

II-75

サンゴ礁海域における温熱環境特性に関する研究

東京工業大学大学院 フェロー 灘岡 和夫
東京工業大学大学院 正会員 二瓶 泰雄
東京工業大学大学院 熊野 良子
東京都 横堀 達也

1. はじめに

サンゴ礁海域においては、隣接する陸域での農地造成等の開発行為に伴う表層土壌(赤土)や栄養塩等の過剰な流入・拡散によって、サンゴが大きなダメージを受けている。また、ごく最近では、外洋からの高温水塊の影響と見られるサンゴの白化現象が各地で報告されている。これらの問題に適切に対処していくには、サンゴ礁海域の物理・生態環境の特性を明らかにすると同時に、陸水や外洋水のリーフ海域への流入・拡散過程を精度良く予測する必要がある。そのような観点から、著者らは昨年、陸水と外洋水双方の影響を受けている海域の典型例の一つである、沖縄県石垣島東岸の白保海域において現地観測を行い、その結果をもとに、サンゴ礁海域における水理現象を解明することを試みた¹⁾。本論文では、その結果の一部であるサンゴ礁海域内における温熱環境特性について詳細に検討することを試みた。

2. 現地観測概要

現地観測は、1998年10月8日～11月7日までの約1ヶ月間実施した。サンゴ礁海域に対しての河川及び外洋影響を明らかにするため、轟川2カ所、リーフ内13カ所、外洋3カ所の合計18カ所に観測点を配置した(図-1)。観測では、これらのほぼ全ての点において水温、塩分を、河口および河口前面において濁度、クロロフィルa濃度を計測し、また、リーフ内、外洋の数カ所において流速、波高、水位変動を測定した。

3. 観測結果と考察

3.1 水温・塩分変動特性: 弱い北風で晴天日であった典型的な平常時(10月20～22日)におけるSta. 10およびSta. 12での水温・塩分の時系列データを図-2に示す。この2点は共に河口およびリーフエッジから同程度の距離に位置し、平均水位も共に約130cmといった類似した環境条件を有しており、なおかつ近接した位置である。この図を見ると、Sta. 12では、1日に2度、干潮時において河川水の影響に伴う塩分低下が生じているのに対して、Sta. 10ではその低下現象は日に1度だけであり、河川水の流入・拡散挙動に明確な空間パターンが形成されていることが分かる。水温変動に関しては、この時期では外洋水温がリーフ内水温よりも相対的に高いことから、両地点ともに塩分濃度上昇に伴って水温上昇が生じている。しかしながら、その上昇パターンは両地点において大きく異なっていることが分かる。具体的には、水温上昇量はSta. 10の方が相対的に大きく、さらに、水温上昇を開始する位相も異なっていることが分かる。

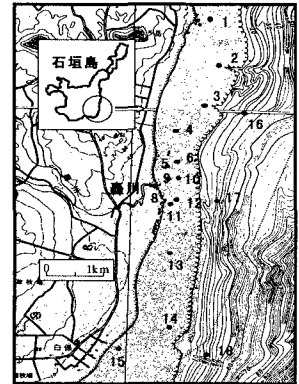


図-1 観測点配置

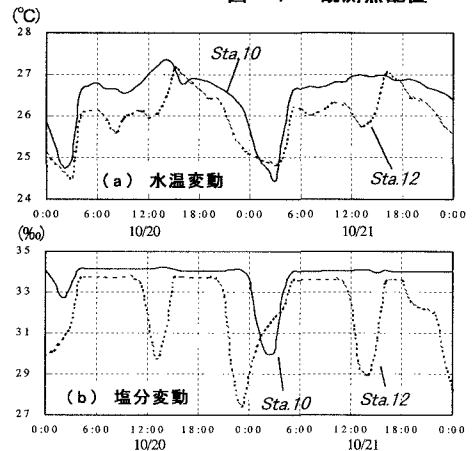


図-2 水温・塩分変動特性

キーワード：サンゴ礁海域、温熱環境、熱収支解析、高解像度水深マップ、潮流、数値シミュレーション
連絡先：〒152-8552 目黒区大岡山2-12-1 Tel 03-5734-3486 Fax 03-5734-2650

