

Form 3

論 文 要 旨

Abstract

論 文 題 目

Title

**Mass coral mortality prediction and thermally-induced stress physiology of reef-building corals in the Ryukyus, Japan**

Coral bleaching, a widespread phenomenon documented as increasing in frequency over the last two-three decades, is defined as the loss of the endosymbiotic photoautotrophic dinoflagellates (=zooxanthellae) and/or their photosynthetic pigments when reef-building corals are subjected to environmental stresses. The 1998 worldwide bleaching event and the global warming phenomenon have not spared the waters of the Ryukyus, Japan. Though elevated sea surface temperature (SST) and solar irradiance have been mostly implicated in mass bleaching events, the cellular and molecular mechanisms of the bleaching process and susceptibility among reef-building corals yielding in mortality have yet to be thoroughly addressed. This thesis explores the bleaching mechanisms, stress susceptibility and mortality patterns experimentally among the reef-building corals exposed to thermally and/or light induced stresses coupled with an attempt to predict the recurrences of mass mortality of corals based on historical and forecast SSTs in the region of the Ryukyus in particular Okinawa and Ishigaki Islands, Japan. The predictive models of mass mortality of corals or the "extinction dates" for the examined reefs of Okinawa and Ishigaki Islands are yrs 2000-2010 and 2070-2080, respectively. However, assuming that corals would acclimate to temperature increases of 2°C, the predicted extinction dates could be prolonged by almost 100 yrs. The major findings of the experimental studies are: 1) both partners in the symbiosis of coral/zooxanthellae are affected during thermal stress, 2) the dark reaction (Calvin cycle enzymes) is more vulnerable to thermal stress than the light reaction (photosystem II, PSII) of photosynthesis of the endosymbionts and damage to PSII is secondary, 3) the differential responses of reef-building corals seem to be symbiont genotype dependent as the Calvin cycle is inhibited differently in distinct genotypes harbored by corals with different vulnerabilities to thermal stress, 4) high temperature reduces the threshold light intensity for photoinhibition of PSII differently in corals with different bleaching susceptibilities, 5) the glycine mycosporine-like amino acid functions as a biological antioxidant in corals and along with the antioxidant enzyme defense systems it plays a potential role in determining

bleaching susceptibility among corals, and 6) the host appears to be the first partner to be affected by thermal stress. Taken together, these results suggest that thermal stress affects the host first and damage to the photosynthetic machinery of the endosymbionts further adds to the oxidative stress burden and results in severe bleaching and ultimately mortality of reef-building corals. This sequence of events might occur to a different extent or differently in corals exposed to similar levels of thermal stress exposure and thus account for differential bleaching and/or mortality patterns observed among reef-building corals. The prediction of mass coral mortality and the experimentally explored thermally-induced bleaching vulnerability and mortality patterns among reef-building corals existing in the Islands of the Ryukyus should be highly helpful to concerned governmental and non-governmental organizations in prioritizing their efforts in restoration and preservation of badly affected (Okinawa) and least affected (Ishigaki) areas, respectively. It is also highly recommended that this predictive model be run not only for the so-far nine coral reefs based marine protected areas (MPAs) of Japan as a tool in determining the vulnerabilities of the existing ones to global climate change but also in designating new MPAs. In an effort to preserve biodiversity of reef-building corals in the Japanese waters coupling the SST-based predictive models with ground-truthing surveys of biodiversity, bleaching and mortality of corals related to global warming would yield in identification of the least global warming prone potential habitat refuges, where both thermally susceptible and resistant corals could continue to co-exist in the natural marine environment.

Name : BHAGOOLI, Ranjeet

(様式第5-2)

2004年 8月 18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

日高 道雄

副査 氏名

山崎 秀雄

副査 氏名

山口 正士

副査 氏名



### 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 BHAGOOI Ranjeet	学籍番号	■■■■
指導教官名	日高 道雄		
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	Mass coral mortality prediction and thermally-induced stress physiology of reef-building corals in the Ryukyus, Japan.		
審査要旨（2000字以内） サンゴの白化現象は、世界的なサンゴ礁衰退の原因の一つであり、地球温暖化による海面温度の上昇が原因と考えられている。本研究は、サンゴの白化機構を生理学的に解明することを目的としている。 1章では、海面温度の過去のデータおよび気候モデルに基づく海面温度の予測から、琉球列島におけるサンゴ礁が白化によりダメージを受ける時期を予測し、			

(次頁へ続く)

## 審査要旨

白化の機構研究がサンゴ礁保全にとって重要であることを強調している。

2章では、サンゴの種による白化感受性および白化による生存率の差を調べ、白化感受性が褐虫藻と宿主の両者によって決まることを示した。

3章では、宿主内褐虫藻および単離褐虫藻のストレス耐性を比較することにより、異なるサンゴ種由来の褐虫藻間でストレス感受性の違いがあること、しかしその感受性の序列は野外におけるサンゴの白化感受性の序列と一致しないことを見出した。サンゴの白化感受性が褐虫藻の生理学的差異のみでなく、サンゴ宿主のストレス感受性や光ストレス防御機能によって決定されることが示唆された。

次いで高温および光ストレスによる褐虫藻の光合成系への損傷に着目し、高温ストレスが炭素固定反応を阻害する結果、光化学系の産出する高エネルギー電子の伝達が滞り、過剰の電子が周囲の酸素と反応して活性酸素を作り出し、褐虫藻を損傷するという「光阻害仮説」を検証する実験を行った。高温が PS II を損傷する光強度閾値を低下させることを見だし、上記仮説を支持する結果を得た。

4章では、リュウモンサンゴを用いて、高温ストレスは暗反応を阻害し、強光ストレスは PSII を損傷することを示し、ストレスによる光合成系の損傷の程度が褐虫藻の遺伝子型間で異なることを示した。

5章では、紫外線吸収物質として知られる mycosporine-like amino acids (MAAs) の1種 mycosporine-glycine が抗酸素活性をもつことを示した。

6章では、高温処理したサンゴは正常な褐虫藻を多量に排出することを見だし、高温ではサンゴが生理的損傷を受け、変性褐虫藻を選択的に排出する能力を失うことを示した。

本学位論文は、質、量ともに博士論文として十分であり、合格と判断される。公開発表会における口頭発表及び質疑を見た結果最終試験も合格と判定される。