

回転する水の表面にできる多角形

Polygons formed on the surface of rotating water

横田 祥^{1*}, 伊賀 啓太², 新野 宏², 三澤 信彦²

Sho Yokota^{1*}, Keita Iga², Hiroshi Niino², Nobuhiko Misawa²

¹東京大学理学部, ²東京大学海洋研究所

¹School of Science, The Univ. of Tokyo, ²Ocean Res. Inst., The Univ. of Tokyo

地球や惑星の大気中の渦には、外的な条件がほぼ軸対称であるにもかかわらず、多角形を示すものが見られることがある。類似の現象は円筒容器に水を入れ、容器の底に取り付けられた円盤を回すという単純な室内実験でも報告されている(e.g. Vistas 1990; Jansson et al. 2006; Vistas et al. 2008)が、その形成機構については現在も十分に解明されていない。

本研究では円盤の角速度や水深を変えた室内実験を行い、これらのパラメータに対する現象の依存性を見た。円盤を回すと水は遠心力で外側に片寄り、中心に水のない領域ができる。中心の水のない領域は円盤の角速度や水深によって楕円やさまざまな形の多角形を示した。特に、円盤の回転が速く水深が浅いほど多角形の頂点の数が増えた。また、この多角形の領域が回転する角速度は円盤の角速度のおよそ1/3であった。

次に、この実験結果を説明するために線形安定性解析を行った。子午面循環のない軸対称な流れを仮定して運動方程式から求めた基本流を与え、非発散2次元の渦度方程式を線形化して安定性を解析したところ、擾乱の波数に応じて異なる成長率の不安定波が現れた。最も成長率の大きい不安定波の波数を円盤の角速度や水深ごとに求めた結果、円盤の回転が速く水深が浅いほど水平シアの幅が狭くなって不安定波の波数が増え、実験における擾乱の波数のパラメータ依存性を定性的によく説明することがわかった。また、求められた不安定波の位相角速度は円盤の角速度の1/3~1/2程度であり、これも実験結果とよく一致していた。

この線形安定性解析に現れる不安定波は、基本流の水平シアによって生じるものであり、回転する水の表面にできる多角形はシア不安定によって生じているものと思われる。

キーワード: 回転流体, 室内実験, シア不安定

Keywords: rotating fluid, laboratory experiment, shear instability