

シロウリガイ類の長期飼育を目的とした化学合成生態系水槽の環境評価

○山口大貴（横浜市立大学大学院），三輪哲也・山本正浩（海洋研究開発機構）
杉村誠・小谷野有加・北嶋円・鈴木良博（新江ノ島水族館）

深海の熱水噴出域や湧水域には、化学合成細菌が一次生産者としての役割を担う特殊な生態系（化学合成生態系）が存在する。この生態系はユニークであると考えられ、様々なアプローチで研究が試みられてきた。ところが、深海の熱水噴出域や湧水域に行くためには、多大な労力とコストがかかるため気軽に映像や生物サンプルを入手することができない。この障壁を解決するためには、採取した生物サンプルを保管するだけでなく、生きた状態で保持する、さらには成長または繁殖させて常に生物サンプルを供給できるような実験環境を構築する必要があり、そのためには現状の飼育技術のみならず、新たな手法を開拓することが求められる。一方、水族館は海洋生物の展示や教育普及活動のために生物を保持・飼育することを事業の大きな柱としており、食用以外の生物の飼育技術の向上を図るうえで重要な役割を持っていると考えられた。

海洋研究開発機構と新江ノ島水族館は、2003年より深海生物の長期飼育に関する研究を共同で行ってきた。2007年には、熱水噴出域や湧水域に生息する深海生物の飼育水槽として、化学合成生態系水槽（特許第5396266号）を開発した。水槽下部に深く掘りこんだ構造があり、そこには粒子サイズの細かい泥と、その下に硫化水素やメタンを発生させる目的で硫黄含有量が多い人工飼料を埋没させた。また、硫化水素の発生により飼育水のpHが低下するため、汲み上げてきた表層付近の海水と飼育水が入れ替わるような循環システムとなっている。この水槽を使用して、化学合成生態系の代表的な生物であるシロウリガイ類の飼育を試みてきた。シロウリガイ類は、硫化水素やメタンなどをエネルギーとして有機物を生合成する化学合成細菌を体内外に共生させることで、必要な栄養を得ると考えられている。この水槽を用いることで、これまでに153日間の飼育を可能にしたことが報告されている（北嶋ら、2013）。生物の保持には、サンプリングの機会も考慮して、年間を通じた飼育が望まれているため、今後の改良が期待された。さらに、2014年に行われた水槽の評価実験では、飼育開始から30日以降の生存率は化学合成生態系水槽と通常の飼育水槽でほとんど変わらないことが示唆された（杉村ら、2015）。このことから、シロウリガイ類を長期飼育するためには、水槽の飼育水に課題があると考えられた。そこで本研究では、化学合成生態系水槽の飼育水の状態を調査することで、化学合成生態系水槽が深海生物を飼育できるような安定した環境を保持できているか評価することを目的とした。また、2013年から2014年にかけて測定された水槽の泥中の硫化水素濃度と現在の硫化水素濃度を比較することで、泥の中に埋没している人工飼料から、エネルギーとなる化学物質が安定して発生しているか評価することも目的とした。

本実験に用いた水槽の飼育水は、汲み上げてきた水族館付近の表層付近の海水を使用しているため、上層付近の微小粒子の混入が考えられる。一般的に深海では、光が到達しないため植物プランクトン量は少ないとされているため、本研究では表層海水から混入される植物プランクトンが与える影響について着目した。化学合成生態系水槽と汲み上げてきた表層付近の海水をろ過せずに使用している水槽（以下、かけ流し水槽）の植物プランクトン量を測定した。各水槽を比較することで、化学合成生態系水槽の濾過機能による植物プランクトン量の減少率を算出した。また、各水槽の植物プランクトン

量を数か月に渡って測定することで、飼育水が安定した環境を保持できているか評価した。測定には、植物プランクトンに人工光源を照射することでクロロフィル蛍光を測定する高速フラッシュ励起蛍光法（FRR法）を用いた。最大蛍光収率（ F_m ）は植物プランクトン量に比例することが知られている。硫化水素濃度については、現在測定中である。

各水槽の植物プランクトン量を測定した結果、化学合成生態系水槽の植物プランクトン量はかけ流し水槽と比較して2015年9月は約76%減少していたが、2016年6月は約2.1倍、7月は約2.2倍になっていた（図1）。また、化学合成生態系水槽の植物プランクトン量は2015年8月から2016年7月にかけて増加しており約5.8倍になっていた（図2）。一方、かけ流し水槽の植物プランクトン量は2015年9月から2016年7月にかけて約48%減少していた。

化学合成生態系水槽は、2015年9月においては水槽の濾過機能により植物プランクトンを減少させることができていたが、2016年6月と7月においては汲み上げてきた海水よりも植物プランクトンが増加していることから、飼育水はシロウリガイ類が生息している深海の環境を再現できていないことが考えられた。さらに、化学合成生態系水槽の植物プランクトンが月単位で増加していることから、安定した環境を保持できていないことが考えられた。今後は、泥中の硫化水素濃度を過去のデータと比較することで、化学合成生態系水槽の環境をより詳細に評価したい。また、植物プランクトンの増加がシロウリガイ類の生存率に与える影響を明らかにしていきたい。

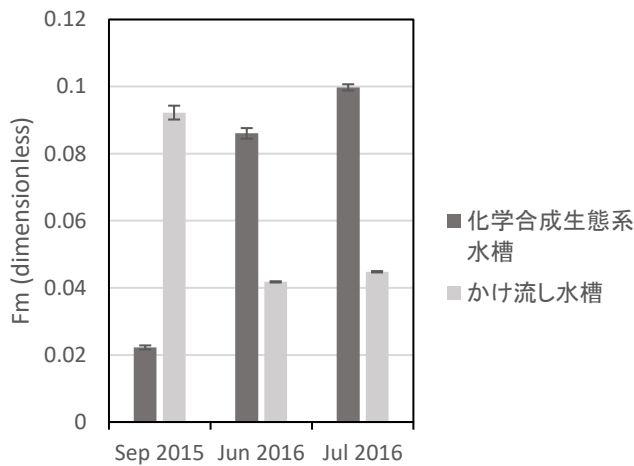


図1 各水槽の植物プランクトン量の比較

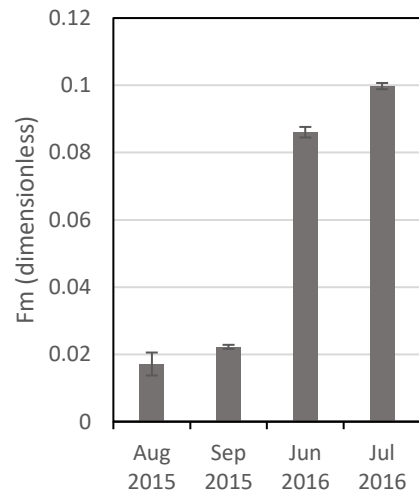


図2 各月における化学合成生態系水槽の植物プランクトン量の比較