

深海産二枚貝ヒラノマクラにおける細胞外共生細菌のゲノム解析

○河戸勝・高木善弘・藤原義弘（海洋研究開発機構）

深海の熱水噴出域や湧水域あるいは沈下した動植物の遺骸周辺では、化学合成細菌を自らの体に共生させ細菌から栄養を得る化学合成共生システムを有する無脊椎動物が優占する。シロウリガイ類やシンカイヒバリガイ類、あるいはハオリムシ類など世界各地で頻出する化学合成共生系動物については研究事例も多く生態や多様性など知見は豊富である。しかしながら宿主動物とその共生者間の相互作用における分子メカニズムについては未解明な点が多い。要因として宿主動物の飼育維持が困難であることに加え、共生細菌も未だ培養系が確立していない点が多い。

2007年にシロウリガイ類2種の細胞内共生硫黄細菌の全ゲノム配列が解読され、さらに近年シンカイヒバリガイ類やハオリムシ類の共生硫黄細菌のゲノム、メタゲノム情報が公表された (Kawahara et al., 2007, Newton et al., 2007, Petersen et al., 2011, Gardebrecht et al., 2012)。それにより無機炭素固定系や硫酸化系など、これら共生硫黄細菌の代謝系が明らかになった。また共生細菌が垂直伝播するシロウリガイ類では、昆虫類の共生系と同様に共生細菌が多くの遺伝子を失っていることが判明し、共生に伴うゲノム縮小進化プロセスについて明らかになりつつある。さらにシンカイヒバリガイ類共生細菌のメタゲノム解析から、水素が本共生系のエネルギー源として利用され得ることも示された (Petersen et al., 2011)。共生細菌ゲノムから得られる情報は、共生メカニズム解明への重要な鍵の1つである。

我々は海底の鯨骨上に棲息するイガイ科二枚貝ヒラノマクラに着目した。本種は他の動物には見られない稀有な共生システムを有する。すなわち i) 熱水/湧水域に優占する化学合成共生系動物は細胞内共生細菌を持つのにに対し、本種は鰓上皮細胞の外側表面に共生細菌が分布する（細胞外共生）。ii) 共生者は2タイプが共存し一方は硫黄細菌であるが、もう一方は系統的に従属栄養細菌と推定する細菌である（二重共生）(Fujiwara et al., 2010)。深海の化学合成共生系において細胞外共生細菌のゲノム解析例は皆無であり、本共生細菌のゲノム情報によって様々な共生様式を示す共生者ゲノムの比較が可能となり、特に細胞内共生者のみを扱う研究では見えない初期の共生進化プロセスを明らかにできる可能性がある。また共存する2タイプの共生細菌ゲノムを解析することにより宿主-共生者間だけでなく異種共生者間における相互作用について知見を得ることも期待できる。そこで本研究ではヒラノマクラの2タイプの細胞外共生細菌のそれぞれの全ゲノム配列を明らかにするため、ペアエンドライブラリーを用いたゲノムシーケンズを実施した。

シーケンシングおよびアセンブリの結果、高い冗長度を示すコンティグ配列が多数得られ目的とするゲノム配列の大部分を網羅するドラフト配列を取得することに成功した。またGC含量や配列特性から2タイプの共生細菌のゲノム配列を区別することが可能であった。本シンポジウムではヒラノマクラの2タイプの細胞外共生細菌について、最新のゲノム解析から明らかになってきたそれぞれの細菌の特徴について報告するとともに、宿主動物との相互作用やゲノム縮小進化に関して考察する。特にこれまで系統学的特徴以外の情報が皆無であった共生従属栄養細菌については、いったい何者で、何をしていた、何故共生できるのか、といった点に関しゲノム情報を基に議論したい。