

9 「排水溝にできる渦巻きの謎」

1 研究の動機

お風呂や洗面台にたまった水を流そうと思い、排水溝の栓を抜いた。すると、渦を巻きながら水が流れ落ちていった。けれども、いつも渦巻きができるとはかぎらなかった。そこで、なぜ渦巻きができるか、また、どのような向きの渦巻きが発生するのか、水の動き方や排水溝の穴との関連性を追求しながら渦巻きの様子やでき方について調べることにした。

2 研究の目的

- (1) 水の動き方や水の深さによる渦巻きのでき方と回転方向について調べる。
 - ア 水に動きがある時と水面が静かな時
 - イ 水の回転方向との関係
 - ウ はじめの水の量(水の深さ)との関係
- (2) 排水溝の穴と渦巻きのでき方との関係について調べる。
 - ア 穴の大きさについて調べる。
 - イ 穴の位置について調べる。
 - ウ 穴の数について調べる。
- (3) 渦巻きが発生した時はどのような渦巻きになるのか、渦の様子を観察する。

3 研究の方法

この研究を行うために、透明の容器の中心に穴をあけ、10cmの深さまで水を入れて、水がたまった状態をつくった。また、渦巻きの回転方向がわかりやすいように、小さな発泡スチロールを水面に浮かべた。次に水を落とし、渦巻きが発生した時の水の深さ、渦巻きができる様子や回転方向、さらに水が落ちるまでの時間について調べた。5回計測し、平均値を結果とした。



写真1 穴をあけた透明な容器

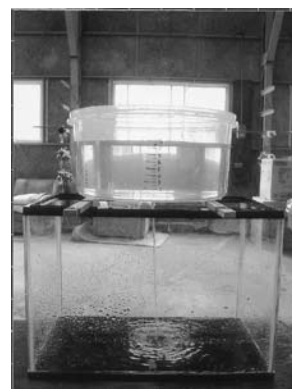


写真2 実験の様子

- (1) 水に動きがある時と水面が静かな時の渦巻きのでき方について調べる。

直径0.5cmの穴をあけ、左右の方向にそれぞれかき回し、水の動きをつくる。水に動きがある時と水面が静かな時の水の流れる様子を観察し、渦巻きのでき方や渦巻きの回転方向、水が落ちるまでの時間を調べて結果を比較する。

- (2) 排水溝の穴の大きさと渦巻きのでき方との関係について調べる。
 穴の直径を 1 cm、1.6cm と変え、実験1と同じ条件で実験をして結果を比較する。
- (3) 容器の水が完全に流れ落ちるまでの間、水をかき回し続けると、どのような渦巻きになるのかを観察し、確かめる。
- (4) 容器のはじめの深さ(水の量)を変えると、渦巻きが発生する深さやでき方はどのように変化するか調べる。
 穴の直径を 1 cm とし、はじめの水の深さを 8cm、5cm と水位を低くした時の渦巻きのでき方について調べる。実験1と同じ条件で実験をして結果を比較する。
- (5) 穴の位置を変えると、渦巻きが発生する深さやでき方はどのように変化するか調べる。穴の位置が容器の中心から遠くにした時の渦巻きのでき方について調べる。
 ア 穴の位置を中心から 4.5cm とし、穴の直径を 0.5cm にする。
 イ 穴の位置を中心から 4.5cm とし、穴の直径を 1 cm にする。
 ウ 穴の位置を中心から 9 cm とし、穴の直径を 0.5cm にする。
 エ 穴の位置を中心から 9 cm とし、穴の直径を 1 cm にする。
- (6) 排水溝の穴の数を 2 つにすると、渦巻きのでき方にどのような影響を与えるのか調べる。
 容器の中心をはさんで 5 cm の間隔で同じ大きさの穴を 2 つあけ、実験 2 と同じ条件で実験をし、穴の数の違いによる渦巻きのでき方について比較する。
- (7) 2 つの穴の距離間の違いによる渦巻きのでき方について調べる。
 2 つの穴の間隔をさらに 15cm と広げると、渦巻きのでき方はどのように変化するか調べる。
 穴の直径を 1 cm とし、実験 2 と同じ条件で実験をする。実験 6 の結果と比較する。
- (8) 2 つの穴の大きさの違いによる渦巻きのでき方について調べる。
 容器の中心をはさんで 5cm の間隔で、穴の直径が 0.5cm と 1cm の穴をあけ、実験 6 と同じ条件で実験をして結果を比較する。

