

翼足類およびサンゴを用いた

石灰化生物に対する環境変動の影響評価

2011年3月 自然環境学専攻 47-096618 新免浩太郎
指導教員 教授 川幡穂高

キーワード：海洋酸性化、翼足類、造礁サンゴ類、 $p\text{CO}_2$ 、将来影響予測

1. はじめに

産業革命以降、化石燃料の使用によっての大気中の二酸化炭素濃度は上昇の一途を辿っており、それにより海洋酸性化が進んでいる。海洋酸性化の進行により、海水の炭酸塩飽和度が低下し、炭酸塩で殻や骨格を形成する海洋の石灰化生物の成長に影響がおよぶことが危惧されている。石灰化生物の一種である造礁サンゴ類はサンゴ礁生態系を形作る重要な生物である。また、翼足類は極域で魚類をはじめとする高次捕食者の重要な餌となっている。どちらも炭酸塩の一種であるあられ石で殻骨格を形成しており、これらに対する近未来環境を予測した海洋酸性化の影響を評価することは重要である。本実験では造礁サンゴ類の代表種として *Acropora digitifera*、翼足類の代表種として *Creseis acicula* の2種を酸性化海水中で飼育し、殻骨格への影響を骨格成長面積や電子顕微鏡観察により評価した。

2. 幼サンゴに対する環境変動の影響評価

本実験では幼サンゴを褐虫藻に感染させないグループと感染させたグループに分けて、酸性化海水環境、高水温環境、低塩分環境でそれぞれ10日間飼育した。実験終了後に各条件間の骨格成長面積を指標とし影響の評価を行った(図1)。

各実験とも同条件内で比較すると褐虫藻非感染グループは、褐虫藻感染グループに比べて骨格成長面積が有意に減少する傾向が見られた。これは先行研究でも報告されているように褐虫藻が幼サンゴの骨格成長に正の影響を与えていることが本飼育実験によっても明らかとなった。また、高水環境温実験では33°Cの褐虫藻感染グループで骨格成長面積の著しい減少が見られ、この結果は31°C以上でサンゴ本体が共生藻から酸化ストレスを受けている可能性を示唆している。また、低塩分環境では全体的に塩分の低下に伴って骨格成長面積が減少する傾向が見られた。これは塩分の低下に伴いあられ石飽和度が低下したため、褐虫藻の石灰化量が減少したことが原因であると考えられる。酸性化海水実験では褐虫藻非

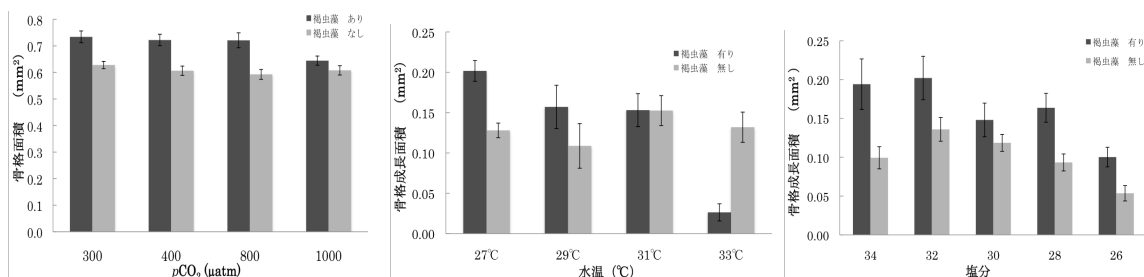


図1 各実験における幼サンゴの骨格成長面積

感染グループでは条件間で骨格成長面積に有意な差は見られなかったが、褐虫藻感染グループでは 1000 μ では骨格成長面積が減少した。近未来の海洋酸性化環境で幼サンゴの骨格成長が負の影響を受けることが示された。

3. 翼足類に対する酸性化海水の影響評価

本実験では沖縄県周辺海域の炭酸系および表層堆積物中の翼足類遺骸群集組成の解析を行った。2009年から2010年にかけて合計7回のプランクトンネットサンプリングを行い、現生の *Creseis acicula*、*Creseis virgula*、*Diacria quadridentata* の3種を採取した。また、ネットサンプリング試料および表層堆積物試料の合計5種の翼足類殻の酸素同位体比を分析し、殻を形成していた深度の復元を試みた。その上で *Creseis acicula* を、 pCO_2 を調製した海水で飼育し、生存率および電子顕微鏡による殻の観察から評価を行った。

