

伊豆・小笠原諸島海域及び北マリアナ諸島海域の熱水噴出域に

生息する腹足類オガサワラマンジの初期発生に関する研究

平成 22 年 3 月 自然環境学専攻 076635 中野 祐

指導教員 教授 小島 茂明

キーワード；熱水噴出域固有種、オガサワラマンジ、卵カプセル、幼生発生、適応戦略

1. 背景・目的

海底火山活動によって生じる熱水噴出孔からはメタンや硫化水素を含む熱水が噴出している。このような環境には化学合成細菌が生息、優占し、それらが合成する有機物を利用する無脊椎動物群集が分布することが知られている。化学合成生物群集は他の深海底の群集と比較して遥かに高い生産性を持っており、構成種の多くは熱水域や湧水域の固有種である。熱水噴出域は、その活動が火山活動に依存することから不安定な環境であり、このような環境下で熱水域固有種がどのように集団を維持しているかについてはまだ不明なことが多い。熱水域固有種は一般的に、プランクトン幼生期における分散によって新しい熱水域へと定着し、集団を形成していると考えられている。したがって、幼生の分散機構を調べることはその集団維持の理解にとって最も重要な研究テーマの一つである。しかしながら、熱水域固有種の初期発生の研究例はハオリムシ(Marsh *et al.*, 2001、Miyake *et al.* 2006、Young *et al.*, 1996b)や多毛類(Pradillon *et al.*, 2001, 2005、Eckelbarger *et al.*, 2001)、腹足類(Van Gaest, 2006)など極めて限られている。本研究では熱水域固有種である腹足類オガサワラマンジ *Oenopota ogasawarana* の初期発生を調べることで、その分散能や繁殖戦略を明らかにすることを目的とした。オガサワラマンジは伊豆・小笠原諸島海域から北マリアナ諸島海域にかけての熱水域の砂泥底でのみ発見された巻貝であるが、近縁種が世界中の潮間帯から深海まで、幅広い環境に分布している点で、既往研究が対象とした種とは異なる。本研究では、オガサワラマンジと熱水域以外の環境に分布する *Oenopota* 属巻貝類とを比較研究することにより、深海熱水域という極限環境に対して、熱水固有種がどのような繁殖戦略を適応進化させてきたのかを明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

2005 年 11 月 1 日の「なつしま」研究航海 NT05-18 で北マリアナ海域大黒海山の熱水噴出域で採集され、新江ノ島水族館で飼育されていたオガサワラマンジ成体が産出した卵カプセルおよび幼生を 5°C、10°C、15°C で飼育した。また、北マリアナ海域の大黒海山と第二春日海山、伊豆・小笠原海域南部の海形海山で採集されたオガサワラマンジの計 29 個体の mtDNA の COI 遺伝子の塩基配列を決定し、系統地理学的解析を行った。成体の原殻

(protoconch)を電子顕微鏡で観察した。

3. 結果・考察

オガサワラマンジが産みつけた卵カプセルの大きさには近縁種と比較して顕著な差異は見られなかったが、卵カプセルに含まれる卵数が多く、卵サイズが小さい「小卵多産型」戦略を取ることが示された。原殻 I と原殻 II が明瞭に区別できたという特徴と合わせて考えると、オガサワラマンジの幼生期の発生様式は幼生期間が長く、長距離分散が可能なプランクトン栄養性であることと推定される。

幼生の飼育実験では全ての幼生が 25 日以内に死滅してしまったが、水温が高い条件下の方がより成長率が高いことが示された一方、生残率は水温が低い方が高くなる傾向が見られた。非熱水環境下で成長が遅延することで、幼生期がより長くなり、結果としてより遠方まで分散し、幼生が生存に適した環境（熱水噴出域）に到達する可能性が高くなる。一方、熱水噴出域近傍では水温が高いため、幼生が早く成長し、着底するのに十分な大きさにまで短時間で成長できる。このようにして熱水噴出域内外の水温の差を利用して効率的に分散する種は熱水噴出域に生息する多毛類でも知られている(Pradillon *et al.*, 2001)。オガサワラマンジも進化の過程でこのような能力を獲得し、熱水噴出域という物理化学的に不安定な環境下で集団を維持することが可能になった可能性が考えられる。

ミトコンドリア DNA の COI 遺伝子領域の塩基配列データより、オガサワラマンジの大黒海山、第二春日海山および海形海山の集団が遺伝的に分化している証拠は得られなかった。オガサワラマンジの生息域である伊豆・小笠原諸島海域南部から北マリアナ諸島海域の近底層および表層に一方に卓越した流れは存在しないため、近隣の熱水噴出域へ一方向に分散するのではなく、熱水プルームを利用して幼生が最大で約 600km 離れた熱水噴出域の間は双方向に往来していると考え、集団遺伝解析の結果がよく説明出来る。

