

新規飼育法により評価された動物プランクトンの至適水温

～地球温暖化や海洋熱波による海洋低次生態系への影響評価が可能に～

ポイント

- ・同所的に出現する海産動物プランクトン複数種の成長速度を同時に評価できる新規飼育法を開発。
- ・北太平洋亜寒帯域の動物プランクトン相に優占するカイアシ類3種の成長速度と水温の関係を評価。
- ・カイアシ類の成長速度は2種では水温上昇に伴い増加し、1種は高水温により低下。

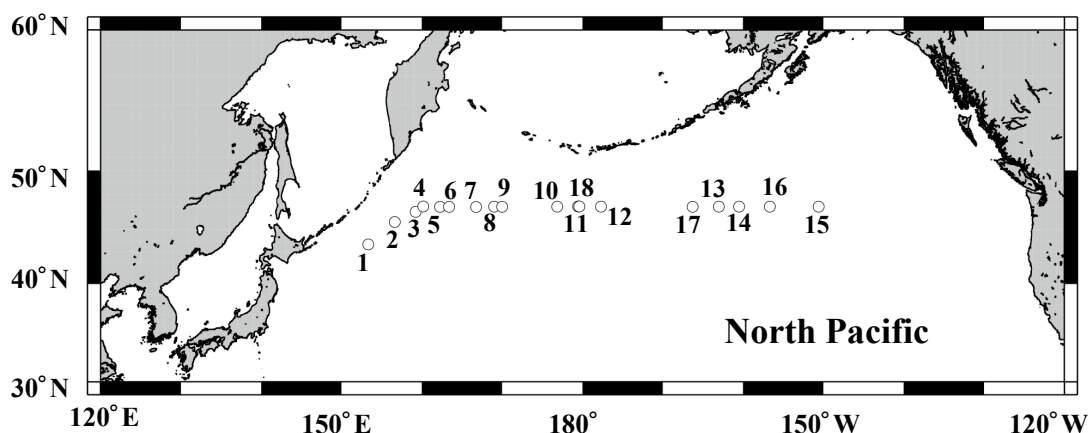
概要

北海道大学大学院水産科学研究院の山口 篤准教授と松野孝平助教の研究グループは、海産カイアシ類の成長速度を同時に複数種について評価する新規飼育法（改良人工コホート法）を開発しました。さらに同法を用いて、同所的に出現する北太平洋亜寒帯域に優占するカイアシ類3種の成長速度は、水温に伴う応答に差があり、種によって至適水温が異なることを明らかにしました。

近年の地球温暖化による海洋への影響は、海洋熱波という形で現れます。海洋熱波による海洋生態系の変化は、世代時間の短いプランクトンにまず表れるため、水温とプランクトンとの間にどのような関係があるのかを明らかにするのは、喫緊の研究課題です。本研究では水温が動物プランクトンの成長速度に及ぼす影響を評価する新規飼育法を開発し、北太平洋亜寒帯域における動物プランクトン相に優占するカイアシ類3種の成長速度に与える水温の影響を明らかにしました。カイアシ類2種の成長速度は水温上昇により早くなっていましたが、1種の成長速度は高水温により低下していました。このような水温に対する成長速度応答の種間差は、至適水温の種間差の反映と考えられました。

至適水温の低い1種（*Neocalanus plumchrus*）は、サンマが専食する動物プランクトンであるため、今後の温暖化によってその占有率が下がり、サンマの餌環境が悪化することが懸念されます。

本研究成果は、2024年10月2日（水）公開の *Frontiers in Marine Science* 誌にオンライン掲載されました。



本研究にて飼育実験（改良人工コホート法）を行った18定点。これらの定点はいずれも、動物プランクトン食性魚であるサンマが索餌回遊を行う、北太平洋亜寒帯域に位置している。

【背景】

近年の地球温暖化によると考えられる海洋への影響は、「海洋熱波」という形で現れます。海洋熱波とは、平年よりも高い水温が5日以上連続して続く現象です。海洋熱波による海洋生態系の変化は、世代時間の短いプランクトンにまず表れます。そのため、水温とプランクトンとの間にどのような関係があるのかを明らかにするのは、喫緊の研究課題であると言えます。

動物プランクトンの成長を表す指標として、成長速度があります。動物プランクトンの成長速度を求める方法としては、人工コホート法があります。水温条件を変えた改良人工コホート法を行うことにより、同所的に出現する動物プランクトン種の水温上昇に対する応答を種毎に明らかにすることができそうですが、そのような飼育実験は、これまで行われていないのが現状でした。

