

温度差で生じる流体の運動

札幌日本大学高等学校 小野寺栞里 浦川 叶 村木 廉

はじめに

私たちは気象学に興味があり、それに関する研究テーマを探していたところ、偏西風波動モデル実験が目にとまった。それは、偏西風の運動を、三重水槽(内側の氷水域、中間の常温水域、外側の温水域)を回転させたとき生じる水の運動によりモデル化する実験である。このとき常温水域で蛇行(波動)が生じるが、その蛇行の数と温水域の温度、回転数、および常温水域の幅との関係が研究されている^{[1], [2]}。私たちは三重水槽を作製し、常温水域・温水域の温度、回転数、および常温水域の幅と蛇行の数との関係を明らかにすることを本研究の目的とした。また、常温水域・温水域表面の温度変化と蛇行の数の関係についても調べた。本報告はこれらの途中経過についての中間報告である。

実験方法

三重水槽を図1に示す。外側の容器二つはプラスチック製、内側の容器は金属製である。外側から温水、常温水、氷水を入れた。各水域の深さは約8cmとした。この三重水槽を回転台(電動回転セット M060N、株式会社ナリカ)の上に、三重水槽と回転台の中心が一致するように設置した。常温水域に生じる蛇行の様子は、水面にアルミ粉末を浮かべて観察した。氷水域の表面温度は0℃で一定であった。蛇行が生じると、水面に浮かべたアルミニウム粉末が花びらのような模様になる。その花びら1枚を蛇行の数1個と数えた(図2)。



図1 三重水槽

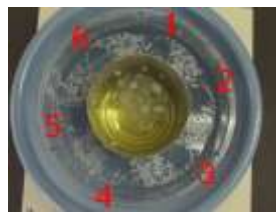


図2 蛇行の数の数え方

- (1) 常温水域、温水域の温度と蛇行の数
常温水域の幅 6cm、回転数 10rpm(角速度約 1.0rad/s)の条件で常温水域、温水域の温度と蛇行の数の関係を調べた。
- (2) 回転数と蛇行の数
常温水域の温度 30℃、温水域の温度 60℃、常温水域の幅 4cm の条件で、回転数を 10rpm、13rpm、20rpm、26rpm と変えて蛇行の数を調べた。
- (3) 常温水域の幅と蛇行の数
常温水域の温度 30℃、温水域の温度 60℃、回転数 13rpm で行った。常温水域の幅が 4cm および 6cm の場合について生じる蛇行の数を比較した。
- (4) 常温水域・温水域表面の温度変化と蛇行の数
(3)の場合について、蛇行が生じてから 20 分間放置したときの、常温水域・温水域表面の水温と蛇行の数の関係を調べた。

結果

- (1) 常温水域、温水域の温度と蛇行の数
常温水域と温水域に温度差がないと、蛇行は観測されなかった。また、温度差があっても、回転がないと蛇行は生じなかった。表1に結果を示す。温度差は、常温水域と温水域の温度差である。温度差が小さいほど、また温度差が同じであれば、常温水域および温水域の温度が低いほど蛇行の数が増えると推測される。

表1 常温水域、温水域の温度と蛇行の数

常温水域の温度 [°C]	温水域の温度 [°C]	温度差 [°C]	蛇行の数
10	40	30	5
20	30	10	6
30	60	30	4

- (2) 回転数と蛇行の数

10rpm 以下では、蛇行が見られなかった。13rpm で 7 個、20rpm で 9 個、26rpm で 17 個の蛇行数が観測された。回転数が増加すると、生じる蛇行の数が増加する傾向がある。これは、これまでの報告^{[1], [2]}と同じ傾向を示している。

- (3) 常温水域の幅と蛇行の数

常温水域の幅を 4cm から 6cm にすると、蛇行の数が 7 個から 4 個に減少した。これは、森^[1]の結果と同じ傾向を示した。常温水域の幅を狭くすると、蛇行の数が増加すると考えられる。

- (4) 常温水域・温水域表面の温度変化と蛇行の数

図3に、常温水域・温水域表面の温度変化と時間の関係を示す。表面の温度差が時間とともに減少しても、蛇行の数は 20 分間変わらなかった。今回測定したいずれの条件においても同様であった。

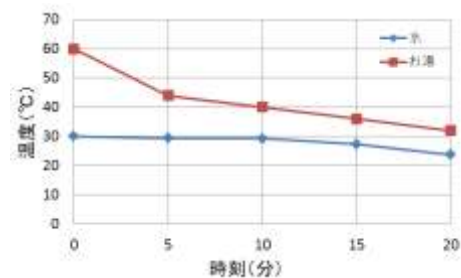


図3 常温水域・温水域表面の温度変化と時間の関係
(常温水域の幅 4cm)

今後の課題

各水域の温度と蛇行の数の関係を明らかにするため、さらに詳細なデータをとる。

参考文献

- [1] 森保仁、科学研究費助成事業(科学研究費補助金)研究成果報告書、2012
- [2] 大気の大循環に関するモデル実験、<http://www.gifu-net.ed.jp/kyola/rika/risutebiki/31/31-8.pdf>