4 研究の結果

- (1) 水面が静かな時では、深さ 8 cm ぐらいになると、穴の上部の水面にくぼみができ、小さな渦巻きが発生した。また、左右、両方の向きの渦巻きができたが、渦巻きにならないこともあった。しかし、水に動きがある時では、水を落とした直後に、空洞のある渦巻きができはじめ、深さ 9 cm の時に細いひも状のような渦巻きとなって下の穴までつながった。渦巻きの向きは水の流れと同じ向きだった。また、空洞のある渦巻きが発生した時の方が、水が流れ落ちるまでの時間が長くなり、約 2 分ぐらい遅かった。

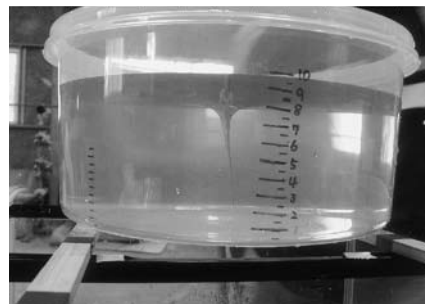
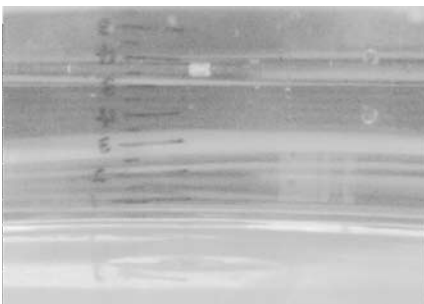


写真 3

穴の直径が 0.5cm の時の渦巻きの様子

(左：水面が静かな時 右：水に動きがある時)

- (2) 穴の直径が大きくなると、水面が静かな時での渦巻きのでき方に変化が見られた。穴の直径が 1 cm、1.6cm と大きくなるにつれて、渦巻きが発生する深さも 1.5cm ずつ浅くなり、右回りの渦巻きとなった。水に動きがある時では、水の回転方向と同じ向きの渦巻きが発生した。しかし、発生する深さは 9.6cm ～ 9.9cm とあまり変わらなかった。また、排水溝の穴が大きいほどより太くて大きな渦巻きとなり空洞部分も大きくなる。

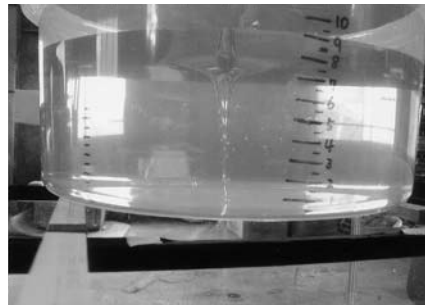
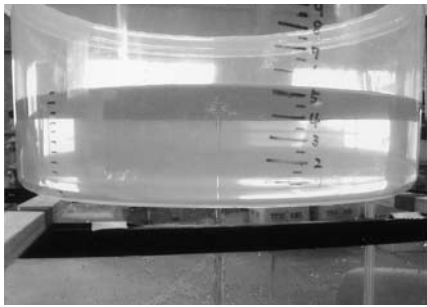


写真4

穴の直径が1cmの時の渦巻きの様子

(左：水面が静かな時

右：水に動きがある時)

