

# フルーツの実験における波形の変化の条件

新潟県立高田高校 坪井章太郎(3年) 小林伊生希(3年) 西山晴矢(3年) 桐山萌(3年)

## はじめに

私たちが住む新潟県には大雪や猛暑などの特殊な気候があり、そこから大気について興味を持ち大気循環を再現しようと考えた。また、これから人類が直面していく地球温暖化についても興味を持ち、フルーツの模型実験を用いて研究を行おうと考えた。フルーツの実験とは、シカゴ大学のフルーツが、赤道から北緯30度付近までの大気の循環の様子を再現した模型実験だ。3つの円筒を重ね、外側と中央の円筒の間にお湯(赤道付近に対応)、一番内側の円筒の中に氷水(極地域に対応)を入れる。中央と内側の間には室温の水とアルミニウムの粉を入れる。この3つの円筒を回転させて(自転を再現)、中間に入れた水とアルミニウムの粉の変化を観察する。私たちはフルーツの実験を再現し、中間の水にアルミニウムの粉の模様(波形)がはっきりと出る条件を調べることと、赤外線カメラを使い模様の温度変化が出る際の温度変化を可視化することを研究の目的とした。

## 研究等の方法

実験に使用する三重水槽  
外側の容器はプラスチック製、内側の2つの容器はアルミの容器である。外側から温水(500ml)直径30cm、常温水(600ml)直径22cm、氷水(400ml)直径12cmを入れた。これら三つの水槽をそれぞれの中心が一致するように速さを自在に変えられる電動回転台に設置した。また、温水の温度も自在に変えられるように実験装置を工夫した。常温水槽の水面に生じる蛇行の様子は、水面に散布したアルミ粉末(約30 $\mu$ m)を通常のカメラと赤外線カメラで撮影し観察をした。氷水水槽の温度を0 $^{\circ}$ C~4 $^{\circ}$ Cとして電動回転台を回転させた。回転数と温度差による2つの場合について着目し実験を行った。



### ① 回転数による波長の現れ方(温水温度30 $^{\circ}$ Cで一定)

回転数を5rpm、7rpm、8rpm、9rpmに変えてそれぞれ実験を行った。

### ②温度差による波長の現れ方

(回転数0.84rad/sで一定)

(1)温水の温度を20 $^{\circ}$ C、30 $^{\circ}$ C、40 $^{\circ}$ Cの順に変えて実験を行った。

(2)温水の温度をそれぞれ一定にして実験を行った。

(3)温度を上昇させつつ、測定する温度ごとに波形を破壊し(薬さじ)再び波形を構築させる実験を行った。

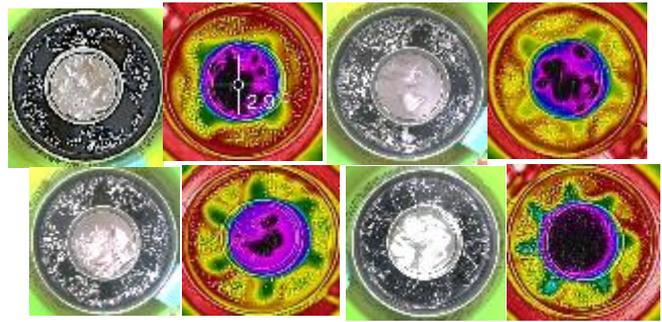


三重水槽

## 結果・考察など

### ① 回転数と波長の数

回転数(rpm)	角速度(rad/s)	波長の数
5	0.52	4
7	0.73	5
8	0.84	6
9	0.94	7



### ② 温度差と波長の現れ方

#### (1)

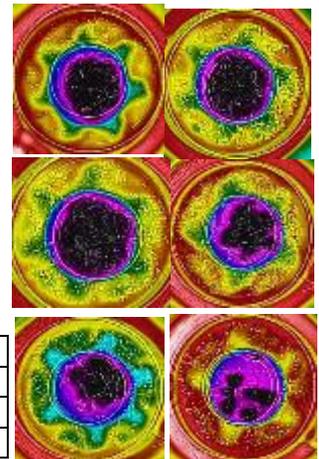
温度( $^{\circ}$ C)	波長の数
25	7
35	6
45	6

#### (2)

温度( $^{\circ}$ C)	波長の数
25	7→6
35	6
45	5

#### (3)

温度( $^{\circ}$ C)	波長の数
25	6(直前波形多数)
35	5(直前6)
45	4(直前5)



(それぞれ波形の破壊を起こすまで波形の変化なし)

- ① 角速度を大きくするほど波長の数は多くなっているが、完全に比例関係になっているわけではなかった。
- ② (1)25 $^{\circ}$ C~35 $^{\circ}$ Cの時に波数の変化はあったがそれ以降の変化はなかった。  
(2)25 $^{\circ}$ Cにおいて途中で波数が変化したが、35 $^{\circ}$ Cと45 $^{\circ}$ Cにおいては一定数の波形が観察された。  
(3)常温水槽に擾乱を加えると、再び波形が出た。その際、波数は減少した。

## 考察

- ・詳しい条件は出なかったが、回転数を上げるほど波数の数は増加することがわかる。
- ・②(2)の実験より温度ごとの安定の波形が存在することがわかる。
- ・②(1)より波形変化は25~35 $^{\circ}$ Cの時点で見られたが、それ以降は見られなかったことから、温度変化による波形を変化させる力は弱い。
- ・②(3)から、その時点の波形を崩すことによりその温度における安定の波形を構築させることができる。
- ・②の(2)と(3)を比べ各温度における波数が少なくなっているが、これは温度を持続的に上昇させた際、常温水槽内の温度が上昇していたためと考えられる。

## 今後の課題

- ・水槽内の水量と直径や、今回の実験で計測したよりも大きい温度差、また波長の数自体についてさらに実験を重ねていきたい。

## 参考文献

- (1) 粒子画像流速測定法と渦運動エネルギーを用いた回転水槽実験で発生する傾圧不安定派の定量化  
(<http://www2.nagare.or.jp/mm/2014/Fudeyasu-revise-20150515/sec3.html>)
- (2) 気象実験(傾圧不安定波)  
(<http://www.ny.airnet.ne.jp/satoh/bciw.htm>)