

Notice on Plankton Seminar

#04030

10:00-13:00, 28 Jan. (Fri), 2005. at Room #N406 (4<sup>th</sup> floor)

修士論文内容の要旨

ふりがな 氏名	さ の ふみ かず 佐野史和
専攻名	環境生物資源科学専攻
入学年度	平成15年4月
指導教官名	副査 田島 研一 教授 主査 池田 勉 教授 副査 志賀 直信 助教授
論文題名	海産浮游性カイアシ類の生理活性と生息深度との関係

近年、地球温暖化の海洋生態系へ及ぼす影響予測に関する研究の一環として、表層から深層におよぶ海洋での炭素循環の解明と同時に、そこに生息する動物プランクトンの生理学的な知見の必要性が指摘されている。これまで動物プランクトンの生理学的実験には「生きている」個体を用いてきた。この方法は採集や飼育が比較的容易で出現個体数も多い沿岸性種や外洋の表層性種については適用できるが、出現個体数が極端に少ない中層性種（500–1000 m）や漸深層性種（1000–3000 m）を実験用に多数採集することは難しく、かつ低温の深海から水温躍層を通しての採集には、水温ショックを軽減するために特別の工夫をした採集ネットが必要である。このような理由により、これまで「生きている」個体を扱った深海性動物プランクトンの生理学的研究はわずか数例を数えるのみであり、このような現状を打開するため簡便な生化学的方法の応用が強く望まれていた。

呼吸速度の指標として電子伝達系（ETS）に関わる酵素群の活性は、ネット採集時の短時間の環境変化に影響されず、少数の個体で精度良く測定され、酵素の分解が防止できれば必ずしも「生きている」標本を必要としない。その活性は十分な基質環境下での最大呼吸速度（ $V_{max}$ ）であり、理論的に実際の呼吸速度の2倍を示すとされている。また、成長速度の

指標として、核酸の DNA 量は細胞あたり一定であるが、RNA 量はタンパク合成の前駆体として成長が盛んな細胞ほど多いため、RNA/DNA 比は成長速度と良い相関を示すことが稚仔魚の研究で証明されている。近年、核酸の測定にマイクロプレートと蛍光分析器を使用した Microplate-Fluorescent-Assay (MFA)が開発され、微量の試料で測定が可能となった。

本研究では、親潮域を中心に西部北太平洋の表層から漸深層まで分布するカイアシ類について ETS 活性と RNA/DNA 比を測定し、生息深度との関係を解析して、表層種に比べて深海性種の呼吸速度と成長が異なるかどうかを検討した。

調査に用いたカイアシ類試料は、2002 年 5 月—2004 年 5 月にかけて、北海道大学練習船おしよろ丸、うしお丸による北太平洋練習航海、調査航海において、閉鎖式ネット（口径 80 cm、目合い 330  $\mu\text{m}$ ）を用いて、水深 0–500 m（表層）、500–1000 m（中層）、1000–2000 m（漸深上層）、2000–3000 m（漸深下層）から採集した（計 27 採集地点）。採集したかいあし類は、直ちに船上で種、発育ステージごとにソート、液体窒素中で冷凍保存し陸上実験室に持ち帰った。ETS 活性の分析には、かいあし類 1–数個体を 1 試料としてホモジナイズし、Owens & King 法（1975）により温度 10°C で測定した。核酸の分析には、Wagner *et al.*（1998）の MFA 法を採用した。ホモジナイズした試料の一部について、そのタンパク量を Lowry 法（1951）で測定した。

ETS 活性を測定したカイアシ類は、表層から 6 科 9 属 14 種、中層から 7 科 17 属 28 種、漸深上層から 5 科 11 属 14 種、漸深下層から 6 科 13 属 26 種の計 10 科 17 属 62 種であった。標準温度（10°C）で測定されたカイアシ類の単位タンパク量あたりの ETS 活性（ $\mu\text{l O}_2 \text{ mg protein}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ）は、表層で  $4.54 \pm 2.15$ （平均 $\pm$ 標準偏差）、中層で  $3.44 \pm 1.91$ 、漸深上層で  $2.42 \pm 1.88$ 、漸深下層で  $2.17 \pm 1.55$  となり、統計的に、表層 = 中層 > 漸深上層 = 漸深下層であった（one-way ANOVA, Bonferroni/Dunn-test）。科・属の違いによる ETS 活性への影響を最小限にするため、全層にわたって出現した *Paraeuchaeta* 属（計 7 種）だけの ETS 活性について同様の解析を行ったところ、ほぼ同様な結果が得られた（表層 > 中層 > 漸深上層 = 漸深下層）。次いで、本属の発育段階（C5、C6 期）、雄・雌間での比較では C6 > C5（*t*-test）、雄 = 雌（*t*-test）であった。

RNA、DNA 分析に供したカイアシ類は表層から 7 科 13 属 20 種、中層

から 7 科 11 属 20 種、漸深上層から 8 科 18 属 28 種、漸深下層から 10 科 18 属 35 種で、全層を合計すると 12 科 31 属 78 種であった。RNA/DNA 比は、表層で  $3.72 \pm 2.72$ 、中層で  $1.65 \pm 1.82$ 、漸深層で  $1.54 \pm 1.43$ 、漸深層で  $1.55 \pm 1.50$  であり、統計的に表層 > 中層 = 漸深上層 = 漸深下層であった。科・属の違いによる RNA/DNA 比への影響を最小限にするため、全層にわたって出現した *Paraeuchaeta* 属 (計 10 種) のみの RNA/DNA 比について、同様な解析を行ったところ、表層 = 中層 = 漸深上層 > 漸深下層となった。次に、本属の発育段階 (C4、C5、C6 期)、雄・雌間における RNA/DNA 比の相違を検定したところ、 $C4 < C5 = C6$  (one-way ANOVA, Bonferroni/Dunn-test)、雄 = 雌 (*t*-test) であった。

このように、ETS 活性からみた呼吸速度、RNA/DNA 比からみた栄養状態・成長速度いずれも表層から漸深層に向かってパターンは異なるものの深度の増加に伴い減少することが様々な科・属または同一の属のカイアシ類で明らかとなった。表層に比べて、中・漸深層では暗黒で基礎生産はなく、そこに生息する動物プランクトンはデトリタス食性か肉食性種で、動物プランクトンバイオマスも深度の増加とともに急速に減少するため、本結果はこれら中・漸深層における相対的な餌制限や安定した環境を反映していると解釈される。ただし、本研究で測定された ETS 活性は標準温度 (10°C) における結果であるため、生息深度に伴う現場水温 (表層: 2–15°C、中・漸深層: 1.5–3°C) の影響の相違を考慮すると表層—漸深層の相違はより大きくなる (RNA/DNA 比は現場水温をそのまま反映した値である)。

生息深度の増加による呼吸速度の減少は、これまで大形のマイクロネクトン魚類や甲殻類のような視覚捕食者について観察されているが、カイアシ類や毛顎類のような非視覚捕食者では観察されていない (すなわち、呼吸速度と生息深度とは無関係)。従って、カイアシ類についての本研究結果はこれまでの知見と異なるが、同時に本研究で得られた低い RNA/DNA 比の結果とは矛盾していない。今後の展望として、西部北太平洋以外の深海のカイアシ類についてさらに測定値を増やすこと、ETS 活性から呼吸速度への換算、RNA/DNA 比から成長速度への換算に必要な換算値を得るための実験を行うことによって結論の信頼性を高めることが必要である。