

鳴門の渦潮

池上 徳之佑 北 公希 保岡 漢

【概要】

鳴門海峡にはなぜ巨大な渦が発生するのかという疑問を持った。下調べの後、その要因として海峡の形、海底地形の2点に注目した。

まず海峡の形について、比較対象として潮流の速い明石海峡を用いて考えた。巨大な渦の発生する鳴門海峡は先端が鋭く突出したような形となっている。一方、渦の発生しない明石海峡には、その突出した地形が見られない。そのことから、海峡地形は渦の発生に関係していると考えられる。

次に、鳴門海峡には海釜と呼ばれる急深な地形がある。渦は乱流によって発生しやすくなるので、海釜もまた、渦の発生に関係している可能性がある。

以上の2点より仮説を立てた。まず、突出した細長い半島に挟まれた地形と、明石海峡のように狭いが突出した地形のない海峡では、前者の方が強い渦ができる。次に、海峡の海底が平らな場合と急深の場合、後者の方が強い渦ができやすい、ということ。

また、渦の振る舞いについて、渦の巻き方は地形による誤差を考えないとすると、左右均等であるということ。

It had the doubt that a huge whirlpool occurred in the Naruto strait. The shape of the strait and two points of the topography of the seabed were paid to attention as the factor after the preliminary investigation.

First of all, it thought by using the Akashi strait where the current was fast as an object of comparison about the shape of the strait. The Naruto strait where a huge whirlpool occurs is shape that the point projects sharply. On the other hand, the projecting geographical features is not seen in the Akashi strait where the whirlpool doesn't occur. It is thought that the strait geographical features is related from that to the occurrence of the whirlpool.

Next, there is geographical features in the Naruto strait deeply calling "Kaifu" suddenly because the whirlpool comes to be generated easily depending like the war, "Kaifu" also has the possibility of the relation to the occurrence of the whirlpool. It set up a hypothesis from the above-mentioned two points. First, in comparison with straits which are narrow but don't have any projecting configuration, it can produce stronger whirlpools in the configuration between projecting, long and slender peninsulas like the Akashi straits. Second, in comparing flat bottoms of the sea, stronger whirlpools can be produced in the configuration of the steep bottoms of the sea.

【研究の目的】

私たちは、世界でも有数の規模を誇る「鳴門の渦潮」について興味をもち、その発生の原

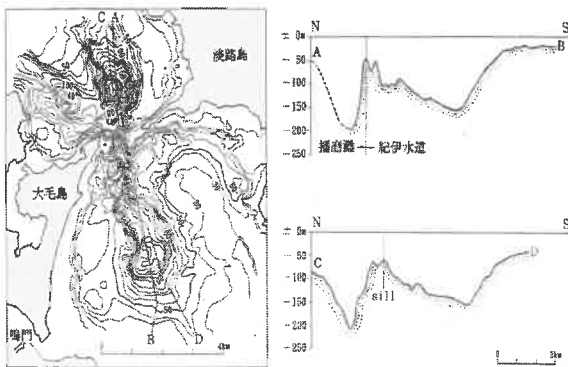
因を解明しようと考えた。

渦についての下調べの中で、潮流の速さが関わっていることが濃厚であることを知った。

しかし、同時に世界各国に潮流の速い海峡が存在しそれらでは大規模な渦潮は発生しないことを知った。そこで今回の実験に至った。

【仮説】

- ・渦の発生要因について
1. 突出した細長い半島に挟まれた海峡地形が強い渦潮に関係している。
 2. 海峡の播磨灘側および大阪湾側の海底にある海釜と呼ばれるすり鉢状の急深の地形が、強い潮流に関係している。
- ・渦の発生後の振る舞いについて
- 渦は下流に移動するにしたがって大きくなる。



