

化学合成生物群集

海洋生物多様性研究分野 豊福高志、吉田尊雄、土田真二、長井裕季子

一般に深海は生物が少ないが、熱水域や湧水域には例外的に大きな群集が存在する。これらの生物は化学合成細菌の力を借りて海底から湧き出るメタンや硫化水素などの化学エネルギーを利用できるため、海洋表層の恵みがあまり届かない深海においても、大きな生物量を維持することができるのである。これらを化学合成生物群集とよび、化学合成細菌と様々な形で共生するため、光合成生態系から独立したエネルギー源に依存する。

たとえば、化学合成生態系に優占して生息しているシロウリガイは、深海の熱水域や湧水域に生息する二枚貝で化石としても見つかると考えられている。このシロウリガイは、消化管が機能的ではなく、自らの栄養は、鰓の上皮細胞内に共生させている化学合成細菌（以後共生細菌とよぶ）に全てを依存して生きている。共生がいつ頃始まったのかは、まだ解っていないが、現生のシロウリガイ類の共生する化学合成細菌は、卵を介して次世代に垂直的に伝達されており、系統解析から祖先系の二枚貝から宿主と化学合成細菌が共進化していると考えられている。近年のゲノム解析からシロウリガイ類の化学合成細菌は自由生活型よりもゲノムサイズが小さく、細胞内共生によって不要となった遺伝子がなくなり、ゲノムを小さくする進化を遂げてきていることが明らかとなってきた (Kuwahara et al. 2008)。真核生物の細胞内小器官であるミトコンドリアや葉緑体は、その起源となる細菌が真核生物の起源となる細胞に細胞内共生し進化することで成り立ったと考えられている。シロウリガイ類の化学合成細菌のゲノムが小さくなる現象は、真核生物が辿った進化過程と似ている可能性がある。現在、我々はシロウリガイ類の化学合成細菌のゲノム解析から、真核生物の進化過程の解明も視野に置いて、その解析を進めている。



図1 相模湾初島沖約850mに生息するシロウリガイ

また、沖縄トラフの熱水域には、300°Cを越える熱水噴出孔のすぐわきに、ゴエモンコシオリエビの大群集が見られる。しかし、ゴエモンコシオリエビは、あまり動かず、何かを捕食するような行動もみられない。彼らを支える餌は何か？

ゴエモンコシオリエビの頭胸部や鉗脚、歩脚の腹側には、毛皮をまとったような剛毛が密生する。それらを電子顕微鏡で観察すると多数の繊維状の化学合成細菌が付着し外部共生している。遺伝子や同位体分析を行った結果、ゴエモンコシオリエビはそれら化学合成細菌を摂取していることが明らかになった (Tsuchida et al. 2011)。口には櫛の歯のような剛毛をもち、それを器用に使い、腹側の毛を梳いている行動がみられる。ゴエモンコシオリエビは、熱水噴出孔の近くに生息し、熱水とともに噴出される硫化水素などを腹側の剛毛に供給する。外部共生している化学合成細菌は、硫化水素をもとに成長し、ゴエモンコシオリエビの栄養となる。

