

沖縄サンゴ礁海域における潮汐による流れ場の特性

信州大学 学生会員 宮武 敦士
 信州大学大学院 非会員 永田 翔
 信州大学 正会員 豊田 政史

はじめに

沖縄海域には、沿岸海域を潮の満ち引きで干出したり水没したりするサンゴ礁（以下、外礁と呼ぶ）で囲まれ、一部切れ目（以下、リーフギャップと呼ぶ）が存在するという、平らな海底地形と湾地形の中間に位置するような地形が存在する。本研究では、このような海底地形を持つ海域の一つである与論島東側海域を単純化したモデル地形と外礁・リーフギャップのないモデル地形で数値シミュレーションを行い、それらと比較することによって流れ場の基礎特性を導出する。具体的には、海域の物質輸送を知るうえで重要となる残差流や、湾地形では既に確認されている干潮・満潮から潮汐流の流向転換までの時間（湾地形では満潮・干潮時から流向転換までの時間が同じ）¹⁾に注目した。

方法

作成した地形モデルは計8個であり、a~eの5つのグループに分類する（表-1）。グループaは、図-1のように外礁（灰色）、リーフギャップ（灰色斜線）、外礁から外海にかけての勾配（等高線（点線）があるエリア）のあるモデルのみが含まれる（モデルa）。なお、モデル左下の角を原点とし、モデルaの外礁標高（平均海面）を標高(0m)とする。グループbには、モデルaの外礁とリーフギャップの標高を-2.0mにすることによって外礁・リーフギャップをなくしたモデル（モデルb）のみが含まれる。グループcは、モデルaからリーフギャップ底面標高のみを変えたモデルが2つ含まれる（モデルc-1,c-2）。グループdは、モデルaの外礁幅を小さくして礁池面積（陸、外礁、リーフギャップに囲まれた海域（=礁池）の表面積のこと。）を大きくしたモデル（モデルd-1）や、外礁下端の位置をy=1500(m)からy=2300(m)に変えることで礁池面積を小さくしたモデル（モデル

表-1 モデルの概要

グループ	モデル名	リーフギャップ底面標高(m)	外礁標高(m)	礁池面積(km ²)
a	a		-1.2	7.54
b	b		-2.0	7.54
c	c-1	-1.3	0.0	7.54
	c-2	-1.5	0.0	7.54
d	d-1		-1.2	8.56
	d-2		-1.2	6.24
e	e-1		-1.2	7.54
	e-2		-1.2	7.54

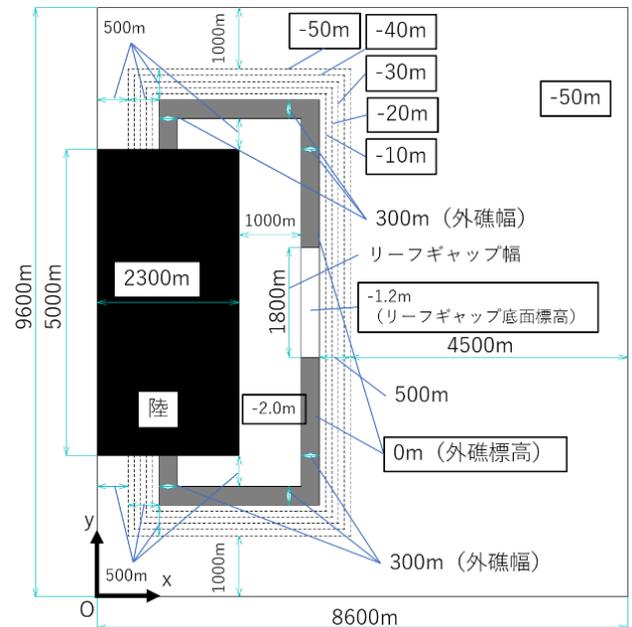


図-1 ベースとなるモデル（モデルa）。黒い四角で囲まれている数字は平面寸法、囲まれている数字はモデル標高。

d-2)が含まれる（リーフギャップ幅はモデルaと同じ）。グループeは、モデルaから外礁標高のみを変えたモデルが2つ含まれる（モデルe-1,e-2）。そして、これらのモデルについて境界条件として潮汐（干満差2m, 周期12時間）のみを与えて流れ場の数値シミュレーションを行い、その結果からリーフギャップでの潮汐流の流向転換時刻および残差流の導出を行った。なお、流向転換時刻の推定にあたっては、流向が変わる前後の流速が時間に対して線形変化する