- (3) 水をかき回し続けると、渦巻きの回転速度はとても速くなった。また、渦巻きの形も変化し、太いロープをつないだ形の渦巻きができた。渦巻きの上部は幅広く、空洞部分もさらに大きくなった。渦巻きの下の部分はねじれた形となり、まっすぐではなかった。
- (4) 水の深さが8cmの時では、水に動きがあった方が渦巻きはできやすく、水の回転方向と同じ向きの渦巻きが発生した。しかし、水の深さを半分の5cmにすると、逆に水面が静かな時の方が渦巻きはできやすくなり、右回りの渦巻きが発生した。また、はじめの水の深さを変えた時に発生する渦巻きは、どちらも空洞がある小さな渦巻きとなって、あまり渦巻きの大きさに違いがみられなかった。
- (5) 穴の位置が中心から4.5cmの時では、水の動きがない方が渦巻きができた。また、穴の直径が0.5cmだと渦巻きはできなかったが、穴の直径を1cmにすると、わずかに水位が低いところで小さな渦巻きが発生した。ただし、穴の位置が中心から9cmの時では穴の直径に関係なく、水面が静かな時や水の動きが小さいと渦巻きは発生しなかった。
- (6) 排水溝の穴が2つになると、水面が静かな時では、左右の穴の配置に関係なく、どちらか一方の穴にしか渦巻きは発生しなかった。渦巻きが発生する深さも4cmと浅かった。また、水に動きがある時では、水の流れ方が右回りなら右側の穴に、左回りなら左側の穴に渦巻きが発生した。渦巻きの向きも水の回転方向と同じだった。しかし、渦巻きが発生した深さは2cmとさらに浅くなり、かなり水位が低いところで渦巻きが発生した。
- (7) 2つの穴の距離を広げると、水面が静かな時ではほとんど渦巻きはできなかったが、水に動きがある時では、互いの水の回転の影響を受けにくいのか、2つの穴に渦巻きが発生した。渦巻きの発生のはかたは、2つ同時に発生するのではなく、少しずつ2つの穴に発生し、空洞のある小さな渦巻きができた。また、渦巻きが発生した時の水の深さはとても浅く1.5cmだった。
- (8) 2つの穴の大きさが違う時では、穴の直径が大きい方に渦巻きは発生し、小さい方には渦巻きは発生しなかった。渦巻きは2つの穴の大きさが同じ時よりも、少し深いところで渦巻きが発生した。また、渦巻きが2回、できることもあった。

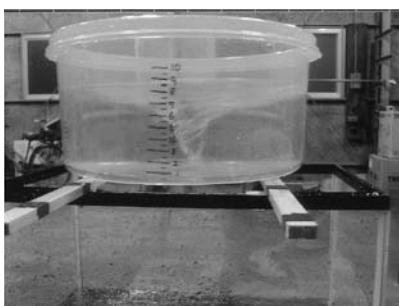


写真5 水をかき回した時



写真6 穴が2つある時
(穴の間隔は15cm)

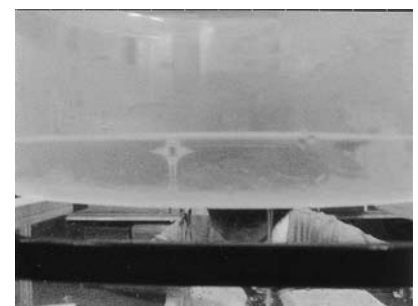


写真7 違う大きさの穴の時

5 考察とまとめ

(1) 水の動き方や水の深さによる渦巻きのでき方

ア 渦巻きのでき方は、はじめの水の動きに関係しており、容器の水に動きがある時は渦巻きはできやすく、水面が静かだと渦巻きはできにくいことがわかった。また、水面が静かな時よりも水に動きがあった方が渦巻きは水が深いところで発生する。そして、水の動きが大きい（水の回転速度が速い）と空洞のある渦巻きが発生し、ひも状のような渦巻きができる。

