

Abstract

論文題目

Title: "Red soil sedimentation around coral reef ecosystems in the Marine Protected Areas of southern Japan and its effect on the rate of oxygen consumption in the common coral species"

- Total mass flux, size distribution of sediment particles and some chemical components such as total carbon (TC), total nitrogen (TN) and calcium carbonate (CaCO_3) were monitored monthly using multi-cup sediment traps at seven coral reef sites (6 reef flat, and 1 reef slope) of the Marine Protected Areas around Ishigaki, Kohama, Kuroshima and Iriomote Islands in the southern Ryukyus, Japan, from September 2000 to September 2001. The size distribution of trapped sediments revealed mostly uni-modal fine sand to mud in the reef flat and gravelly to coarse sand in the reef slope. The total mass flux ranged between 0.54 to 872 $\text{g m}^{-2}\text{d}^{-1}$, and showed a pronounced seasonality (high in summer-autumn and low in spring) at each site, which was consistent with the rainfall and typhoon regime. Exceptionally high values were observed on the reef slope (Iriomote) in February-March 2001 (1533 $\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) owing to a large amount of bottom sediment re-suspension. On the reef flat (Todoroki South and North; Ishigaki), values obtained in July-August 2001 (872 $\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) and August-September 2001 (800 $\text{gm}^{-2}\text{d}^{-1}$) indicate the high terrestrial discharge from Todoroki River.

Trapped sediment particles consist of CaCO_3 (1.2-27.1%) and a non-carbonate fraction (98.8-72.9%), which contains total carbon (4.9-26%), carbonate carbon ($\text{CO}_2\text{-C}$) (0.2-3.1%) and non-carbonate carbon (NC-C) (7.9-25.6%). Total nitrogen content was in the range 0.02-0.48%. TN is contained mainly in the carbonate fraction and NC-C may be contained in the non-carbonate fraction. The low TN/OC ratio of the trapped sediments suggests that they were mostly of terrestrial origin and that both fractions migrated. The high total mass flux derived from Todoroki River exceeded the threshold at which a lethal effect on coral community is caused. The results stress the importance of conducting seasonal studies of sedimentation over more than one year and at more than one location in south Japan coral reef ecosystems to gain an understanding of the processes controlling the total mass fluxes and their nutrients content, also to develop an awareness of how to prevent the damage of coral reef ecosystems and, if it does occur, to allow mitigation measures to be undertaken.

- Mass mortality of coral communities dominated by massive *Porites* spp. occurred in the reef flat of the east coast of Ishigaki Island, Okinawa, Japan, particularly around the mouth area of Todoroki River, from which a huge amount of terrigenous fine particles had been discharged during the heavy rainfall condition. It was observed in a wide area of ca. 30 ha in early June, 2001. Damaged corals were massive *Porites*, *Favia*, branching *Montipora*, and the blue coral *Heliopora coerulea* and the most conspicuous damage was seen for the large colonies of the massive *Porites* because of its great abundance in this area. Fine particles smaller than 0.063 mm in diameter dominated, ca.90%, the sediments collected by traps in June 2001, and coarse particles, 0.125-1 mm in diameter, were also collected 1-2 months after the event. Content of total nitrogen was high than 0.5%, in the collected sediments just after the mass mortality event, and thereafter it decreased with time. This event seemed to be due to several causes such as heavy precipitation causing high runoff rate of terrigenous fine particles, low tide and unusual strong north wind, which occurred simultaneously.

- Effects of short-term sedimentation on common coastal coral species, *Goniastrea aspera*, *Porites lobata* and *Pavona frondifera*, from the reef flat southeast of the Ryukyu Islands, Okinawa, Japan, were investigated in laboratory experiments using oxygen uptake respirometers. The O_2 consumption rate was significantly different among species and between sediment treatments (20 and 200 mg L^{-1} red soil suspension, $P < 0.05$). In dark experiments, *Goniastrea* showed higher respiration rates ($0.020 \pm 0.002 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) than did *Pavona* ($0.017 \pm 0.003 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) and *Porites* ($0.010 \pm 0.001 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$). In light experiments, *Goniastrea* also showed higher O_2 consumption rates ($0.021 \pm 0.003 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) than did *Porites* ($0.010 \pm 0.004 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) and *Pavona* ($0.007 \pm 0.001 \text{ mL O}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Zooxanthellae densities were 6.53 ± 0.13 , 3.12 ± 0.05 , and $4.37 \pm 0.07 (\times 10^6 \text{ cells cm}^{-2})$; mean \pm SE, $n = 8$) in *Goniastrea*, *Porites*, and *Pavona*, respectively. Coral respiration rate increased proportionally with zooxanthellae density in *Goniastrea* and *Pavona*. High zooxanthellae density may increase the O_2 production that contributes to colony respiration; however, in *Porites*, the relationship between zooxanthellae density and coral respiration rate was not clear. The massive corals, *Goniastrea* and *Porites*, are more resistant to sediment stress than is the plate-like coral, *Pavona*. *Goniastrea* showed high tolerance and adaptation to stress conditions in all experiments, at all times (12 h), with similar trends in both dark and light conditions. *Porites* was affected only within the first 3 h under light conditions, while *Pavona* was the most affected species. These results help us to understand coral damage caused by red soil sedimentation, as well as coral mortality and potential shifts in community structure related to prolonged or repeated elevated levels of sedimentation on coastal reefs.