そこで本研究では、北太平洋亜寒帯域の動物プランクトン相に優占するカイアシ類3種（*E. bungii*、*M. pacifica*、*N. plumchrus*）を対象として、水温を3条件に変えた改良人工コホート法による成長速度を明らかにしました。環境要因として、水温に加えて、溶存酸素、餌の指標であるクロロフィルaを定量し、これらの環境要因が3種のカイアシ類の成長速度に与える影響を評価しました。

【研究手法】

2021年7月22日～8月17日にかけて、緯度47°Nに沿った東西観測ラインにて計18回の大型のバケツ型コッドエンドを備えた目合い63 μmのNORPACネットを、夜間に水深50 mから海表面まで鉛直曳きして動物プランクトンを採集しました。次に、改良人工コホート法を用いて、北太平洋亜寒帯域に優占するカイアシ類3種（*E. bungii*、*M. pacifica*、*N. plumchrus*）について、この海域で起こりうる三つの温度条件（3、7、11℃）下での成長速度を調査しました。42時間の飼育条件は、水深50 mに相当する光強度と光周期に設定しました。

飼育後の溶存酸素溶解度は69.2%から102.1%の範囲にあり、カイアシ類の成長に十分な条件でした。クロロフィルaは行った飼育実験の83%で増加しており、カイアシ類にとって餌条件が十分であったことを示していました。ニュートラルレッドを使用して評価した死亡個体の平均割合は10.2%で、これは現場で報告された値と一致していました。これらの事柄は、本研究の飼育環境は十分な餌が提供され、唯一の環境要因の変化は、水温条件の変化によるもののみであることを示しています。

【研究成果】

改良人工コホート法における各発育段階の発育時間は飼育期間よりも長いため、正確な成長速度を評価するには、多数の個体を用いた実験を行うことが重要であることが分かりました。

本研究で取り扱ったカイアシ類3種のうち、*E. bungii*と*M. pacifica*の成長速度は、水温の上昇とともに増加していました（図1）。一方、*N. plumchrus*の成長速度は中間の水温条件下にて最も高くなっていました（図2）。水温に対する成長速度応答の種間差は、それぞれの種の至適水温の種間差を反映しています（図3）。

至適水温が低かった*N. plumchrus*は、亜寒帯域に索餌回遊を行うサンマの主要な餌生物です。今後、北太平洋亜寒帯域に水温上昇や海洋熱波が起こると、*N. plumchrus*が減少し、サンマの餌環境が悪化することが懸念されます。

【今後への期待】

本研究により示された、カイアシ類の種による水温への成長速度の応答の違いは、海洋熱波が多く発生することが予想される、未来の海の低次海洋生態系の応答を予測する上で、重要であると言えます。本研究により開発された新規飼育法は、水温の変化が動物プランクトンの成長速度に与える影響を評価する際に有用な方法であり、今後様々な海域において用いられることが予想されます。

【謝辞】

本研究に用いた試料採集に際し、多大なご協力を頂いた国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）海洋地球研究船「みらい」の船長、乗組員の方々及び同乗された研究者各位に謹んで御礼申し上げます。本研究は、文部科学省補助事業の北極域研究加速プロジェクト ArCS II（JPMXD1420318865）、環境省の環境研究総合推進費（JPMEERF20214002）及び科学研究費補助金・基盤研究（課題番号 JP20K20573（Pioneering）、JP22H00374（A）、JP20H03054（B）、JP19H03037（B）及び JP17H01483（A））の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	The modified artificial cohort method for three dominant pelagic copepods in the northern North Pacific revealed species-specific differences in the optimum temperature（北部北太平洋に優占する外洋性カイアシ類 3 種を対象とした改良人工コホート法により至適水温が種により異なることが明らかに）
著者名	寺岡拓未 ¹ 、長尾秀哉 ¹ 、松野孝平 ^{2, 3} 、山口 篤 ^{2, 3} （ ¹ 北海道大学大学院水産科学院、 ² 北海道大学大学院水産科学研究院、 ³ 北海道大学北極域研究センター）
雑誌名	Frontiers in Marine Science（海洋学の専門誌）
D O I	10.3389/fmars.2024.1397721
公表日	2024 年 10 月 2 日（水）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 准教授 山口 篤（やまぐちあつし）