4. 引用文献

Eckelbarger K.J. *et al.*, 2001. *Mar. Biol.* 138: 761-775

Marsh A. G. *et al.*, 2001. *Nature* 411: 77-80

Miyake H. *et al.*, 2006. *Cah. Boil. Mar.* 47: 471-475

Pradillon F. *et al.*, 2001. *Nature* 413: 698-699

Pradillon F. *et al.*, 2005. *J. Exp. Biol.* 208: 1551-1561

Shimek R. L. 1983. *Moll. Stud.* 49: 146-163

Shimek R. L. 1986. *Intl. Jour. Invert. Rep. Dev.* 10: 313-333

Thorson G. 1950. *Biol. Rev.* 25: 1-45

Van Gaest A., 2006. M.S. thesis, Univ. of Oregon, Eugene

Young C.M. *et al.*, 1996. *Nature* 381: 514-516

The early developmental stage of the hydrothermal-vent gastropod *Oenopota ogasawarana*

Mar. 2010, Department of Nature Environmental Studies, 086635 NAKANO Yu

Supervisor; Professor KOJIMA Shigeaki

Keywords: hydrothermal-vent endemic species, *Oenopota ogasawarana*, egg capsule, larval development, adaptive strategy

1. Introduction

Deep-sea hydrothermal vents are patchy distributed on the ocean floor and biological communities around them have extremely higher productivity than those in non-vent deep-sea environments. Although most species inhabiting hydrothermal-vent sites are endemic to such environments, it has not yet been fully known how they disperse from a vent to another vent and colonize new habitats. To resolve the question, laboratory studies to reveal developmental modes, developmental rates, larval duration, and physiological tolerances of larvae of vent-endemic species is important. Moreover, Information of water currents around vent fields is also required to relate developmental mode to dispersal potential and geographic distribution. To date, larvae of a few hydrothermal vent species have been cultured through the early embryonic stages (Young *et al.*, 1996b; Eckelbarger *et al.*, 2001; Pradillon *et al.*, 2001, 2005; Marsh *et al.*, 2001).

A turrid snail *Oenopota ogasawarana* is a hydrothermal vent-endemic species reported from the southernmost part of the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc and the northern Mariana Arc. Most species of the family Turridae, which contain over 150 described species, live on non-vent sandy bottom around the world. Comparison of ecology of *O. ogasawarana* with other related species is expected to reveal biological characteristics and adaptability of vent-endemic gastropods. And such information should provide a clue to evolutionary processes of vent-endemic species. In this study, I examined characteristics of the egg capsule and the larval development of *O. ogasawarana* in attempt to determine how the reproductive strategy and larval developmental mode, including duration of larval period, influence distribution of this species by means of comparative studies with related species living in non-vent areas.

2. Material and Methods

Individuals of *O. ogasawarana* were collected from the Daikoku Seamount during the cruise NT05-18 of R/V Natsushima, the Kaikata Seamount during the cruise NT03-06 of R/V Natsushima, and the Dainikasuga Seamount during the cruise KY02-08 of R/V Kaiyo. Samples from Daikoku seamount were rearing at the Enoshima Aquarium. Adult snails were transported to the Ocean Research Institute. Egg capsules and larvae obtained from them were reared at several temperatures

(5°C, 10°C, and 15°C).

For total of 29 individuals, partial nucleotide sequences of a mitochondrial gene for COI were determined. Based on the sequences, the genetic divergence among populations of three vent fields was analyzed by phylogeographic analyses.

Morphology of protoconch I and II of a young adult snail from the Daikoku Seamount was observed by using scanning electron microscopy (SEM).

3. Results and discussions

O. ogasawarana laid larger number of smaller eggs than other species of genus *Oenopota*. Its protoconch I was easily discriminated from protoconch II. These results suggest *O. ogasawarana* has planktotrophic larval stages.

Although all larvae were died within 25 days from hatching, larvae reared at lower temperature showed higher survival and lower growth rates. By using a difference in temperature between near-vent and far-vent areas, *O. ogasawarana* might be able to disperse wider range and colonize new habitats.

Phylogeographic analysis showed populations of *O. ogasawarana* in the Daikoku Seamount, the Kaikata Seamount, and the Dainikasuga Seamount is not genetically deviated from each other. Considering the report that no prevailing water current flow around the southernmost part of the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc and the northern Mariana Arc, *O. ogasawarana* might be able to disperse between vent fields, which is about 600km distant from each other, bi-directionally.

4. References

- Eckelbarger K.J. *et al.*, 2001. Mar. Biol. 138: 761-775
Marsh A. G. *et al.*, 2001. Nature 411: 77-80
Miyake H. *et al.*, 2006. Cah. Boil. Mar. 47: 471-475
Pradillon F. *et al.*, 2001. Nature 413: 698-699
Pradillon F. *et al.*, 2005. J. Exp. Biol. 208: 1551-1561
Shimek R. L. 1983. Moll. Stud. 49: 146-163
Shimek R. L. 1986. Intl. Jour. Invert. Rep. Dev. 10: 313-333
Thorson G. 1950. Biol. Rev. 25: 1-45
Van Gaest A., 2006. M.S. thesis, Univ. of Oregon, Eugene
Young C.M. *et al.*, 1996. Nature 381: 514-516