

論 文 要 旨

論 文 題 目

Comparative Studies on Two Closely Related Species of Sea Urchins (Genus *Echinometra*) in Okinawa: Fertilization, Hybridization, and Larval and Juvenile Growth with Respect to Species Integrity and Aquaculture Potential

Two unnamed closely related species of tropical sea urchins belonging to the genus *Echinometra*, *Echinometra* sp. A (Ea) and *Echinometra* sp. C (Ec) were studied in order to understand the taxonomic status and speciation process and to investigate which mechanism (s) maintained their genetic integrities. Larger Ec eggs showed significant differences in fertilization, fecundity, embryonic and larval development as well as offspring performance than smaller Ea eggs. Our results suggested that the differences of the above traits related to egg sizes transcended species differences between Ea and Ec. Metamorphosis and settlement studies were also conducted with 20-24 d old laboratory reared larvae of Ea and Ec together with other two genetically divergent sea urchins, *E. mathaei*, and *E. oblonga* to assess their preferences for various substrata. All the *Echinometra* spp. exhibited a similar high rate of metamorphosis and survival in response to encrusting coralline red algae compared to mixed turfs of coralline algae with: regular brown, green or mixed fleshy algae, suggesting that potent inducing molecules may be sufficiently present in red algae. The four species did not differ in their rates of metamorphosis on each type of substratum, and each species highly preferred a coralline red algal substratum, which is consistent with their close genetic affinity as well as their sympatric existence in nature. The possibility for hybridization between *Echinometra* sp. A (Ea) and *Echinometra* sp. C (Ec) were studied through a series of cross fertilization and hybrid rearing experiments. Heterogametic fertilization was high when eggs of Ec and sperms of Ea were involved, whereas it was considerably lower with eggs of Ea and sperms of Ec even at very high sperm concentration. Moreover, different exposure times of eggs and sperms showed that homogametic crosses yielded higher percentage of fertilization much sooner than heterogametic crosses. Despite these, hybrids produced from crosses in both directions developed normally through larval and juvenile stages to sexually mature adults and exhibited quality traits in the majority of the performance traits (viz. final weight, weight gain, gonad weight) compared to the parental species controls. Hence these hybrids might be considered for future use in aquaculture. On the other hand, phenotypic color patterns of the hybrids were closer to the maternal colorations, while larval skeletal morphology and tubefeet and gonad spicules were intermediate but dominated by maternal characters. Other phenotypes such as, relative test dimensions and spine lengths, number of pore pairs in the test, pedicellaria valve length, and gamete sizes of the hybrids appeared to be intermediate. Fertilization rates in backcrosses using the gametes of F₁ and F₂ progeny were high. On the other hand, intensive surveys failed to find individuals with such hybrid characteristics in the field, suggesting that natural hybridization between the two species is rare. Prezygotic isolating mechanisms, such as microhabitat separation, gametic incompatibility, and gamete competition, most likely maintain the genetic integrity of these two closely related species.

氏 名 Md. Aminur Rahman

平成13年 2月 20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 上原 剛
副査 氏名 日高道 広佳

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 Md. Aminur Rahman 学籍番号 988562F		
指導教官名	土屋 誠		
成績評価	学位論文 (合格) 不合格	最終試験 (合格) 不合格	
論文題目	Comparative Studies on Two Closely Related Species of Sea Urchins (Genus <i>Echinometra</i>) in Okinawa: Fertilization, Hybridization, and Larval and Juvenile Growth with Respect to Species Integrity and Aquaculture Potential		
<p>沖縄のナガウニ <i>Echinometra mathaei</i> (Blainville 1825) は、長い間、一種としてとりあつかわれてきた。しかし、1984年以來、琉球大学の生物学教室の研究者を中心として、分子系統学から生態学などの多方面な研究により、これまで知られたウニ類のなかでは極めて近縁な関係にある独立した4種に分かれることが明らかになりつつある</p> <p>[<i>Echinometra</i> sp A: 和名ツマジロナガウニ (略語Ea)、<i>E. mathaei</i>; ホンナガウニ (Eb)、<i>E. sp C</i>: リュウキュウナガウニ (Ec)、<i>E. oblonga</i> ヒメクロナガウニ (Ed)]。とわ</p> <p>いえ、生物学のなかでも分類学は総合的な学問であり、個々の分野の発達とそれらの分類学への適用により、時代とともに種概念 (種定義) も紆余曲折の過程をえながら進展してきた。「生物学は分類学に始まって分類学に終わる」と言われるように終わりの</p>			

(次頁へ続く)

ない学問と言われる由縁である。このような歴史的背景のなかで、ラーマン氏は人工受精卵を成体ウニまで飼育する技術を確立し、かつ人工交雑受精の手法を駆使して、以下述べるように、分類学・種分化に関する興味ある結果を得た。

本研究では、材料として上述のまだ学名がないツマジロナガウニ(Ea)とリュウキュウナガウニ(Ec)の二種を主として用いている。

一つめの実験は、卵サイズと受精以後の発生との関係を調べたもので、大きい卵をもつEcの産卵量、受精率、胚および幼生サイズは、小さい卵をもつEaのそれらと明かに差異がみられた [Biol. Mag. Okinawa, 37:67-73 (1999)]。このことは沖縄産ナガウニ属のなかでEaとEcも独立した種であることを支持する知見の一つである。二つめの実験は他の二種「ホンナガウニ(Eb)とヒメクロナガウニ(Ed)」を加えて、四種の変態時のいろいろな基質 (紅藻類の石灰藻、褐藻、緑藻およびそれらの混在基質) の選択性について研究した (Zoological Study, 40, in press)。その結果、4種の何れも同じく各基質に反応し、特に紅藻類に属する石灰藻を基質とした場合に有効で高い変態率を示したことから紅藻類にウニ類の変態を誘導する物質の存在を示唆した。また、四種の基質選択性に差が無いことは四種が概して同所的に生息していることと一致していて興味深い。三つめは、ホンナガウニ(Eb)を使って、卵や精子の各種濃度、放卵・放精後の各種時間等を設定し受精率を調べた [Galaxea, 2 in press]。自然状態において、何時、何処で、どのようにして受精がどの程度成功しているか等知ることは今のところ不可能である。実験とはいえ自然を見添えたこの研究は受精生態学の立場から見て興味深い。最後めの研究は、EaとEcを材料にして、各々の正常発生個体と、正逆交雑個体を育て、形態学的に比較したもので、水産養殖の可能性の立場から見たもの [Aquaculture, 183:45-56(2000)] と分類学・種分化学立場から見たもの [Biol. Bull.: in press(2001)] 等からなる。交雑個体のとげの色・模様は母方よりで幼生骨格、管足、生殖巣骨片は母方よりの中間型であった。また殻の形、とげの長さや卵と精子のサイズ等は中間型であった。これらの形質をもった個体は野外でみつけれないことから自然状態では両者の交雑個体はほとんどないことが示唆され、その結果、両者は独立した別種であることが確固たるものとなった。また、近縁な間柄とはいえ、健康な交雑個体を二世代まで育てた例はウニ類では最初の報告でありウニ類の「種の定義」に新しい見解を示した。そして種としての両者の生殖隔離は、微環境の違い、卵と精子の不和合性などの接合前隔離機構 (prezygotic isolation mechanism) によるものと結論した。

以上述べたように、論文の構成、内容、質、研究の独自性等からみて学位 (博士) 論文として学位 (博士) に十分値するものと判定した。なお公開で持たれた、最終試験 (口答発表) も同様に合格と判定したので報告いたします。