沖縄県周辺海域ではあられ石飽和度は海洋表層で約3.4であり、深度を増す毎に低下して、不飽和状態 ($\Omega < 1$) となるのは水深約750m付近であることが分かった。また表層堆積物中から産出した翼足類は1科8属12種であり、卓越する種は *styliola subula*、*Cavolinia longirostris*、*Clio pyramidata* の3種であった。翼足類殻の酸素同位体比は種によって異なった(図2)。推定された生息深度は種によって異なり、今回のネットサンプリングの結果とも整合的である。酸性化海水実験では400 μ atm(参照区)の条件で飼育した個体は、1000、2000 μ atmの条件で飼育した個体よりも生存期間が長くなる傾向が見られた。また、電子顕微鏡で殻表面を観察すると、2000 μ atmで飼育した個体の表面には凹凸構造や成長線に沿った溶解の痕跡が見られた(図3)。これらの痕跡は400 μ atmで飼育した個体では見られなかった。また、先行研究とは異なる部位の溶解が見られ(Ore et al., 2005)、種の殻構造によって海洋酸性化の影響を受ける部位が違う可能性が示された。

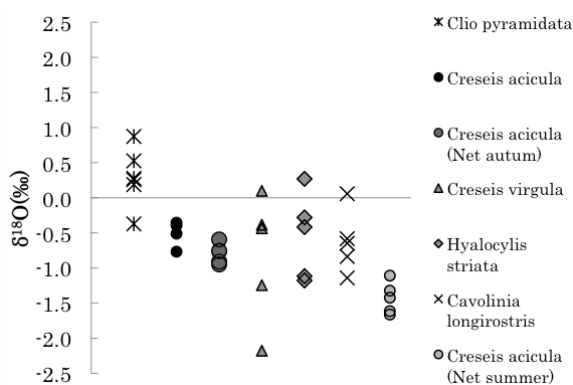


図2. 翼足類殻の酸素同位体比組成

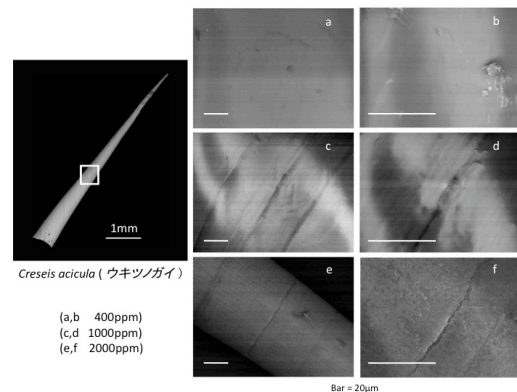


図3. *Creseis acicula* 殻表面の溶解

【参考文献】

·Orr, et al.(2005) : Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. Nature, 437, 618-686

Impact assesment of environmental change on marine calcifiers using pteropods and corals

Mar. 2011, Department of Natural Environmental Studies, 096618, Kotaro Shinmen
Supervisor; Professor, Hodaka Kawahata

Keyword: ocean acidification, pteropod, hermatypic coral, $p\text{CO}_2$, assessment

1. Introduction

As a consequence of atmospheric CO_2 buildup, ocean acidification is emerging as one of severe side effects of fossile fuel burning. Ocean uptake of CO_2 is reducing $[\text{CO}_3^{2-}]$ and pH in seawater, causing the calcium carbonate saturation horizon to shoal in many regions. Previous studies predicted that the decline of seawater pH will reach about 7.7 by 2100, and the rate of ocean acidification is far more rapid than that the Earth has ever experienced. Marine organisms are influenced by global environmental changes such as the global warming. Ocean acidification is now being considered as an emerging threat to the marine calcifiers. The aim of this study is to clarify the effect of acidified seawater on marine calcifiers using hermatypic coral *Acropora digitifera* and pteropod *Creseis acicula*. Both have aragonite crystals, which are liable to dissolution due to ocean acidification.

2. Coral polyp experiments

For each experiment, 40 to 60 polyps were settled in a 6-well culture plate (16.5 mL/well). After that, we divided those polyps into two groups and one group was infected with zooxanthellae. We compared growth rates between these two groups cultured in experimenatal conditions such as high water temperature, low salinity, and acidified seawater. After 10 days, skeletal growth of the polyps was evaluated by measuring dry weight and surface area of each skeleton. zooxanthellae infected polyps and noninfected polyps showed different skeletal growth in each experiment (Fig.1), suggesting that zooxanthellae affect coral skeletal growth. Skeletal growth of infected polyps tended to decrease in high water temperature stress. This reduced growth may be attributed to the previously reported oxidative stress from algae symbiont at high temperature more than 31°C . Skeletal growth decreased by more than 30% under low salinity

