

化学合成生態系生物の長期飼育を目指した化学合成水槽の環境評価

○山口大貴（横浜市立大学大学院），山本正浩・三輪哲也（海洋研究開発機構）

小谷野有加・北嶋円・鈴木良博・杉村誠（新江ノ島水族館）

深海の熱水噴出域や湧水域には、体内外に化学合成細菌などを共生させ、その細菌から有機物を得ている化学合成生態系生物が存在する。化学合成細菌が一次生産者としての役割を担う生態系は、化学合成生態系と呼ばれ、これまで多くの研究が試みられてきた。しかし、深海の調査を長期的に行うためには、多大な労力とコストがかかるため、映像や生物サンプルを大学の研究室レベルで気軽に入手することはできない現状がある。この障壁を解決する手段として、採集した貴重な生物サンプルを陸上で保管するだけでなく、育成または繁殖させ、常に生物サンプルを供給できるような飼養保管技術の開拓が求められてきた。

そこで、海洋研究開発機構と新江ノ島水族館は、深海の熱水噴出域や湧水域を人工的に再現した飼養水槽として、2007年に化学合成水槽（特許第5396266号、W3000mm×H1185mm×D1000mm、水量2.88t）を開発した。水槽の端部にはくぼみ構造があり、硫黄含有量が多い人工飼料を粒度の細かい泥に埋没させることで、硫化水素やメタンが発生する仕組みを作り、生物へのエネルギー供給を促してきた。この水槽を使用して、相模湾の深海に生息する代表的な化学合成生態系生物であるシロウリガイ類の飼養保管を試みてきた。その結果、2014年には173日間の飼養保管が可能となった。サンプリングの機会が少ないことを考慮すると、年間を通して飼養保管できることが望ましく、水槽環境の更なる改良が求められた。そこで、本研究では、化学合成生態系生物の年間を通じた長期飼育を目的とした、化学合成水槽の水槽水の環境評価を行った。また、化学合成細菌のエネルギー源の1つである硫化水素の発生量を把握するため、水槽のくぼみ構造内における泥中の硫化水素濃度の変動をモニタリングした。

化学合成水槽の水槽水は、水族館沿岸の表層海水を吸引して使用していた。表層海水は太陽光が到達するため光合成を行えるが、深海は太陽光が到達せず光合成系は存在しない。このことから、植物プランクトン量において、水槽水は深海環境を再現できていない可能性が考えられた。そこで、本研究では水槽水中のクロロフィル量を環境評価の指標に用いた。クロロフィル量の測定には、FRR法を利用した蛍光光度計を使用した。FRR法により得られるパラメータの1つである最大蛍光収率（ F_m ）は、クロロフィル量に比例することから、 F_m を用いてクロロフィル量を測定した。2017年8月に実施された研究船「かいらい」のKR17-E02C航海で、沖縄海域久米島西方沖の深度1459mと沖縄海域伊是名海穴の深度1467mにおいて採水した海水と化学合成水槽の水槽水の F_m を比較した。蛍光光度計の光電子倍增管の電圧は、600Vから1000Vまで100V毎に設定し海水を測定した。硫化水素濃度の測定には、ボルタンメトリー法を利用した硫化水素センサを使用した。センサはマイクロ電極であり、泥中に刺すことで飼育環境の硫化水素濃度を測定した。刺し込む深さは、泥の表層を0cmとして30cmまで10cm毎に測定した。測定地点は、人工飼料を細かい泥に埋没した範囲を囲むように6点設置した。

採水した深海水と化学合成水槽の水槽水の F_m を比較した結果、光電子倍增管のどの電圧においても両者に有意な差は見られなかった。泥中の硫化水素は、測定地点No.1以外の5点で検出された。泥の表層では、どの測定地点においても硫化水素は検出されなかった。最大値は、測定地点No.5の30cmにおける274 μ Mであった。

クロロフィル量を環境評価の指標に用いると、化学合成水槽の水槽水は深海環境を再現している可能性が示唆された。しかし、深海水と化学合成水槽の水槽水のクロロフィル量は、元来微量であると考えられる。両者の環境評価をより詳細に行うためには、蛍光光度計で容易に検出できるようなクロロフィル量が必要である。今後は、海水に一定光量を照射したのちに測るなど、クロロフィル量を増やしてから測定する実験方法を検討していきたい。相模湾の深海に生息するシロウリガイ類の生息条件は、硫化物濃度が $50 \mu\text{M}$ から $600 \mu\text{M}$ であることが報告されている。このことから、化学合成水槽は、シロウリガイ類の生息に必要な濃度の硫化物を発生させている可能性が示唆された。シロウリガイ類の生息には、上記濃度の硫化物を安定して発生させることが必要である。今後は、2013年から2014年にかけて測定された硫化水素濃度と比較することで、発生量の安定性を評価したい。

FRR法を利用した蛍光光度計や硫化水素センサを使用することで化学合成水槽の環境を評価し、化学合成生態系生物の長期飼育に向けての課題を探索することにより、飼養保管技術の確立に努めたい。

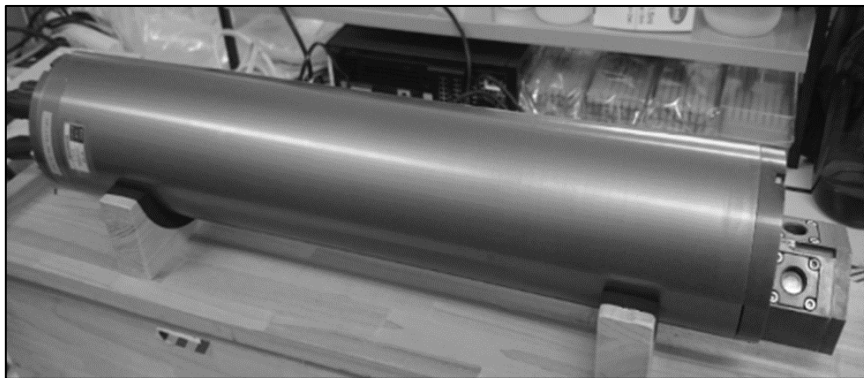


図1 FRR法を利用した蛍光光度計（紀本電子工業株式会社）

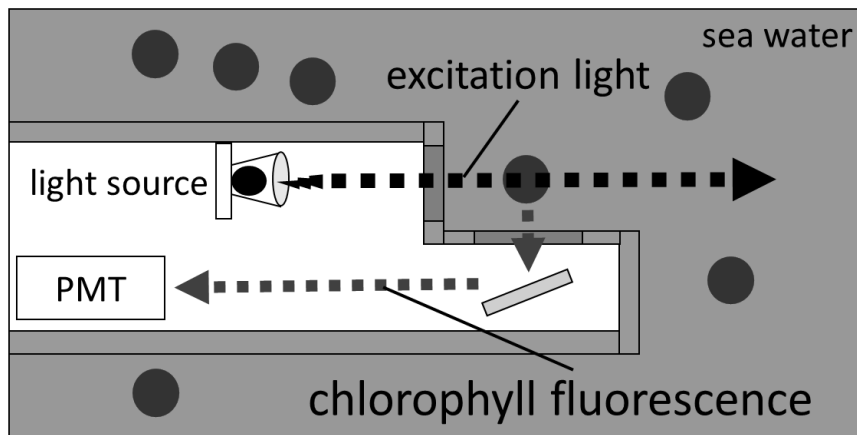


図2 蛍光光度計の構成図