ると仮定し、前後の計算データ (10 分間隔) から流速が 0 になる時刻を算出した。

結果・考察

モデル b では干潮・満潮になってすぐ流向が転換し、その他のモデルでは干潮から 10~50 分後、満潮から 0~70 分後に流向転換していた。ここで、以下に示す地形指数 G を定義する。

$$G = \frac{S}{A} = \frac{S}{B(H_{WL} - H_L)}$$

※ S は礁池面積 (m^2)、 A は干潮時におけるリーフギャップの流水断面積 (m^2)、 H_L はリーフギャップ底面標高 (m)、 H_{WL} は干潮時の水面標高 ($=-1(m)$)、 B はリーフギャップ幅 (m)。

干潮から流向転換までの時間は地形指数 G に比例し (図-2)、満潮から流向転換までの時間と地形指数 G の間には相関がみられなかった (図-3)。そこで、満潮時は外礁標高と比べたところ、外礁標高が大きくなるほど流向転換までの時間が長くなった (図-4)。干潮時は、リーフギャップに流れが集中することから水を供給する礁池面積 S や水の通り道となるリーフギャップの面積 A によって時間が決まると考えられる。一方、満潮時は外礁が水没してリーフギャップに流れが集中しなくなることから干潮時のような関係性はみられない。しかしながら、外礁標高が高いほど上げ潮時にリーフギャップに流れが集中する時間が長くなるので、リーフギャップでの満潮時における岸方向の流速は大きくなる。このため、外礁標高が高くなるほど流向転換までの時間が長くなったと考えられる。

最後に残差流について、結果は図-5、図-6 のようになった (線 N は $y=4800m$)。2 つの図をみてわかるように、礁池外は外礁・リーフギャップによる影響をほぼ受けていないのに対し、礁池内ではその影響が大きく出ている。これらの結果から、外礁・リーフギャップの存在が礁池内で物質のたまりやすい場所を作り出すことがわかる。

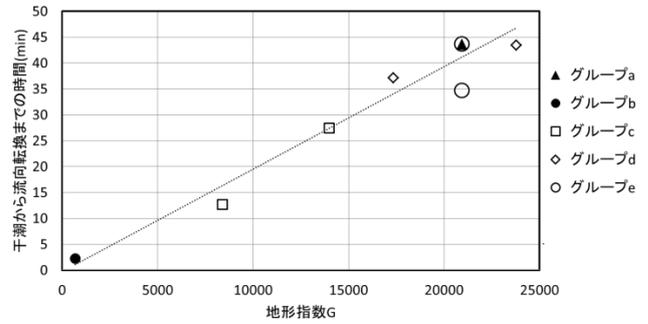


図-2 流向転換時間と地形指数の関係 (干潮時)

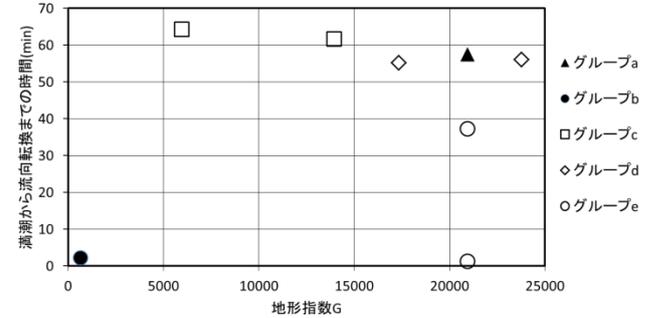


図-3 流向転換時間と地形指数の関係 (満潮時)

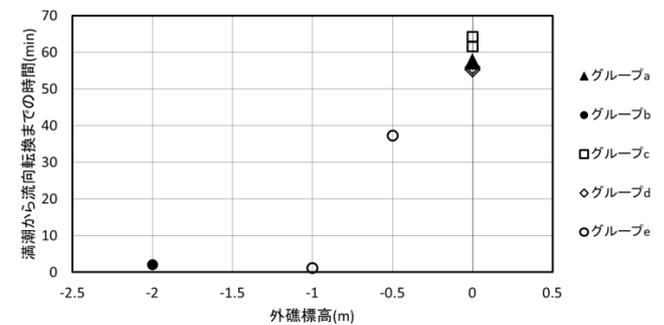


図-4 流向転換時間と外礁標高の関係 (満潮時)

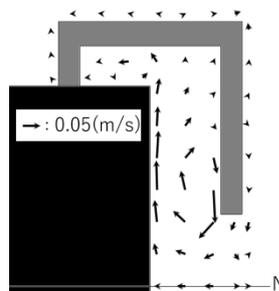


図-5 モデル a の残差流

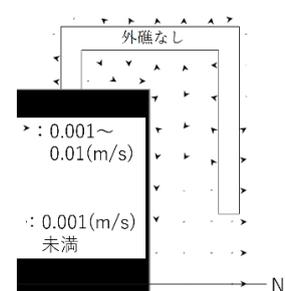


図-6 モデル b の残差流

参考文献

1) 宇野木 早苗：沿岸の海洋物理学，東海大学出版会，pp.120-121，1993。