

## 論文審査および最終試験結果報告書

論文提出者氏名： 柴田 晴佳

論文題目： 深海底ゴミを利用した深海性クラゲ類の生活史の解明

審査の概要：

本論文は、これまで困難であった深海性クラゲ類の生活史を、深海底から得たポリプの飼育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。電力プラントや漁業に悪影響を与える沿岸域に生息するようなクラゲ類については研究が進んでいる。一方で、深海性クラゲ類は、深海生態系において重要な役割を担っていると考えられているにもかかわらず、研究が進んでいなかった。これは、深海域におけるクラゲの採集が困難であり、特に生きた深海性クラゲを用いた研究がほとんど不可能であったことによる。また、クラゲ類にはポリプ世代とクラゲ世代があるが、深海性クラゲ類では、それぞれが別の種として記載されているおそれやポリプが不明な種もあり、分類学的な整理も必要となっているなど、深海性クラゲ研究を進めるには、なお多くの問題の解決を図っていく必要がある。

この大きな問題に対して、当受審者は深海底ゴミに付着しているポリプ世代に注目し、その飼育を通じて、形態観察、DNA 分析、生活史観察を行い、深海性クラゲ類の生活史の解明および深海底ゴミによる深海性クラゲ類の輸送についての考察を行ったものである。

論文は4つの章からまとめられている。

第1章では、「深海性クラゲ類のポリプの探索」と題して、ゴミの材質とポリプの付着状況等について考察している。2008年4月～2014年5月まで、岩手県沖の274地点において深海底ゴミが採集されている。採集されたゴミは、樹脂、金属、ガラス、繊維、ゴム、木材、その他に分類され、深海底ゴミの分布や生物の付着率、付着生物の分類とその特徴、クラゲ類ポリプの付着率などの分析が行われている。ポリプは全ての材質で観察されたが、ガラス、ゴム、金属、樹脂の順に付着率が高かった。またポリプは、木材などの天然物よりも表面が滑らかな人工物に付着しやすいことが示唆された。これらの結果から、深海性クラゲのポリプ採集を目的とした場合、人工物の深海底ゴミを探索して回収することが効率的であることが示された。さらに、東日本大震災によって流出した漂流ゴミの分析により、生物の付着率の変化などをゴミの材質ごとに明らかにしており、ゴミを通じた生物の分布拡大や生態系への影響も考察している。

第2章では、「クラゲ類の生活史の解明」と題して、採取されたポリプの飼育を通じて明らかにした分類や生活史について述べられている。研究では、ポリプとエフィラお

よび稚クラゲを対象に形態観察と 18S rDNA の塩基配列分析が行なわれ、ポリプと稚クラゲの関係が明らかにされた。これは深海底ゴミから採集したポリプの飼育方法を確立できたことによる。深海底ゴミから得られたポリプのうち、鉢クラゲ類で 9 コロニー、ヒドロクラゲ類で 8 コロニーの長期飼育に成功し、計 7 種のクラゲ類の観察や分析を行った。これにより、キタユウレイクラゲとキタミズクラゲ、イオリクラゲ、エダクラゲ属の 1 種、サルシアウミヒドラ属の 1 種、*Earleria purpurea* の 6 種で生活史および生態を明らかにできた。キタユウレイクラゲとキタミズクラゲ、*Earleria purpurea* のポリプは、野外における初記載となった。さらにイオリクラゲのポリプは、本研究で初めて明らかになり、そのポリプコロニーは悪条件下ではポリプが消失し、ヒドロ根だけで休眠状態になり、脱休眠するときには、先に移動能力のあるクラゲを遊離することで分散を行い、残ったエネルギーでポリプを形成し、さらにコロニーを維持し続けるという特異な適応戦略を持っていることが示唆された。

第 3 章では、「クラゲ類の付着に関する検証実験」と題して、どのような過程でゴミに沿岸性クラゲ類のポリプが付着するのかを検討している。東日本大震災による漂流ゴミの調査や、海底に付着基質としてのゴミを設置した実験、水槽内でのペットボトルへのプラヌラの付着実験などを通じて、深海底ゴミから得られた沿岸性クラゲ類のポリプは、漂流ゴミに付着した後海底に沈下したものである可能性が示唆された。

第 4 章では、総合考察として、沿岸表層域に生息する種の 1) 漂流ゴミを利用した表層種の深海域への生息域拡大（鉛直輸送）、2) 深海種のポリプの海底ゴミを利用した生息域拡大（水平輸送）について、本研究で明らかとなったキタミズクラゲのストロビレーション条件などの新知見を基に考察している。これまでの海洋ゴミに付着する生物の影響については、水平的な生物の移動しか見られていなかったが、本研究では初めて深海への鉛直的な移動を証明した。また、産業や生態系に悪影響を及ぼすクラゲ類の大量発生の一因の一つに、深海域での増殖が考えられることを示唆し、世界的な海洋ゴミの増加や東日本大震災の様な災害によるゴミの大量流出によって、これまで以上の大量発生が懸念されること、その対策のための深海底ゴミの調査研究の重要性などにも言及している。

以上、柴田晴佳による本論文は、これまで情報が不足していたクラゲ類のポリプの発見、深海性クラゲ類の生活史戦略の解明、表層から深海域への鉛直輸送および深海域で深海底ゴミをポリプがステップングストーンとして利用することでの水平輸送という新たな情報をもたらした点において深海生態学的見地から大いに評価できる。さらに海底ゴミを収集することで深海性クラゲ類を確保でき、また飼育できることで生体を用いた研究が可能となり、これまでボトルネックになっていた深海性クラゲ類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、これからの深海生物学に大きく寄与するものと考えられる。

平成 27 年 9 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

奥村 誠一



副 査 岩手県水産技術センター漁業資源部  
上席専門研究員

後藤 友明



北里大学教授

朝日田 卓



北里大学准教授

三宅 裕志



北里大学客員准教授

Dhugal Lindsay

1. 主論文

Shibata H, Miyake H, Goto T, Adachi A, Toshino S (2015) Wild polyps of blooming jellyfish *Aurelia limbata* (Brandt, 1838) (Cnidaria: Scyphozoa) found on deep-sea debris off Sanriku, Japan. *Plankton & Benthos Research* 10: 133-140.

2. 副論文

Miyake H, Shibata H, Furushima Y (2011) Deep-sea litter study using deep-sea observation tools. In: *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry–Marine Environmental Modeling and Analysis* (eds Omori K, Guo X, Yoshie N, Fujii N, Handoh C, Isobe A, Tanabe S). Terrapub, Tokyo, pp. 261–269.

Goto T, Shibata H (2015) Changes in abundance and composition of anthropogenic marine debris on the continental slope off the Pacific coast of northern Japan, after the March 2011 Tohoku earthquake. *Marine Pollution Bulletin* 95: 234-241.

Toshino S, Miyake H, Shibata H (2015) *Meteorona kishinouyei*, a new family, genus and species (Cnidaria, Cubozoa, Chirodropida) from Japanese Waters. *Zookeys* 503: 1-21.