

論 文 要 旨

論 文 題 目 The ecosystem function of floating mucus floc derived from benthic microorganisms in intertidal zone of coral reef

I studied ecological significance of mucus flocs on a shallow coral reef area in Okinawa. Mucus flocs are that polymeric substances which are secreted by organisms glue the detritus, carbonate, and microfauna / microflora in the sediments together, and become floc-like aggregation on intertidal coral reef flat. I investigated the role of mucus flocs as the food sources for benthic organisms, and the facilitation of picoplankton growth rate by mucus floc formation. All observations and experiments were carried out on Odo coast intertidal, Okinawa Island, and at the laboratory.

In mucus flocs, observation by scanning electron microscope revealed that large numbers of diatoms were trapped in fine mineral particles and mucilage-like strings, suggesting that a portion of the mucus is secreted by these benthic microalgae. Levels of organic matter and bacteria-derived fatty acids were higher in the mucus flocs than in sediments, implying that these may be potentially valuable foods for detritivores (e.g., deposit and suspension feeders). Chlorophyll *a* concentration and diatom density were also higher in mucus flocs than in sediments. Hence, deposited mucus flocs may also be a potentially nutritious food source for microalgal grazers.

The available supplies of mucus flocs to the daily feeding requirement of *Ophiocoma scolopendrina* were investigated, and it was suggested that the availability of mucus flocs varies spatiotemporally; thus, they do not always comprise an adequate food source for populations of *O. scolopendrina*. The major food sources of *O. scolopendrina* estimated from fatty acid analysis were bacteria attached to the mucus floc and sediments, macroalgae, and diatoms, and the importance of each food sources differed among seasons. These results are consistent with available supplies of mucus flocs and macroalgal blooming. *O. scolopendrina* assimilates and removes bacterial and macroalgal materials from mucus floc and reef sediments represent a trophic link between decomposers, primary producers, and higher-level consumers that prey on ophiuroids. Therefore, mucus floc is considered to contribute to reef trophodynamics via this dominant ophiuroid feeding.

The bacterial and microalgal growth rates in mucus flocs and sediments were compared in the field, and it suggests that the microalgal (including cyanobacteria) growth rate in mucus flocs during development in the field is sometimes faster than in emersed sediment and seawater, though it is not always. The effects of cultured microalgal extracellular polymeric substances (EPS) and dissolved matters (DM) contained in mucus floc, both seemed to constitute mucus flocs, on benthic bacteria or algal (including cyanobacteria) growth rate were investigated in the laboratory. And it suggested that both EPS and DM might facilitate total bacteria growth rate. EPS may facilitate bacterial growth rate better than DM in mucus floc. In contrast, DM in mucus floc may enhance algal growth rate better than EPS. In the oligotrophic coral reef, when the mucus floc occur, bacteria may decompose organic matter in mucus flocs into small elements which is easily digestible by consumers or inorganic elements which is available for cyanobacteria and microalgae. It may accelerate the conversion rate of organic matter, and may contribute an efficient biogeochemical cycle.

2013年2月13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 伊澤 雅子

副査 氏名 酒井 一彦



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 田村 裕 学籍番号 068554C		
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	The ecosystem function of floating mucus floc derived from benthic microorganisms in intertidal zone of coral reef サンゴ礁潮間帯における底生微小生物由来の浮遊粘液フロックの生態系機能		
<p>審査要旨（2000字以内）</p> <p>本論文はサンゴ礁の生態系機能を、微小生物が生産する粘液の動態を通して解析したものである。その手法、得られた結果の重要性、議論の正当性、科学的貢献度などを以下のように審査したので報告する。</p> <p>最初、サンゴ礁生態系における微小生物が生産する粘液に由来すると考えられる物質（以下MFと記す）の挙動を調査し、潮間帯の基盤から剥離したMFが海面を漂い、移動に伴って変化する様子を記述した。MFは多様な形でサンゴ礁生物の摂食活動に関わる可能性があるという重要な知見を得た。ただし季節変化が大きく、7月には他の月と比較して多量に生</p>			

(次頁へ続く)

審査要旨

産されていた事を考慮すると、その貢献度は多様である。

発生する MF がサンゴ礁生物の要求量を満たしているかを確認するために、サンゴ礁潮間帯に多産し、上げ潮時に腕を水面付近で動かしながら浮いている MF を摂取するウデフリクモヒトデ有機物摂取量を測定したところ、生産量が高い7月を除いては不十分という結果となった。その場合は堆積物から食物を摂取する。

次いで MF には多糖類、脂質が多量に含まれており、微細生物の栄養源になっていることが突き止められ、それを基質として多数の珪藻類やバクテリアの繁殖が確認されている。これらはデトライタス食者や微細藻類食者の良い食物となることが推察される。このように微生物を中心とした食物連鎖が貧栄養のサンゴ礁域で多様な生物相を維持する鍵となっていることを示唆する情報を収集したことは大きな価値がある。

実際に大型動物の食物になっているかどうかを脂肪酸分析によって確認した。脂肪酸分析は動物の食物源を特定するために有効な分析であり、食物、体組織、糞に含まれる脂肪酸組成を比較することにより、栄養源となった食物の特定が可能である。分析の結果、珪藻由来の脂肪酸が組織に多量に蓄積されている事、渦鞭毛藻類由来および珪藻由来の脂肪酸が糞虫にはほとんど含まれていないことを考え合わせ、これらが重要な食物限であることを突き止めた。サンゴ礁域における脂肪酸分析による研究例が多くない中で、貴重な結果を示したと評価される。

次いで MF が発生、成長する過程においてバクテリアと微細藻類の増殖速度を測定し、堆積物中の増殖速度と比較した。微細藻類は MF 上で増殖が促進されることもあったが、その速度は調査日によって大きく変動した。またバクテリアの MF 上での顕著な増殖促進は確認されなかった。堆積物やタイドプールの水と比較すると栄養塩濃度が明らかに MF において高い値を示していることは多くの動物にとっての重要な食物源であることを意味する。

ウデフリクモヒトデは堆積物も食物として摂取する。海面上に浮いている MF を摂取可能な時間は限られている。干満に伴った環境が変化している。そのような状況の中での摂餌戦略は常により有効な食物を摂取するように進化したものであると考えられるが、この MF 利用形態の研究は本分野の研究の発展に大きな示唆を与えるものである。

サンゴ礁においてサンゴ類以外の生物が生産する粘液を対象にした生態学的研究は皆無であり、その動態をバクテリア量、微細藻類量を定量的に議論した本研究は注目に値する。本研究は今後の沿岸生態学の発展のみならず、生物学全般に大きな貢献をする研究であると期待される。

したがって、本研究成果は理学的に重要であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し、学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程修了者として十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。