(様式第5-2号)

2005年 8月 11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 大 森 保

副査 氏 名 萩 原 秋 男



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 Hussein Mohamed Ismail 学籍番号		
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	Red soil sedimentation around coral reef ecosystems in the marine protected areas of southern Japan and its effect on the rate of oxygen consumption in the common coral species		
<p>審査要旨（2000字以内）</p> <p>本論文は沖縄の重要な環境問題の一つである赤土のサンゴ礁域への流入と、そのサンゴ礁生物に対する影響について議論したものである。</p> <p>最初に石垣島と西表島周辺の定点においてセディメントトラップを用いてサンゴ礁域における微細粒子の年間を通じた挙動について解析した。得られたサンプルの粒度組成、炭素及び窒素含有量を測定して、その特性を解析したところ、場所による明確な堆積物の特徴が確認され、周辺からの赤土の流入が顕著である水域と、そうでない水域での粒子サイズや有機物含有量とその組成の特性が見いだされた。陸上開発が進んでいる小浜島及び黒島周辺地域では常に微細な粒子が流入しているという特徴があり、</p>			

(次頁へ続く)

審査要旨

サンゴ礁生物に影響を及ぼしていることが示唆された。特に黒島周辺の堆積物には陸上由来と考えられる有機窒素分が多い。西表島西岸では波浪が高い時期には堆積物が再懸濁した粒子の影響が顕著であった。他のサンゴ礁域で報告されている情報と比較したところ、セディメントトラップで回収される粒子量の最大値はかなり大きいものであることが明らかとなった。

調査期間中、大量の降雨があり、石垣島の轟川河口周辺で大型ハマサンゴ類が大量斃死するという事件が起きた。早速付近に新しいセディメントトラップを設置して微細粒子の挙動を調査した。セディメントトラップで得られた粒子の量は通常の10-15倍の値であり、有機物含有量が低かった。大型のハマサンゴ類の成長に要する時間を考慮すると今回の大量斃死は、地形、潮汐、降雨、風向等の諸条件が負の方向に重なって起こった極めて希なものであることが推測された。通常は北向きの流れが卓越する水域であるが、この時期北風が強く、大量の微細粒子は河口部の南側に運ばれ、かつ地形的な特徴から長時間そこに滞留堆積してサンゴ類に悪影響を及ぼしたと考えられる。

次いで、パリカメノコキクメイシ、フカアナハマサンゴ、トゲシコロサンゴを対象とし、赤土の流入が酸素消費量に及ぼす影響について室内実験によって調べた。単位表面積あたりの酸素消費量は種毎に異なり、また赤土の懸濁量によっても影響を受ける。明暗いずれの条件下でもパリカメノコキクメイシの酸素消費量が他の2種よりも多く、褐虫藻の密度や単位面積あたりの組織の量が他の2種よりも高いことと何らかの関係があることが示唆された。特に暗条件下では褐虫藻の密度が高い種ほど酸素消費量が多かった。赤土の懸濁量とサンゴ類の酸素消費量の関係から考えると、塊状のサンゴ（パリカメノコキクメイシとフカアナハマサンゴ）がコノハシコロサンゴよりも赤土の懸濁に対しては抵抗力があり、実験開始後、酸素消費量に影響が出るのが遅かった。これらの種はそのような条件に適応しやすいのではないかと推測される。これらの結果は、今後赤土が流入し続けるような状況において、サンゴ群集が受ける攪乱やその後の変化が予測しうるものであることを示唆しており、本研究は今後のサンゴ礁の保全管理に貴重な情報を提供するものである。

論文審査および口頭発表による最終試験を実施した結果、全員一致で本論文が博士論文としての要件を満たしていることを認め、合格と判定した。