【実験 1】

材料

セメント用プラ舟（サイズ）、油粘土、注水用ホース

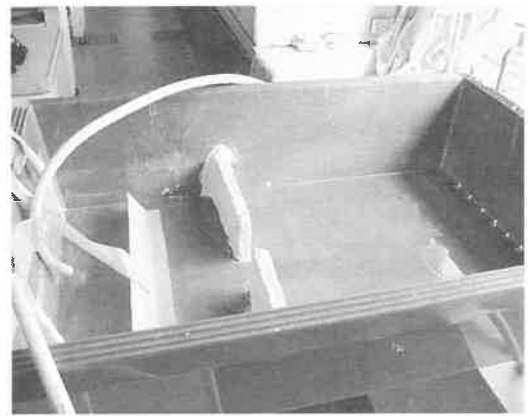
アルミ粉、ガムテープ、水準器

実験手順

1. 排水口を開けたセメント用プラ舟に、粘土で海峡模型をつくる。
2. 底面を水平に設定し、ホースから注水する。
3. 水面にアルミ粉を撒き渦の動きを可視化し、動画を撮影する。
4. 半島模型を2種類（鳴門海峡型・明石海峡型）つくって比較する。

注意点

- 風洞実験などで風速を決めるレイノルズ数を考慮して、流速を決める。
- 模型のスケールに合わせて水深を決める。



【結果】

少し乱流はおきたものの渦は発生しなかった。

海峡幅と水深のスケールを正確に合わせると、渦そのものが上手くできない。

（レイノルズ数を無視して流速をいくら変えてもせせらぎのようになって流れるだけ）

したがって、海峡地形を細かく再現したり、理論的な流速で流したりすることなどは断念した。

【改善点】

これらの点を踏まえ、実験装置、実験方法を次のように変更した。

- ・海峡の形を簡略化するにあたり、油粘土でリアルな模型を作る必要がなくなったため、使用する材料を油粘土からスチロール素材に変更した。

- ・流速を一定にするため、ホースから絶えず注水するのではなく、プラ舟の穴を塞ぎ、プラ舟内に水で満たしてから穴を開放する。

【実験 2】

前述の2点の変更より、新たな実験装置を作成した。

材料

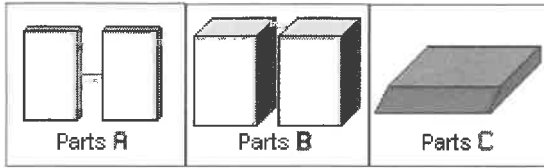
セメント用プラ舟、スチロール板、スチロール製ブロック、注水用ホース、アルミ粉、ガムテープ、水準器

各パーツの作成

- ・鳴門海峡の海峡地形をイメージしたパーツ。海峡幅は4cmと設定する。材料はスチロール板を使用した。（これをパーツAとする。）

・明石海峡の海峡地形をイメージしたパーツ。
海峡幅は4cmと設定する。材料はスチロール製ブロックを使用した。(これをパーツBとする。)

・急深な海底地形(海釜)をイメージしたパーツ。(これをパーツCとする。)



以上のパーツを用いて以下の4パターンを作る。

・パーツAのみ

鳴門海峡型、海底地形=平面

・パーツBのみ

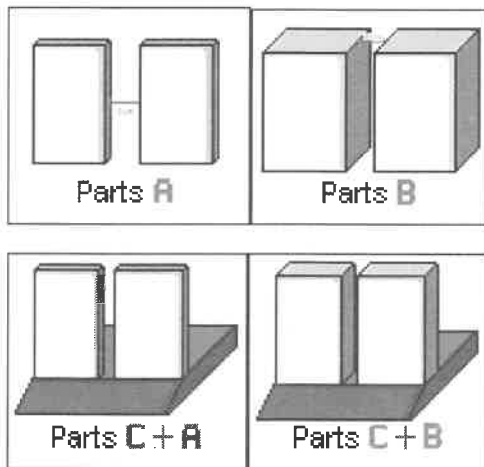
明石海峡型、海底地形=平面

・パーツA+C

鳴門海峡型、海底地形=急深

・パーツB+C

明石海峡型、海底地形=急深



以上の4パターンで比較実験を行う。

実験手順

1. プラ舟に調査するパーツを装着する。
2. プラ舟の排水用の穴をガムテープで塞ぐ。
3. ホースでプラ舟内を水で満たす。
4. アルミ粉を浮かべ、排水口を開放する。
5. 水面の様子を撮影する。