T E L 0138-40-5631 F A X 0138-40-5631 メール a-yama@fish.hokudai.ac.jp

U R L <https://www2.fish.hokudai.ac.jp/faculty-member/yamaguchi-atsushi/?key=jp>

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

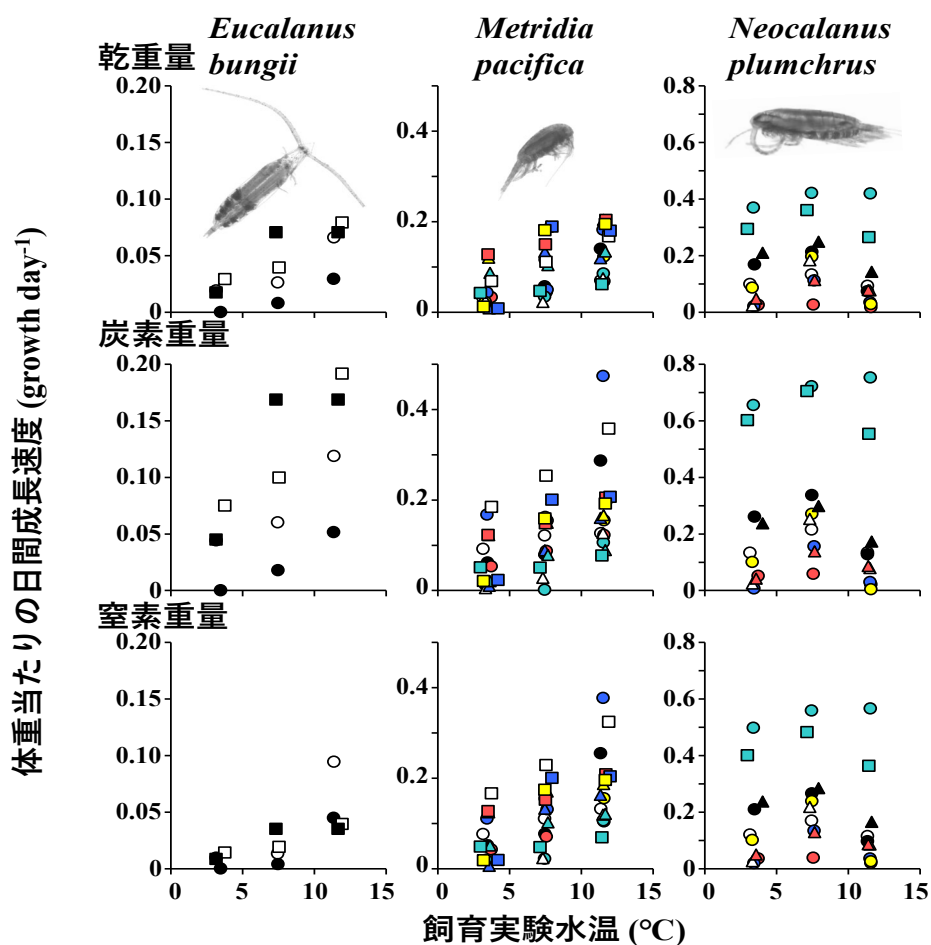


図 1. 本研究で取り扱った、北太平洋亜寒帯域の動物プランクトン相に優占するカイアシ類 3 種 (*Eucalanus bungii*, *Metridia pacifica*, *Neocalanus plumchrus*) の体重当たりの日間成長速度に与える水温の影響。成長速度は、乾重量、炭素及び窒素重量の 3 単位で求めた。いずれの単位においても、2 種 (*E. bungii* と *M. pacifica*) の成長速度は水温増加に伴い増加していたが、1 種 (*N. plumchrus*) の成長速度は、中間の水温において最も早く、高水温では低下することが明らかになった。これら成長速度への水温影響の種間差は、至適水温の種間差の反映と考えられた。

