

## 論文内容の要旨

### Life history characteristics of the cold seep bivalve *Calymene*

by means of in-situ shell growth experiment

(現場殻成長実験に基づく冷湧水性二枚貝シロウリガイの生活史特性)

多田 洋平

マルスダレガイ目オトヒメハマグリ科二枚貝のシロウリガイ類 (*Calymene* spp.) は、化学合成細菌を一次生産者とする化学合成生態系の主要構成種として知られている。シロウリガイ類は鰓に硫黄酸化細菌を共生させて、堆積物中に伸ばした足の表面から硫化水素を摂取する特異な生活様式を持つことが先行研究によって明らかにされている。しかしながら、自然状態における生態を現地観測することが困難なことから、成長様式や生殖活動時期などの生活史に関わる経時的な生態情報はほとんど明らかにされていない。本研究の目的は、新たに開発した非接触式貝殻染色法と現場飼育装置を用いて自然状態でのシロウリガイの成長速度・寿命を求め、シロウリガイ類の成長戦略に関する生態学的特徴を明らかにすることにある。化学合成生態系におけるバイオマスは、局所的には浅海域における光合成生態系のそれを数十倍も上回っており、微生物の非常に高い一次生産量によって支えられていることが予想される。しかしながら、化学合成生態系内における一次生産量や消費量の変化は、経時的な議論が困難であった。貝殻や二枚貝軟体部の成長速度変化を求められれば、化学合成生態系内における物質生産・消費量の変化を経時的に見積もることの一助となると考えられる。

シロウリガイの貝殻成長速度を推定する目的で、本研究では潮間帯で一般的に用いられている非接触式貝殻染色法を、深海底において行う手法を開発した。相模湾初島沖のシロウリガイ (*C. soyoae* と *C. okutanii*) コロニーにおいて、密閉型培養装置内でカルセイン蛍光色素を用いて殻を染色して目印をつけ、一定期間経過後に標本を回収した (図 1)。得られた標本の貝殻断面を走査型レーザー顕微鏡下で観察を行い、期間中の成長量を求めた。このように新たに開発した手法によって、シロウリガイの現場染色に初めて成功した。

この方法を用いて、270 日間の長期飼育した 23 標本の断面に、いずれも明瞭な蛍光縞を確認することができた。それぞれの個体について、270 日間の成長量と殻サイズとの関係から、Walford の定差図により、成長式のパラメータを求め、これまで提唱されている絶対成長曲線に当てはめたところ、殻の成長様式は von Bertalanffy の成長曲線で最も良く近似できることが分かった。この成長曲線に当てはめて、得られたシロウリガイ標本 (殻長 42.2 ~ 106.6 mm) の年齢を推定したところ、比較的若年齢 (5 ~ 25 齢) の個体であることが分かった。この事実から、この場所で確認された最大殻サイズ (約 120 mm) に到達するまでの年齢 (寿命) は約 60 年ときわめて高いことが示唆された (図 2)。

本研究によって、用いた手法を統一することで、深海性のシロウリガイ類と浅海性二枚貝類の成長速度を直接比較することが可能となった。シロウリガイは幼齢期には潮間帯に生息する一般的な二枚貝類と似た速度で殻を成長させるが、最大殻長 (120 mm) に達するのは 60 齢と、潮間帯の多くの二枚貝種と比べて遙かに長寿命である。

様々な手法で求められた他の化学合成細菌共生二枚貝類の成長曲線と比較すると、今回得られた標本は、従来考えられてきた「急速に殻を成長させ、寿命は 10 ~ 20 年」とは異なり、「長寿命で、比較的緩やかな成長速度」を示し、多回産卵型の戦略を取っていることが考えられる。本研究を行った相模湾初島沖では、定点観測によって年間に 10 回以上のシロウリガイによる放精・放卵現象が確認されており、生殖活動に多くのエネルギーを費やしていることが伺える。本研究により、深海の化学合成生態系を構成する二枚貝類の繁殖戦略

や寿命などについて信頼できる情報が得られ、化学合成生態系における物質循環に関わる基礎資料や化石シロウリガイ類の生活史復元のための糸口が得られた。

個々のシロウリガイが何齢から放精・放卵を行うのかは、同種の適応・放散戦略を議論する上で不可欠な情報である。二枚貝類は生殖活動を行う際に貝殻の成長を停止させることで、成長障害輪を形成する。シロウリガイ類は水温上昇を引き金として生殖活動を行うため、障害輪前後の水温変化を復元できれば、貝殻より生殖活動の履歴を復元することが可能となる。本研究では相模湾初島沖の底層水及び間隙水の安定酸素同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$  値) を分析することで、湧水がより多く海水と混合すると、周辺海水は高水温・低  $\delta^{18}\text{O}$  値を示し、貝殻の  $\delta^{18}\text{O}$  値を低下させることを明らかにした。殻の断面に関して高精細微量同位体分析を行った結果、シロウリガイの成長障害輪直前で殻の  $\delta^{18}\text{O}$  値は大きく低下しており、水温上昇を引き金とした生殖に伴う成長障害輪を認定することに成功した。このことから、様々な齢の個体に関して殻断面の連続  $\delta^{18}\text{O}$  値分析を行うことで、生涯を通じた生殖頻度の変化を追跡できる手段が得られた。

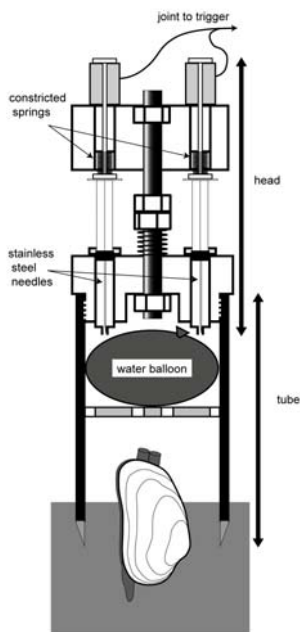


図1. 貝殻染色用現場培養装置の概観。トリガーを引くとシリンジに取り付けた針が飛び出して水風船を破裂させ、染色液が拡散する。

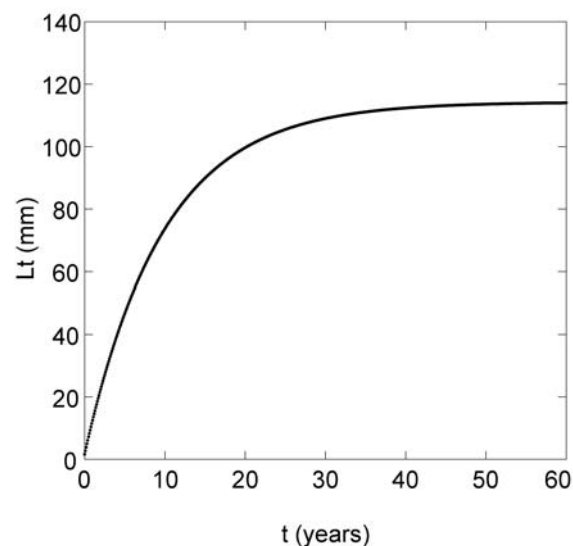


図2. 実験期間中の貝殻成長量と殻長から求めた成長曲線。横軸  $t$  は貝の年齢を、縦軸  $L_t$  は時間  $t$  における貝の殻長をそれぞれ示す。計算で求められた予想最大殻長は 119.9 mm で、実際に初島沖にて確認されている大型個体のサイズと整合的である。