

論文審査および最終試験結果報告書

論文提出者氏名： 小澤 元希

論文題目： 深海性二枚貝シロウリガイ類とその細胞内共生細菌の共進化に関する研究

審査の概要：

本論文は、化学合成生態系における優占種である二枚貝シロウリガイ類とその細胞内共生細菌の共進化に関して、系統解析を通して明らかにする独創的な研究の成果が記されたものである。シロウリガイ類は、鰓上皮細胞に化学合成細菌の一種を細胞内共生し、その生存を化学合成細菌（以後、共生細菌と呼ぶ）に依存している。シロウリガイ類は、卵を介して共生細菌を次世代に垂直伝達し、宿主であるシロウリガイ類と共生細菌が共通祖先から同時に共種分化してきたと考えられている。しかし近年、共種分化を示さない例が報告されたことで、全ての宿主と共生細菌が共通祖先から共種分化したか否かが不明となった。このことは、シロウリガイ類共生系の進化を考える上で重要な現象であるが、その機序は不明である。本論文は、シロウリガイ類共生系の共進化に着目し、ミトコンドリアゲノム解析、系統解析を行い、共進化とそのメカニズムに関して考察を行ったものである。

申請された論文は下記の4つの章にまとめられている。

第一章では、序章として研究の背景・目的が述べられている。

第二章では、「シロウリガイ類のミトコンドリアゲノム解析」と題して、宿主の系統解析に用いる遺伝子情報を得るために、核遺伝子よりも進化スピードが速いミトコンドリアゲノムに着目し、新規に4種（*Abyssogena mariana*、*A. phaseoliformis*、*Isorropodon fossajaponicum* および *Phreagena okutanii*）のシロウリガイ類のミトコンドリアゲノム配列を決定・解析し、考察を行った。4種ともに他の二枚貝と同様のミトコンドリア遺伝子セットを持っていた。ミトコンドリアゲノム遺伝子配列に基づく系統解析から、シロウリガイ類は、単系統性を示し、ハマグリ科と姉妹関係にあることを明らかにした。さらに、二枚貝では、雄と雌由来の両方が次世代に伝達する両性遺伝が報告されているが、シロウリガイ類のミトコンドリアは、母性遺伝であることを初めて明らかにした。ミトコンドリアゲノムの遺伝子配置の保存性から、既報の *Calyptogena* 属を含む4属は、ミトコンドリア遺伝子配置では、同属レベルで近縁であると考察している。

第三章では、「シロウリガイ類と共生細菌の共進化解析」と題して、二章で用いた4種と既報の1種（*C. magnific*）を含む合計13種のシロウリガイ類について、宿主と共生細菌の系統樹を作成し比較解析して考察を行った。新たに8種（*Akebiconcha kawamura*i, *C. fausta*, *C. laubieri*, *C. nautili*e, *C. pacifica*, *P. kilmeri*, *P. soyoae*, *Pliocardia*

stearnsii)のシロウリガイ類について 11 種類のミトコンドリア遺伝子配列を決定した。ミトコンドリア遺伝子 11 種類および既報の共生細菌遺伝子 8 種類を用いて系統樹を作成したところ、多くの分岐点で高い信頼性を示す宿主と共生細菌の系統樹が得られた。シロウリガイ類 13 種のうち、7 種は共種分化を示し、残りの 6 種は、共生細菌が他の宿主に移る宿主転換の可能性を示唆し、シロウリガイ類の初期進化過程で複数の系統間で起きている可能性を示唆した。全ての宿主シロウリガイ種が共生細菌と共種分化してきたわけではなく、シロウリガイ類の初期進化過程で宿主転換が起こった可能性を考察している。

第四章では、総合考察として、シロウリガイ類の共生系における宿主転換のメカニズムについて、本研究で明らかになった知見を基に考察している。宿主転換のステップとして、異なる宿主へ共生細菌が水平伝達することの重要性を考察した。これまでの知見から水平伝達に関する仮説を検証し、シロウリガイ類では、異なる宿主間で共生細菌が細胞外に局在する卵を介した接触により水平伝達される可能性を考察している。

以上、小澤元希による本論文は、化学合成生態系における優占種である二枚貝シロウリガイ類のミトコンドリアゲノムを明らかにし、その遺伝子配置より、現在議論が続いているシロウリガイ類の分類に新たな知見をもたらす結果を示した。また、シロウリガイ（宿主）と共生細菌の信頼性の高い系統樹の比較から、シロウリガイ類の初期進化過程で共生細菌の宿主転換が複数の系統間で起こった可能性を示し、さらに宿主転換のメカニズムとして卵を介して水平伝達するメカニズムを推定した。この知見は、化学合成生態系のシロウリガイ宿主とその共生細菌の共生系を理解する上で重要であり大いに評価できる。同時に、細胞内共生系の研究に新たなブレークスルーを与えた点で独創的であり、これからの海洋生物学に大きく寄与するものと考えられる。

平成 29 年 1 月 25 日に実施した最終試験において、論文内容ならびに関連分野に関して本人が学位を受けるに必要な学識を持つことを認め、合格と判定した。

以上の結果から、審査員一同は本受審者を北里大学・博士（水産学）の学位を授与するに値するものと判定した。

論文審査担当者：

主 査 北里大学教授

副 査 海洋研究開発機構/東京海洋大学客員教授

北里大学教授

北里大学准教授

北里大学客員准教授

奥村 誠一



瀧下 清貴



朝日田 卓



三宅 裕志



吉田 尊雄