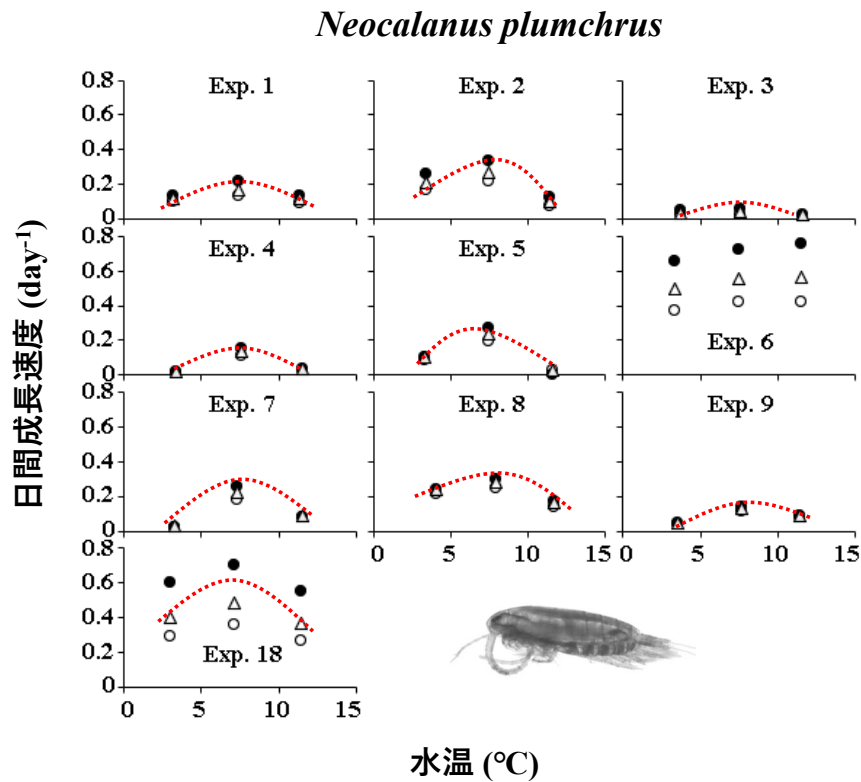


図 2. カイアシ類 *Neocalanus plumchrus* の各飼育実験における日間成長速度の水温による変化。多くの実験において、日間成長速度は中程度の水温で高く、最も高い水温では低下していた。

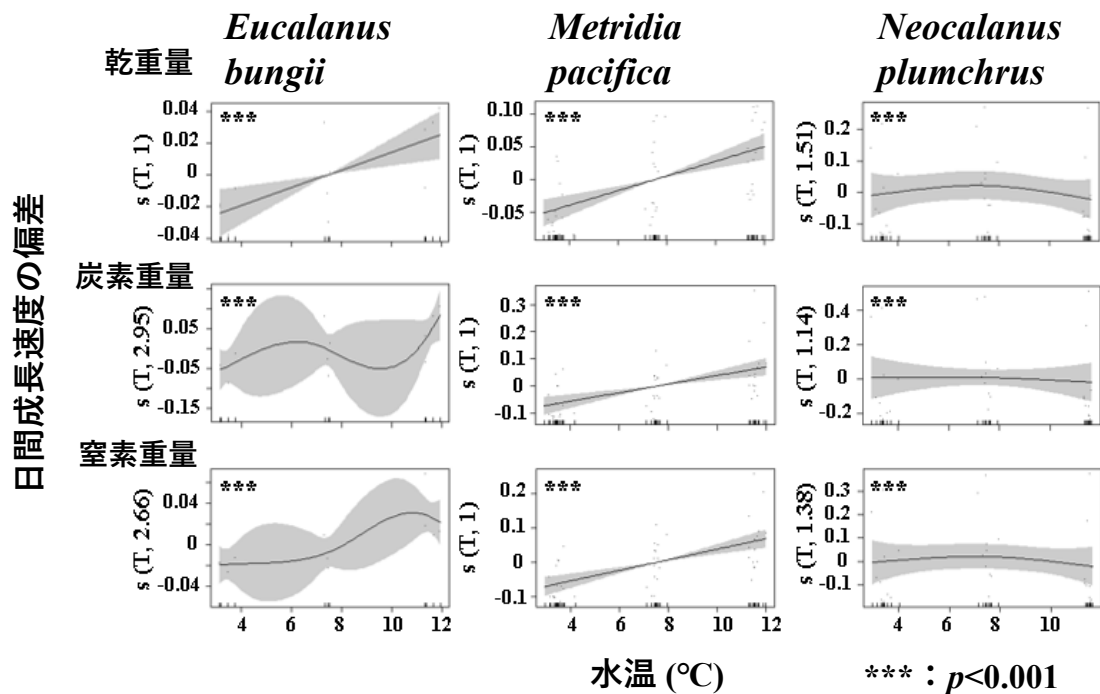


図 3. 本研究で扱った、北太平洋亜寒帯域に優占するカイアシ類の日間成長速度に、水温が及ぼす影響。*Eucalanus bungii* と *Metridia pacifica* の 2 種の成長速度は水温が高いほど早くなるが、*Neocalanus plumchrus* の成長速度は高水温では低下することが明らかになった。