

論 文 要 旨

Abstract

論 文 題 目

Title **Studies on temperature sensitivities among the Indo-Pacific sea urchins, genus *Echinometra*: gamete longevity, early development, duration of larval life and dispersal potential**

ナガウニ属ウニ類の配偶子の寿命、初期発生、幼生期、分散ポテンシャルに対する温度感受性に関する研究

**Abstract**

Gamete longevity of four sea urchin species, *Echinometra* sp. A (Ea), *Echinometra mathaei* (Em) *Echinometra* sp. C (Ec) and *Echinometra oblonga* (Eo), was investigated in laboratory experiments. The longevity of dilute sperm and eggs was also observed at 15°, 20°, 25°, 30° and 35°C for various durations (sperm: 5, 25, 45, 65 and 85 min; eggs: 1, 3, 6, 12, and 24 h). Viability of Ec and Eo sperm (dilute) were nearly constant (100%) with time at 15°, 20°, 25° and 30°C and decreased rapidly at 35°C. The viability of Em and Ea sperm were nearly constant (100%) at 15, 20 and 25°C, it decreased at 30° and 35°C. Eggs of Em, Ec and Ea, Eo remained fertilizable for 12 and 6 h, respectively. Most of the eggs of Em, Ec, Ea and Eo underwent normal development through 6h.

Temperature tolerances of the early development (up to 4-arm pluteus) of four *Echinometra* spp. were investigated at 16°-34°C. The critical lower and higher temperatures for embryonic development were 16° and 34°C, respectively. At these two temperature conditions, 100% of the embryos showed abnormality within 48 hours after incubation. The lower and higher temperatures for development of embryos and larvae were 19°C and 31°C, respectively. The developmental times from the 2-cell to early larval stages showed significant differences among 19° to 31°C. Ec embryos showed faster development than other three *Echinometra* species. At 19° and 31°C, the embryos reached in 2-arm pluteus stage around 72 and 26 h after incubation, respectively. The growth performance of early larvae showed that they were able to tolerate a wide range of temperature regime without any abnormality.

The larval development (2 arm to competent larva) of Em and Ec were investigated at 22°, 26° and 30°C. The developmental times from 2 arm pluteus to competent larva showed significant differences among three temperature conditions. The larvae of Ec exhibited higher survival rate than Em larvae in all late developmental stages. The ratio values of different larval arm of Em showed more variable than Ec larvae at various temperatures. Skeletal growth performances of different part of both species larvae were also varied at 22°, 26° and 30°C. The growth performance of early larvae showed that they could tolerate a wide range of temperature without any abnormality.

These findings illuminate fertilization strategies, early and later developmental consequences and the possible mechanisms of larval dispersal, as well as the distribution of these sea urchins in various marine locations worldwide.

平成21年2月16日

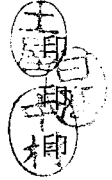
琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 土屋 誠

副査 氏名 日高 道雄

副査 氏名 中村 将



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

#### 記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 Rahman Md. Saifur 学籍番号	
指導教員名	土屋 誠	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Studies on temperature sensitivities among the Indo-Pacific sea urchins, genus <i>Echinometra</i> : gamete longevity, early development, duration of larval life and dispersal potential. ナガウニ属ウニ類の配偶子の寿命、初期発生、幼生期、分散ポテンシャルに対する温度感受性に関する研究	
<p>審査要旨（2000字以内）</p> <p>沖縄のサンゴ礁に普通に見られるナガウニ類については、近年、詳細な分類学的な検討の結果、4種（<i>Echinometra</i> sp. A, <i>Echinometra mathaei</i>, <i>Echinometra</i> sp. C, <i>Echinometra oblonga</i>）が生息していることが認識されている。本研究はこれら4種について初期発生段階から幼生期までのさまざまな発生段階における温度の影響を室内実験によって解析し、温度感受性の種内の差異を論じ、生態分布や地理的分布との関連性を解明したものである。これらのウニ類については成体の環境適応や、生態的あるいは形態的な差異によりそれぞれの特徴が報告されてきたが、発生学的な諸現象を詳細に調べる必要性が論じられてきた。</p>		

## 論文要旨

15-25°Cの水温条件下では全ての種の精子は65時間以上受精能力を維持したが、より高温条件では種によって受精率を証明する程度が異なった。種による差異は卵においてより顕著であり、温度変化が激しい環境に生息している種ほどその能力を長時間維持した。干潮時でも冠出することがない亜潮間帯に生息している*Echinometra* sp. Aは低温条件(15-20°C)においては採卵後24時間後も高受精率を示したが、その後急激に低下し、環境の変化に対する抵抗力が低いことを示した。一方、同一サンゴ礁内において最も温度変化が激しい環境に生息している*Echinometra* sp. Cは他種と比較して温度耐性が高く、環境条件に対する適応と判断された。

4腕期のプルテウス初期までに至る発生過程に要する時間を4種について調べたところ、16-34°Cの範囲では水温環境が高いほど早い、19°C以下あるいは31°C以上の条件下では発生が異常になることが多いが異常胚が出現する頻度も高くなる。発生速度は*E. mathaei*と*Echinometra* sp. Cが他種と比較して明らかに速かった。

6-8腕期のプルテウス幼生あるいは変態直前の段階に成長するまでの過程について、*Echinometra* sp. Cと*E. Mathaei*について異なった水温条件で飼育し比較したところ、温度条件によってその成長に要する時間が異なったが、*Echinometra mathaei*は後期発生の初段階において*Echinometra* sp. Cよりも高い生残率と長い幼生期間を示した。この違いはインド太平洋域における分散過程と関連し、最も広範囲に分布する*E. mathaei*の特徴をよく説明する。

これら4種の*Echinometra*属のウニ類は長い間、同一種として扱われてきたが、近年の多様な研究により別種として扱われるべきであると論じられている。本研究は受精期から幼生期までの生活史の初期における環境との関連性に関して詳細に研究したパイオニア的なものであり、今後の研究に大きな刺激を与える。近縁の4種について温度感受性の差異を認めたことはウニ類の種分化や環境適応に関して多大な重要情報を与えるものである。またその結果をインド太平洋域における地理的分布や、同一サンゴ礁内の生態分布と関連させて議論し、4種の分布の違いを詳細な温度感受性に関する実験結果から説明しようとした点は学問的価値が高い。本研究は、発生学、生態学、生物地理学などを総合した研究であり、学問の発展に大きく寄与するものと高く評価される。

審査は規則に則し、公正に実施した。予備審査においては、提出された原稿が博士学位論文に値する内容であるかを、審査員全員が原稿を熟読し、検討した。その結果提出された原稿に対して、多くの改良すべき点を審査員が指摘し、申請者が、不明な点は直接審査委員と議論して原稿を改良し、改訂稿を提出した。改訂稿を審査員全員で再度熟読し、改訂稿が博士学位論文に値する内容であるという結論に達した。また公表した学術論文の質と数が基準を満たしていることを確認した。さらに口頭発表による最終試験を実施した結果、申請者は学位論文の内容を的確に発表し、質問に対しても適切に答えたため、審査員全員一致で、申請者が博士学位を取得するに値する能力を有すると判断し、合格と判定した。