3.2 熱収支解析：このような水温変動特性の違いに関して検討するために熱収支解析を行うことを試みた。ここでは、単位体積あたりの水柱の貯熱変化量が、海表面を通じて出入りする大気からの熱輸送、海底面における地中への熱輸送及び水平移流熱フラックスの和であるものとして解析を行った。その結果、リーフ内における貯熱変化量に対する各フラックスの寄与に関しては、水平移流による熱輸送が卓越していることが明らかとなった。そこで、図-3に示されるSta. 10とSta. 12の水平移流フラックスを比較すると、陸水及び外洋水の流入に伴って両地点ともに水平移流成分が変動しているものの、その振幅はSta. 10の方が顕著に大きくなっていることが分かる。特に、外洋水の侵入が生じている時には（図中矢印）、Sta. 10での移流フラックスの値はSta. 12と比べて3倍程度になっていることが分かる。このようなことから、水平移流に伴う熱フラックスの違いがリーフ内水温変動パターンに多大な影響を及ぼすこととともに、比較的近接した場所においても外洋水の侵入挙動に明確な違いが生じていることが示唆された。

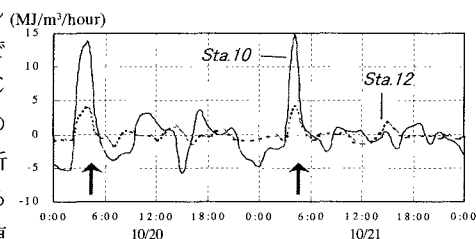


図-3 水平移流フラックス

3.3 高解像度水深マップに基づく潮流計算：このようなリーフ内海域における流動特性を把握するために、ここでは、浅水流方程式による平面2次元場における潮流シミュレーションを行うことを試みた。この計算では、基本外力としては、簡単のため潮流のみを与えており、計算概要に関しては灘岡ら³⁾を参照されたい。リーフ内流動に多大な影響を

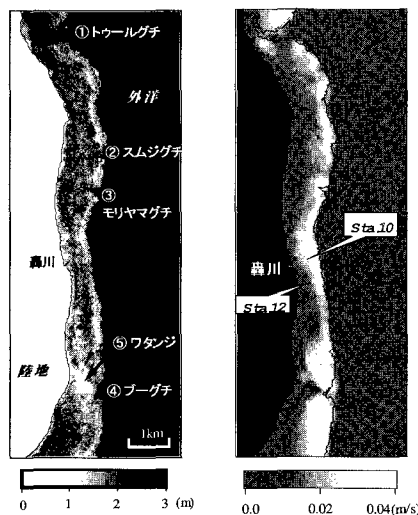


図-4 高解像度水深マップ 1 潮汐間の流速振幅

及ぼす海底地形に関しては、灘岡・田村²⁾の衛星画像解析法に基づいて作成された高解像度水深マップ（空間解像度30m）を用いることとした。この水深マップでは、図-4に示されているように、従来のリーフ海域流動計算では考慮されていないサンゴ礁における切れ込み口や浅瀬（ワタンジ）といった微地形を良好に再現している。図-5は潮流計算結果の一例として、1潮汐間における流速変動振幅コンタを示している。これを見ると、リーフ内における流速振幅値は、切れ込み口近傍で大きくなるなど非一様な分布をしており、特に森川前面であるSta. 10とSta. 12での値を比べると、Sta. 10における流速振幅は、Sta. 12と比べて約2倍の大きさになっていることが分かる。このことは、Sta. 10では、Sta. 12と比べて潮汐に伴う移流効果が卓越していることを示唆しており、上述した熱収支解析結果と定性的に一致する。さらに、このようなリーフ内海水流動特性に対しては、切れ込み口などの微地形効果が重要であることが確認されており³⁾、リーフ内の微地形効果が流動特性や温熱環境特性に大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

4. 結論

サンゴ礁海域における現地観測を実施し、そこでの温熱環境特性を検討したところ、近接した2地点において大きく異なる水温変動パターンが、外洋水の侵入挙動に伴う水平移流の熱輸送特性の違いに起因していることが明らかとなった。さらに、潮流計算により、リーフ内の複雑な地形効果がリーフ内における流動特性の非一様性と密接に関連していることが明らかとなった。

参考文献：1) 灘岡ら，海岸工学論文集，No. 46, 1999（投稿中），2) 灘岡・田村，海岸工学論文集，Vol. 40, pp. 1106-1110, 1993. 3) 灘岡ら，海岸工学論文集，Vol. 46, 1999（投稿中）