分析

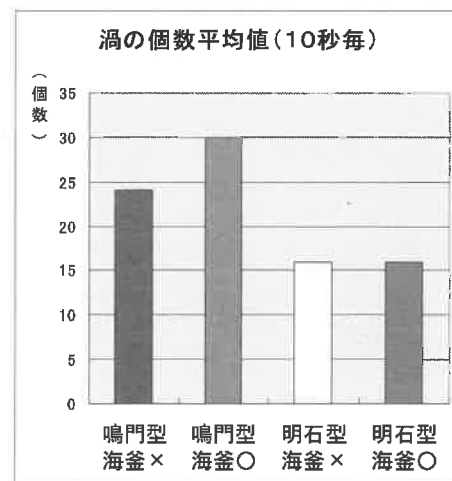
実験で撮影した渦の動きを分析する。

手順

1. 黒板に模造紙を貼り付け、撮影した映像をプロジェクターで模造紙に映写する。
2. 発生した渦の個数を10秒ごとに数える。
3. 発生した渦の1つを観察し、その渦を模造紙に書き込む。この動作を繰り返し、映像1つにつき10個を観察する。(模造紙には海峡の場所も書き込んでおく)
4. 海峡からの距離と渦の各地点での縦軸横軸をそれぞれ計測する。
5. 撮影時の装置からの高さの誤差をなくすため、1つの海峡幅を基準とし、それぞれとの比率を計算する。
6. それらの結果をグラフ化する。

【結果】

～渦の発生個数について～

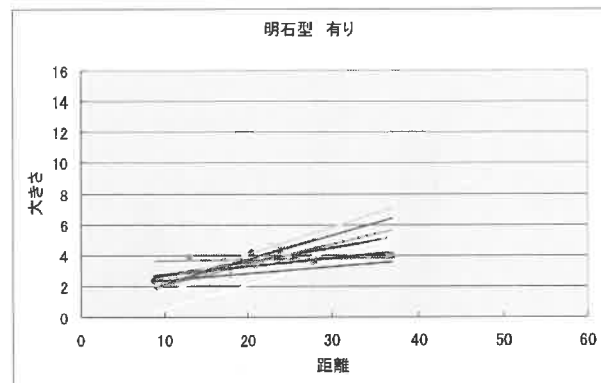
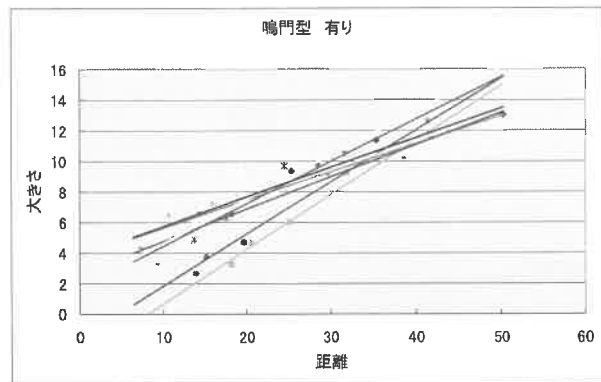
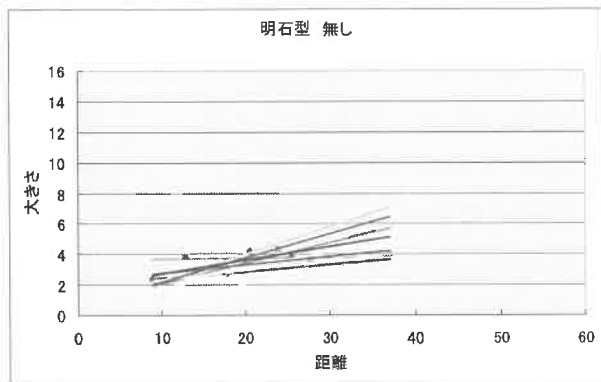
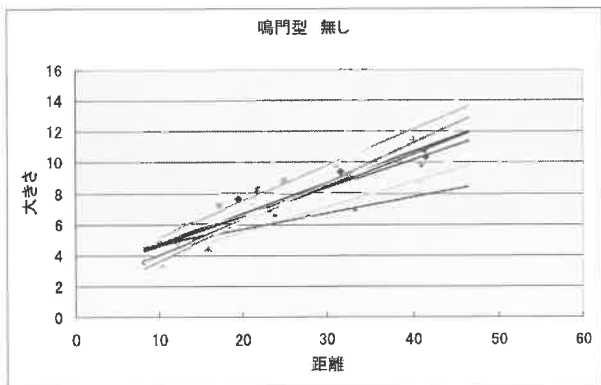