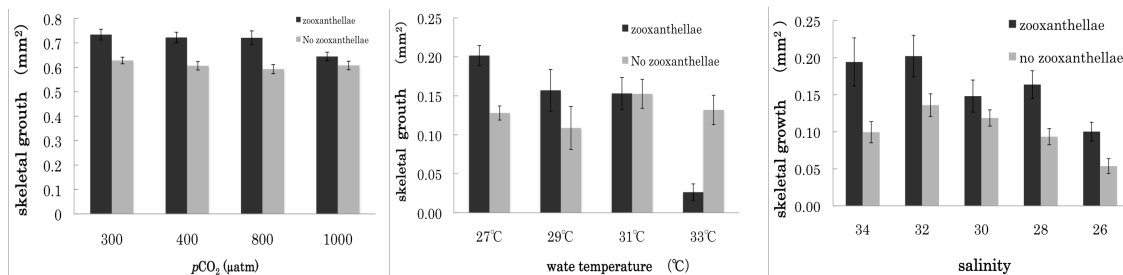


Fig.1 Skeletal growth of the pypes in each experiments

condition, Decline of aragonite saturation due to the decreased salinity may be a cause of this growth reduction. In acidified seawater experiment, skeletal growth didn't show significant differences in noninfected polyps, but infected polyps showed a decreased skeletal growth at 1000 μ atm. It is suggested that ocean acidification will exert a negative influence on the coral polyps skeletal growth in near future.

3. Pteropod experiments

In this study, we analyzed carbonate chemistry of seawater and pteropod shell in superficial deposit in the sea around Okinawa. Live pteropod samples were also collected using plankton net in 2009 and 2010, whose species were *Creseis acicula*, *Creseis virgula*, and *Diacria quadridentata*. We analyzed shell oxygen isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$) of 5 pteropod species that were collected from surface sediments and net sampling. From these $\delta^{18}\text{O}$ values, we presumed mean calcification depth of each species. We also cultured *Creseis acicula* in acidified seawater, and evaluated the impact of ocean acidification from survival rate and dissolution on shell surface.

The aragonite saturation in marine surface around Okinawa is about 3.4, and decreases along with depth. It becomes undersaturated below 750m. 12 species of pteropod in superficial deposit were identified in the studied samples, and among them *Styliola subula*, *Cavolinia longirostris*, *Clio pyramidata* were dominant species. Each species different showed shell $\delta^{18}\text{O}$ values (Fig.2), and presumed mean calcification depth corresponded to the result of live pteropods. In acidified seawater, pteropods cultured in 400 μ atm tended to live longer than those cultured in 1000 and 2000 μ atm. In addition, many dissolution structures (relief structure) were observed in the shell surfaces of pteropods cultured in 2000 μ atm (Fig.3), although they were not found in 400 μ atm shell. Patterns and locations of dissolved parts were different from those reported in early studies (Orr et al., 2005). It suggests that the influence of ocean acidification on pteropod shell may emerge differently according to the shell structure of each species.

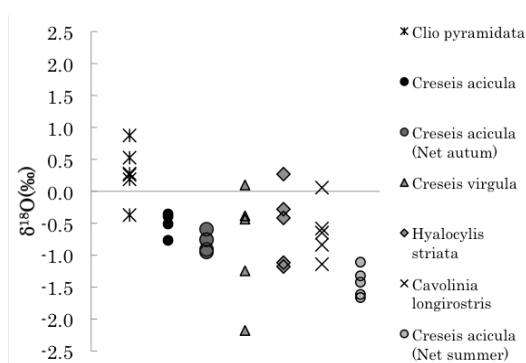


Fig.2 $\delta^{18}\text{O}$ of pteropod shell

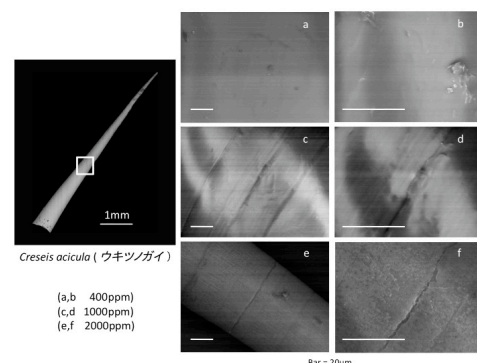


Fig.3 *Creseis acicula* shell surface

【Reference】 ·Orr, et al.(2005) : Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. Nature, 437, 618-686