



研究課題名 ウイルス駆動の海洋低次生態系の時計仕掛けと海洋への影響解明

京都大学・大学院農学研究科・教授

よしだ たかし
吉田 天士

研究課題番号： 21H05057

研究者番号： 80305490

研究期間： 令和3年度～令和7年度 研究経費（期間全体の直接経費）： 146,700千円

キーワード： 海洋ウイルス、海洋微生物、微細藻類、オミックス解析、海洋低次生態系

【研究の背景・目的】

海洋における一次生産は主に光合成微生物であるシアノバクテリア・真核微細藻類が担い、その純生産量は陸上のそれに匹敵する。海洋生態系は、光合成微生物によって生合成された有機物を起点とした極めて多様な微生物代謝の上に成立している。加えて、微生物感染性ウイルスは、日々10～40%もの微生物の死滅要因となり、感染・溶菌を通じて海洋物質循環過程に大きな影響を及ぼす。しかし、海洋ウイルスに共通遺伝子が存在しないこと等によりその遺伝的多様性、分布や動態の把握は困難を極めてきた。

このような中、申請者らは包括的なウイルスメタゲノム (Virome: ビローム) 解析手法を確立し、光合成微生物へのウイルス感染に日周性を見出した。この結果から、娘ウイルス放出に伴って漏出される光合成産物 (=有機物) を起点として、海洋低次生態系全体に日周性が波及しているとの仮説を提唱した。そこで本課題では、海洋微生物-ウイルス相互作用に起因する周期性機構 (時計仕掛け) の全容と、その中長期的な海洋低次生態系構造変化への影響を解明し、海洋における物質循環を駆動する未踏の基本原則を提示する。

【研究の方法】

上記目的を達成する鍵の1つは、3時間～長期間隔まで種々の時間軸で常時試料採取を実施することである(図1)。採取した時系列試料に対し、確立した原核・真核微生物およびウイルスを網羅する海洋低次生態系群集構造解析を次のとおり行う。(1) 微生物分取技術・包括的メタマルチオミックス解析法を用いた海洋低次生態系の代謝・感染の日周動態を解明する。また、(2) ウイルス感染培養系を用いたメソコズム実験により日周性をもたらす分子機構 (時計仕掛け) の解明を行う。この際、ラビ藻をはじめ新たに分離培養し

た海洋主要藻類に感染するウイルスの分離の試みを常時行う。(3) 日周～長期時系列観測に基づく海洋低次生態系の微生物・代謝・感染を結ぶ因果ネットワークの構築を行う。さらに、(4) 耳石日周輪の測定によるカタクチイワシ稚仔魚成長および深層における低次生態系の微生物活性変化を解析することで、表層で生じる低次生態系の周期性が海洋システム全体においてどこまで波及するのかを検証する。

【期待される成果と意義】

陸上植物の光周性は古くから研究されており、時間生物学として知られる。一方、これまでの海洋低次生態系の研究は、月1回～数回程度の定点観測を通じて、主に微生物群集と栄養塩・温度といった物理化学的要因との間の概年的 (季節的) な相関関係に焦点をあててきた。本提案課題は、短期と長期の両時間軸での経時サンプリングにより、ウイルスと一次生産者である光合成微生物の相互作用を起点とした海洋低次生態系の全群集構造の変動と代謝変化・感染動態における概周性を検出し、これを駆動するメカニズムを解明する。本研究により“ウイルスドライブな”真の海洋低次生態系因果ネットワークを初めて提示する。また、低次生態系の周期性の高次生態系との接続や表層-中深層生態系を例に時計仕掛けが及ぼす影響範囲も解明し、海洋の未知の基本原則に迫る。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Locality and diel cycling of viral production revealed by a 24 h time course cross-omics analysis in a coastal region of Japan. Yoshida, T., Nishimura, Y., Watai, H., Haruki, N., Morimoto, D., Kaneko, H., Honda, T., Yamamoto, K., Hingamp, P., Sako, Y., Goto, S. and Ogata, H. *ISME J.*, 12, 1287–1295 (2018).
- Predetermined clockwork microbial worlds: Current understanding of aquatic microbial diel response from model systems to complex environments. Morimoto, D., Šulčius, S., Tominaga, K. and Yoshida, T. *Adv. Appl. Microbiol.*, 113, 163-191 (2020).

【ホームページ等】

<http://www.microbiology.marine.kais.kyoto-u.ac.jp/index.php?id=1>

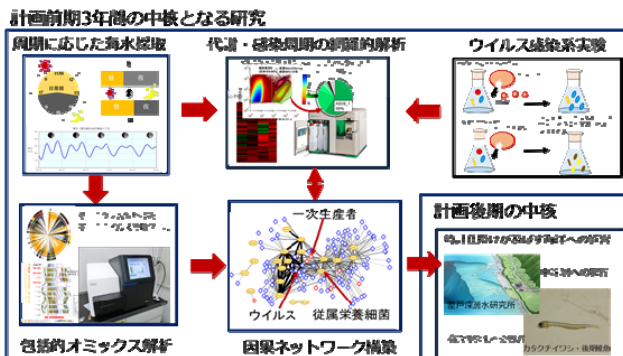


図1. 本課題の概要