上のグラフより、「鳴門型海釜なし」と「明石型海釜なし」を比較すると、「鳴門型」の方が多いたことが分かる。

また、「鳴門型海釜なし」と「鳴門型海釜あり」を比較すると、「海釜あり」の方が多いたことが分かる。

とが分かる。

～渦の大きさについて～

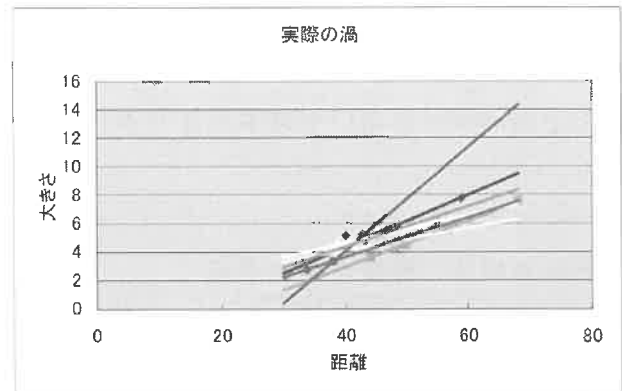


これらのグラフより、渦の大きさ、発生してからの大きさの変化、発生してから消滅するまでに移動する距離は、「鳴門型」と「明石型」では「鳴門型」、「海釜あり」と「海釜なし」では、「海釜あり」の方がそれぞれ大きいことが分かる。

【実際の渦】

私たちは、2008年3月25日、本州四国連絡高速道路株式会社・鳴門管理センターのご厚意により、大鳴門橋主塔上（海面からの高さ114m）から、鳴門海峡の全景を記録撮影させていただくことができた。

実際の渦も実験と同様に分析した。結果は以下のグラフのようになった。



厳密には発生地点、グラフの傾きが実験値とは異なっているが、距離が伸びるにつれ、大きさが大きくなる傾向は共通している。

厳密な値に誤差が出たのは、実験における流速を風洞実験にならえなかったこと、撮影地点から見た角度などがあげられる。

【考察】

今回行ったのは海峡地形・海底地形の組み合わせを考えた4つのタイプの実験であった。

まず、渦の発生個数における結果を見てみる。鳴門海峡型と明石海峡型を比較すると、圧倒的に鳴門海峡型が多く渦を発生させていることが分かる。また、鳴門海峡型における海釜のあり、なしを比較すると海釜がある方が多くの渦を発生させていることが分かる。

このことから、渦の発生個数は海峡地形、急深な海底地形（海釜）が関係していると言える。

次に、渦の発生してからの動きに注目してみる。すべてのグラフを見ても分かるように、発生した渦は下流に進むにつれ大きくなっている。また、大きさの増え方は一次関数と見ることができる。しかしその傾きは、それぞれの条件によって大きく異なった。その傾き

においても、海峡地形・海底地形が関係していると言える。

また、発生してから消滅するまでに渦が移動する距離においても同様のことが言える。

さらにここで、底での渦の動きを考える。発生地点は水面での動きで観測できたものと同様だが、消滅地点は底のほうが海峡から遠い。また、大きさは水面とほぼ同じである。このことから、発生した渦は円柱型で下流へと大きくなりながら移動し、水面の渦は消滅しても、底での流れは少しの間持続すると言える。

渦の回転については、実験では右巻き、左巻きの数量に大きな違いがなかったが、現地調査では、右巻きが多かった。そこで渦の回転方向には地球の転向力が関係していると考えられるが、実験をするまでには至っていない。

【結論】

各実験の結果および考察より、当初の仮説通り渦の発生には、鋭く突出した海峡地形と急深な海底地形である海釜が関係していると結論づけることができる。

また、実際の渦潮と比較し、実験との条件のあらゆる相違点を考慮すると今回の実験の信憑性も立証できたと思われる。