

修士論文内容の要旨

ふりがな 氏名	あ べ よしゆき 阿部 義之	
専攻名	海洋生物資源科学学専攻	
入学年度	平成 23 年 4 月	
指導教員名	主査 今井 一郎 教授	副査 岸 道郎 教授 副査 山口 篤 准教授
論文題目	北太平洋亜寒帯域に優占する大型外洋性カイアシ類の同化効率に関する研究：特に 有毒藻類 <i>Alexandrium</i> 属の影響について	
<p>夏季の北太平洋亜寒帯域表層の動物プランクトン群集において、大型外洋性カイアシ類の <i>Neocalanus</i> 属と <i>Eucalanus</i> 属は全バイオマスの 85 - 90% を占め、二次生産者としてエネルギーを高次生物に受け渡す重要な役割を果たしている。カイアシ類の物質循環に関わる諸パラメータのうち、同化効率は海洋生態系内における高次栄養段階へのエネルギー転送を推定する際に必要不可欠なパラメータである。しかし、<i>Neocalanus</i> 属と <i>Eucalanus</i> 属の同化効率を実験的に求めた研究は乏しく、NEMURO など海洋生態系モデルにおいてもある一定値（70%）を用いているのが現状である。これら大型外洋性カイアシ類の同化効率に関する知見の充実、生態系モデルの精度を上げる意味で重要である。本研究は北太平洋亜寒帯域の動物プランクトン相に優占する、外洋性大型カイアシ類 4 種を対象に、同所的に分布する植物プランクトンを餌として与え、その同化効率の変動パターンを明らかにしたものである。カイアシ類の同化効率を決定する要因として、植物プランクトン細胞サイズ、群体形成の有無、遊泳能力の有無、無機物含有量などのパラメータとの関係を解析した。同化効率の実験過程において、有毒藻類 <i>Alexandrium tamarense</i> を餌とした時に、摂餌を忌避する行動が見られたことから、カイアシ類各種の <i>A. tamarense</i> への摂餌速度も測定し、植物プランクトンと動物プランクトンの相互関係についての補助資料も得た。</p> <p>2011 年 5 月～7 月および 2012 年 5 月～8 月にかけて、北太平洋亜寒帯域の複数の定点で生鮮カイアシ類 <i>N. cristatus</i>、<i>N. flemingeri</i>、<i>N. plumchrus</i> 及び <i>E. bungii</i> の C5 個体を得た。現場海水で作成した濾過海水を満たした 1 L ボトルにカイアシ類を入れ、水温 2°C に保ち陸上実験室に持ち帰った。また、カイアシ類試料採集と同時に、水深 20 m より採水した未濾過海水を改変 SWM-3 培地に 5 ml 添加し、光条件 100–120 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$、明暗周期 14 hL: 10 hD、15°C にて培養し、増殖し集積した植物プランクトンの中からカイアシ類の餌となる植物プランクトンを単離した。現場海水から単離した珪藻 3 種を含め、餌として珪藻類 6 種 (<i>Attheya septentrionalis</i>、<i>Chaetoceros</i> sp.、<i>Ditylum brightwellii</i>、<i>Pauliella taeniata</i>、<i>Skeletonema</i> sp. 及び <i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>)、渦鞭毛藻類 1 種 (<i>Alexandrium tamarense</i>)、ラフィド藻 1 種 (<i>Heterosigma akashiwo</i>) の計 8 種の植物プランクトンを用意し、同様の条件で培養した。</p> <p>同化効率実験は、濾過海水に植物プランクトン 1 種を細胞サイズに応じて $5.0 \times 10^2 - 2.0 \times 10^4 \text{ cells ml}^{-1}$ の細胞密度 ($110 - 2577 \mu\text{g C L}^{-1}$) に調整した餌海水を満たした 1 L ボトルに、<i>N. cristatus</i> と <i>E. bungii</i> は 15 個体、<i>N. flemingeri</i> は 20 個体ずつ入れ、水温 3°C 暗条件下で 24 時間飼育した。実験区は 3 連で設け</p>		

