水施設にて、毎時約 110 トンの採水を 4-41 時間 (平均 20 時間) 行った。この後に、目合い 420 μm の金属製フィルターに捕集された動物プランクトンを 5-10%ホルマリン海水に固定した。採集時には深層水の水温と採水量を記録した。試料は沈殿量を測定した後、試料量に応じて適宜分割した副試料について、実体顕微鏡下にて分類群毎に同定計数した。優占分類群のカイアシ類については種同定を行った。出現したカイアシ類のうち、出現個体数に優占した *Metridia* 属 2 種 (*M. okhotensis* と *M. pacifica*) は発育段階毎に計数し、雌成体の生殖腺成熟度、受精囊の左右受精の有無、雄成体の左右利きを観察した。雌成体の受精囊の左右受精の有無、雄成体の左右利きについては、同属種内の変異を明らかにするために、東西北太平洋、ベーリング海、北極海、バレンツ海および南大洋等にて出現した本属 7 種 (*M. asymmetrica*, *M. curticauda*, *M. gerlachei*, *M. longa*, *M. okhotensis*, *M. pacifica* 及び *M. similis*) について、同様の観察を行った。

知床らうす深層水の水温は 0.8-5.1 $^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、最高水温は 11 月に、最低水温は 4 月に見られた。動物プランクトン沈殿量は 100-3100 $\mu\text{L m}^{-3}$ の間にあり、2007 年 7-8 月および 2008 年 2-3 月にかけて多く、8 月以降翌年の 1 月にかけて低かった。出現個体数は 20-550 inds. m^{-3} の間にあり、沈殿量と同様の季節変化を示した。全動物プランクトンにはカイアシ類が年平均で出現個体数の 90%、バイオマスの 76%を占め、最優占していた。カイアシ類は 20 属 33 種が出現し、年平均出現個体数の 61%を *M. okhotensis* が占め、次いで同属の *M. pacifica* が 12%を占めていた。深層水で採集された動物プランクトンは出現個体数、バイオマス共に表層における報告の 6 割程度と少なく、これは深海であることに加えて、濾水速度が遅いことによると考えられた。深層水で採集された動物プランクトン群集はネット採集に基づく表層の漂泳区群集に比べてアミ類や近底層性カイアシ類が多く出現し、出現種数も多かった (表層漂泳区からは 18 属 26 種のカイアシ類が報告されてい

る)。深層水は取水口が海底付近の深海にあるため、深海性種や近底層性種も採集され、種数が多くなったと考えられた。

優占カイアシ類の *Metridia* 属 2 種は優占する時期が異なり、12 月から翌年 7 月には *M. okhotensis* が、8-11 月には *M. pacifica* が優占していた。発育段階毎に見ると、*M. okhotensis* は C3 期以降が出現していた。本種は C4 期以降に雌雄が分けられ、C5 の雌雄比はほぼ 1 : 1 で周年を通して一定であった。一方、C6 (成体) の雌雄比は季節変化を示し、雄成体は 12 月から翌年の 5 月に多く出現し、他の時期はほぼ雌成体のみによって占められていた。雌成体の生殖腺成熟度は 2008 年、2009 年ともに 1 月から 4 月にかけて、I 未成熟から V 産卵中へと急速に成熟していた。雌雄比や生殖腺発達から推定される本種的生活史は以下の通りである。本種の雌は、夏季-秋季 (6-11 月) に未成熟な生殖腺の C6F、雄は C5M の状態で休眠していると考えられる。C5 から C6 への脱皮は 12 月に始まり、特にこの時期の初期は雄の占有率が高くなる。雌成体は雄成体が出現し始める 12 月から 1 月に交尾、受精を行い、その後 1-4 月に生殖腺を成熟させ、主に 4-5 月に再生産を行っていると考えられた。一方、小型な *M. pacifica* は C5 期以降のみが出現した。本種が 8-11 月に多かったことは、親潮域において報告されており、生活史における季節的な鉛直移動、表層から深層に移動するタイミングが合致したためであると考えられた。

知床らうす深層水中で出現した *M. okhotensis* と *M. pacifica* の雌成体 (C6F) 受精囊の受精の左右と雄成体 (C6M) の左右利きの割合は周年を通してほぼ一定であった。大半の *M. okhotensis* C6F は、周年を通して左側の受精囊のみの受精で (調査期間平均 95.7%)、C6M も大半の個体が左利きであった (99.7%)。一方、*M. pacifica* の C6F の受精囊の受精は、調査期間平均で左側受精 : 右側受精 = 27.2% : 62.3% で、右側の受精囊で受精した個体の方が多かった。*M. pacifica* C6M の左右利きの割合も、左利き : 右利き = 31.7% : 68.3% と、C6F の左右受精とほぼ等しい値であった。世界中の *Metridia* 属 7 種の C6F の左側受精の割合と

C6M の左利きの割合の間には有意な正の相関があった ($r^2=0.78$, $p<0.001$)。全世界的に本属種内で雄成体の左右利きと雌成体の受精囊の受精の左右に相関があったことは、雌成体の受精囊の受精の左右が雄成体の左右利きによって決定されていることを示唆している。

カイアシ類のうち、Diaptomoidea 上科や Calanoidea 上科では生殖蓋があり、生殖蓋の内側の空間 (genital atrium) で受精後、生殖蓋が開いて、卵が放出されるため、1 回でも交尾した雌成体であれば左右どちらの生殖孔から出てきた卵も受精することができる。一方、生殖蓋が無く、受精囊のみが存在する Arietelloidea 上科 (*Metridia* 属が含まれる) では、産卵時に卵と同時に受精囊に貯蔵された精子も放出される。それが左右独立して起こるため、片方の受精囊のみでしか受精していない *Metridia* 属の雌成体は産出された卵のうち、半分が未受精のままである可能性が考えられる。実際に、本属の各種については、雌成体から産出された卵の孵化率が異常に低いこと (49-68%) が従来さまざまな海域から報告されており、その理由は長い間不明なままであった。

本研究によって、*Metridia* 属の受精は左右いずれかの受精囊であり、この傾向は世界中に出現する本属に共通した傾向であることが明らかとなった。カイアシ類のうち、生殖蓋が無く、受精囊のみ存在する Arietelloidea 上科 (*Metridia* 属が含まれる) では、産卵時に卵と同時に受精囊に貯蔵された精子も放出され、それが左右独立して起こる。そのため、上述の未受精卵が発生している可能性が大きい。これまで実験的に本属各種について報告されている低い卵孵化率は、この反映と考えられる。本仮説を確かめるために、今後は野外にて採集した雌成体について、受精囊のタイプ毎に個別に飼育し産卵と孵化実験を行い、受精囊片方のみ受精した個体と、両方で受精した個体間で卵の孵化率に違いがあるか否かを飼育実験によって実験的に明らかにする必要がある。