水の回転速度が速くなると渦巻きの回転速度も速くなり、より大きな渦巻きができ、空洞部分も大きくなる。

また水をかき回し続けると、さらに水の回転速度が速くなり、水の動きも大きくなるが、遠心力のはたらきによって発生する渦巻きの形もひも状の渦巻きの形ではなく、ロープをつないだような渦巻きが発生し、少しみだれた形の渦巻きとなる。このことから、はじめの水の動きや水の回転速度が渦巻きの形と大きさに深い関わりをもっていることがわかった。

イ 渦巻きの回転方向は、水の動きによって決まり、はじめの水の回転方向と同じ回転方向の渦巻きが発生する。また、水面が静かな時に発生する渦巻きは、両方の向きの渦巻きが発生するが、「コリオリの力」によって、右回りの渦巻きになりやすいということがわかった。

ウ 容器のはじめの水の量が多い（水が深い）時では、水に動きがある時の方が渦巻きはできやすく、水が深いところで渦巻きが発生する。また、はじめの水の量が少なく、容器の半分ぐらいの水の量だと水に動きがある時よりも、水面が静かな時の方が渦巻きができやすいということがわかった。そして水位が低くなるにつれて、渦巻きの大きさも少しずつ細くなっていき、渦巻きの空洞部分も小さくなる。しかし、発生する渦巻きの向きについては、水の量に関係なくはじめの水の動きと同じ方向の渦巻きができる。

エ 渦巻きが発生すると、排水溝から流れ落ちる水の量が少なくなり、渦巻きが発生しない時よりも水が流れ落ちるまでの時間が長くなってしまう。また、渦巻きが発生した時では、渦巻きの発生が早い段階（水が深いところ）で発生した時の方が水が流れ落ちるまでの時間がかかり、長くなるということがわかった。

(2) 排水溝の穴と渦巻きのでき方との関係について

ア 穴の大きさによる渦巻きのでき方は、穴の直径が大きくなると、渦巻きができる深さも少しずつ浅くなっていく。そして、穴の直径が大きいほど大きな渦巻きができ、空洞も大きい渦巻きが発生する。また、渦巻きの空洞の部分は渦巻きの大きさに関係しており、大きい渦巻きになるほど渦巻きの空洞部分も大きくなる。

イ 排水溝の穴の位置による渦巻きのでき方は、排水溝の穴の位置が容器の中心にある時は、水面が静かな時よりも水に動きがあった方が渦巻きができやすい。しかし、穴の位置が容器の中心から遠くになるにつれて渦巻きはできにくくなる。また、穴の位置が中心から近い距離にある時では、穴の直径を大きくすると渦巻きは発生する。そして、水の動きがない時の方が渦巻きはできやすくなる。

ウ 穴の数による渦巻きのでき方

① 排水溝の穴の数が2つになると、穴の数が1つの時よりも渦巻きはできにくくなり、渦巻きが発生するのも遅い。

② 2つの穴の大きさが同じである時では、水面が静かな時の方が渦巻きができやすく、水の動きがあるとできにくくなる。そして穴の直径を大きくした方が渦巻きは早く発生し、大きな渦巻きができるということがわかった。

③ 2つの穴の大きさが違う時では、穴の直径が大きい方に渦巻きは発生し、小さい方には渦巻きは発生しない。渦巻きが発生する深さについては、2つの穴が同じ大きさの時よりも少し深

いところで発生する。

- ④ 2つの穴の距離が近いと、どちらか一方の穴にしか渦巻きは発生しない。けれども、2つの穴の距離を広げると、2つの穴に渦巻きが発生する。渦巻きの発生のかたについては、2つ同時に発生するのではなく、少しずつれて渦巻きが発生する。

6 感想

今回の研究では、渦巻きのでき方について調べるために400回以上の実験をおこなってきました。実験は大変でしたが、いろいろな渦巻きをみることができとても面白かったです。来年はさらに渦巻きについてもっと調べていきたいと思います。