対照区も用意した。3時間毎に餌海水を攪拌し、24時間飼育後、実験区のカイアシ類の糞粒を回収した。あらかじめ秤量しておいた GF/F フィルターに実験開始時の餌の植物プランクトンと実験終了時の糞粒をそれぞれ濾過捕集し、乾重量と灰分量を計測し、同化効率を Conover (1968a, b) の Ratio method にて計算した。two-way ANOVA による検定を行い、カイアシ類種間および、植物プランクトン種間によって同化効率が異なるか否かを評価した。

得られた同化効率の平均は *N. cristatus* で 45%~66%、*N. flemingeri* で 44%~66%、*E. bungii* で 34%~65% の範囲にあり、植物プランクトンの種によって大きく変動していた。これらカイアシ類3種の同化効率は、実験に使用した植物プランクトンの無機物含有量との間にいずれも有意な負の関係があった ($r^2 = 0.79 - 0.87, p < 0.01$)。植物プランクトンのうち、高い無機物含有量を示すのは主に珪藻類で、カイアシ類は珪藻殻無機物の構成要因である Si をほとんど同化できないため、植物プランクトン無機物含有量の割合と同化効率には負の関係があると考えられた。two-way ANOVA による検定の結果、カイアシ類種間に同化効率の有意差はなく、植物プランクトン種間にのみ有意差が見られた。またカイアシ類種と植物プランクトン種による同化効率には交互作用がみられ、*N. flemingeri* と *E. bungii* の同化効率は *Skeletonema* sp. > *Th. nordenskiöldii* > *D. brightwellii* の順となっており、一方 *N. cristatus* では *Skeletonema* sp. > *D. brightwellii* > *Th. nordenskiöldii* となっていた。体サイズが大型な *N. cristatus* において、大型珪藻 *D. brightwellii* への同化効率は他の2種より高いことが特徴として挙げられる。現在、海洋生態系モデルの NEMURO のような NPZD モデル (生物量を計算するモデル) や、PDM (Population Dynamics Model) および LEM (Lagrangian Ensemble Model) のように数を計算するモデルにおいても、動物プランクトン (主にカイアシ類を想定) の同化効率は 70% という固定した値が用いられているが、本研究によってカイアシ類の同化効率は可変性が大きいこと (45-66%) が明らかになった。*Neocalanus cristatus* における LEM において同化効率を 66% に変化させた場合、本種は生活史を継続することができたが、44% に変化させた場合には生活史を継続できず、死亡することが明らかとなった。また 70% に比べて 66% の時にはコペポダイト期の発育も遅れることがわかった。このように、同化効率の変化は個体群維持や、その発育にも大きな影響を及ぼすため、今後海洋生態系モデルにおいてカイアシ類の同化効率も変動させることが望ましいと考えられる。特にカイアシ類の同化効率は植物プランクトンの無機物含有量と極めてよい相関を持つため、これらのパラメータとの関係を持つ式を用いることが重要と考えられる。

有毒渦鞭毛藻の *A. tamarense* に対して *N. cristatus* は摂餌を行ったが、*N. plumchrus* と *E. bungii* は1回目の実験では摂餌を行うものの、2回目の実験以降はほとんど摂餌せず、消化管内にも餌が見られなかった。*N. cristatus* は *A. tamarense* に対する摂餌によって、餌要求量の 10-60%、*N. plumchrus* では 0-30%、*E. bungii* では 0-320% をまかなうことが出来ていた。実験に用いたすべてのカイアシ類において2回目以降の実験では餌要求量を満たしていなかった。これまで有毒藻 *Alexandrium* 属がカイアシ類に及ぼす影響は、主に沿岸性小型種について調べられている。*Alexandrium* 属はカイアシ類の摂餌、成長および再生産にネガティブな影響を及ぼし、この影響の大小はカイアシ類個体群が過去にどれだけ *Alexandrium* 属にさらされたことがあるかの履歴によって異なると報告されている。本研究で扱った外洋性大型カイアシ類は、採集した海域がいずれも外洋域であるため、おそらく過去に *Alexandrium* 属のブルームに遭遇したことは無いと考えられる。そのため3回行った実験のうち、1回目は摂餌を行ったが、有毒藻類であるという事を認識した2回目以降の摂餌は減ったものと解釈出来る。有毒藻 *Alexandrium* 属がカイアシ類に及ぼす影響は、*Alexandrium* 属の種とカイアシ類の種毎の組み合わせによっても異なり、海域によっても異なる事が示唆されることから、今後よりいっそうの知見の充実が必至である。