

4. 研究内容

1) 研究目的と研究方法

環境 DNA の解析技術は、温暖化の進行や乱獲・生息地の破壊といった人間活動の活発化に伴う環境の悪化で、様々な生物種の絶滅が懸念される中、生物種の在・不在をより簡便で迅速に明らかにできる新たなモニタリング手法として注目されている。このような環境 DNA の解析技術は、堆積試料を用いて生物相を復元する古生物学分野にも応用され、従来の古典的な方法では復元することが難しかった生物相の過去の変動が明らかにされつつある。しかしながら、これまで水産資源の餌として最も重要な動物プランクトンのカイアシ類は、未だ堆積物に残る環境 DNA(堆積物 DNA) を活用した定量的復元は達成されていない。カイアシ類は、種同定の困難さや定期観測実施の困難さから長期データを得るのは極めて稀であった。さらなる温暖化の進行が懸念される今日、漁獲資源の解明のカギを握る餌のカイアシ類に関する知見は、ますます重要になっている。

そこで本申請課題では、カイアシ類の長期動態を明らかにすることを目的とし、定期観測が 30 年以上にわたり継続的に実施され、稀有な情報が蓄積されている琵琶湖を対象に、主要なカイアシ類のヤマトヒゲナガケンミジンコのプライマー・プローブを開発し、堆積物 DNA の定量 PCR を行うことで、本種の長動動態の復元を試みた。さらに、本研究では、分析の結果、得られた堆積物 DNA 濃度と先行研究により明らかにされている 1970 年から 2010 年までの本種のバイオマスや生産量、急発卵・休眠卵量との関係を解析し、堆積物 DNA を用いたカイアシ類の長期復元の有効性を検証した。

堆積試料は 2017 年と 2019 年に琵琶湖の北湖で採取し(2017 採取地点 : 35°15'1.0"N, 136°04'0.78"E; 水深 71 m; 2019 採取地点: 35°22'37"N, 136°05'48"E; 水深 93 m)、堆積物 DNA の抽出は Qiagen の Power Soil Kit を用いて Sakata et al (2020) を改良した方法で行った。本研究で開発したプライマー・プローブ(Forward primer, 5'-GTC CCT TAA TCG ATA GTC CTC G-3'; reverse primer, 5'-TCA CCT CCA CCC CCA TAT AA-3'; and probe sequence, 5'-FAM-AAC TTC AGG TCA AGG TGC AG-TAMRA-3')を用いて定量 PCR (Thermo Fisher Scientific Inc.) を実施した(Nakane et al. in revision).

2) 研究内容と研究成果

分析の結果、ヤマトヒゲナガケンミジンコの堆積物 DNA は 100 年以上前から現在にいたる分析したすべての層準から連続的に検出された。本種の堆積物 DNA 濃度は、富栄養化が進行する 1970 年代に一時的に増加し、再び 1990 年頃より 2010 年頃まで、増加していることが判明した。本種の堆積物 DNA 濃度と現場観測サンプルに基づく 1970 年から 2010 年までの

本種の生産量・急発卵・休眠卵との対応関係を解析した。その結果、堆積物 DNA の濃度は、生産量、現存量、急発卵と有意な正の相関関係を示し、堆積物 DNA の濃度が当時のカイアシ類の生産量を反映していることが示唆された。この結果は、堆積試料の環境 DNA を分析することで、これまで観測されていなかった時代からのカイアシ類の生産量や現存量の長期変化を評価できる可能性を示す(Nakane et al. in revision)。

近年、分子生物学的手法の目覚ましい発展により、堆積試料に残る DNA を活用した研究は、急速に進展しつつある。さらなる温暖化の進行が懸念される中、漁獲資源の変動を予測する上で、水産資源を支える低次生産者の長期動態の解明が待たれている。先行研究により、カイアシ類は温暖化や気候変動による環境変化を通じて、大きな影響を受けていることが指摘され、これからの安定した水産資源を確保するためには、餌資源であるカイアシ類の長期動態の解明が不可欠である。瀬戸内海では、近年、漁獲資源の低迷が社会問題となり、原因の解明と有効な対策が喫緊の課題となっているが、堆積物 DNA を活用して瀬戸内海の主要なカイアシ類の長期変動が明らかになれば、魚類資源の低迷が餌の減少によるものなのか、さらに餌の減少はどのような要因によるものなのか、といった解析を通じて、魚類資源へのボトムアップ効果の評価に貢献できるであろう。

3) 今後の問題点

本申請課題の琵琶湖での堆積物 DNA の定量 PCR 法の解析から、カイアシ類の長期にわたる定量的復元の可能性が見えてきた。しかしながら、まだ琵琶湖での一例にすぎない。瀬戸内海のように、水産資源の回復が待たれている海域で問題解決の糸口を見出すためにも、海洋の堆積試料で定量 PCR 法による堆積物 DNA を活用したカイアシ類を含む低次生産者の定量的復元の有効性を評価していくことが必要である。