このように、シロウリガイやゴエモンコシオリエビは、一生を温泉の中で過ごすという優雅な生活を送っているのである。

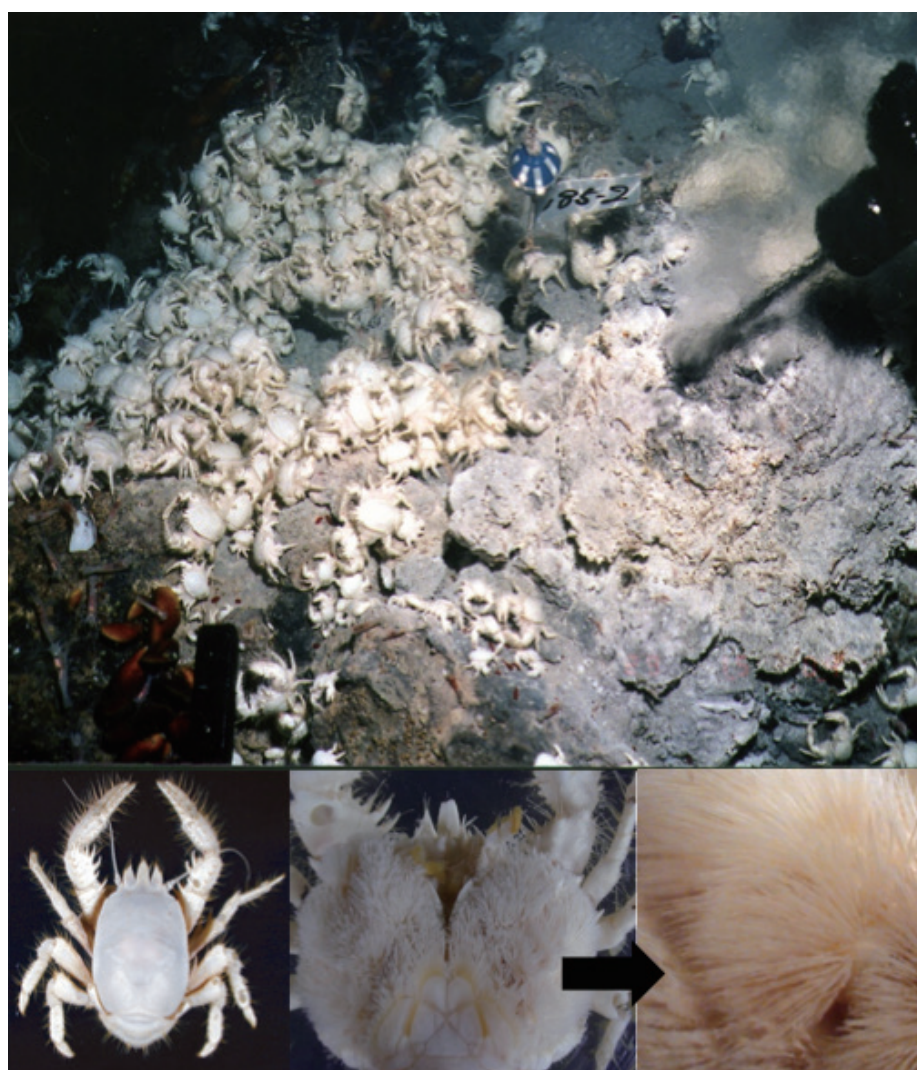


図2 鳩間遺丘水深1500mの熱水噴出孔に群がるゴエモンコシオリエビ(上)と腹側に密生する剛毛

海洋研究開発機構ではこの化学エネルギーを利用している化学合成生物群集について、つぶさに観察したり、より詳細な実験を行うために、メタンや硫化水素などを制御した飼育技術を開発した (Konishi et al. 2013)。従来は難しかったシロウリガイやゴエモンコシオリエビなど化学合成細菌を共生させている多細胞生物の室内飼育に挑戦している。最近では実験水槽内で脱皮する様子が頻繁に

観察されるようになってきた。謎に包まれた生態に迫りつつある。将来的に、どのようにして共生関係が進化してきたのかといった、大きな疑問を解き明かすことができるかもしれない。

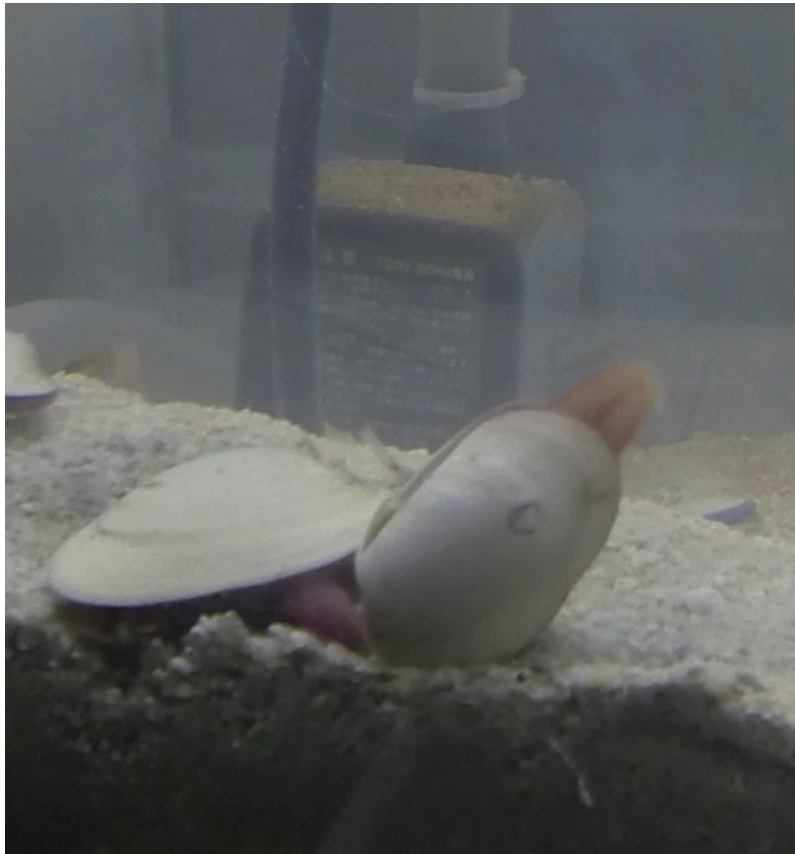


図3 硫化水素添加水槽内でアシを盛んに伸ばし居場所を争うシロウリガイ。現場生息域でみられる行動が水槽内で観察できている。



図4 飼育水槽中の脱皮したばかりのゴエモンコシオリエビ。まだ殻が半透明でぼんやりと体内が見える