

回転球面上の円領域における周極流の形成に関する室内実験

Experimental study about formation of the circumpolar jet in the round domain on a rotating sphere

郡司 博史 [1]; 酒井 敏 [2]

Hiroshi Gunji[1]; Satoshi Sakai[2]

[1] 京大・理・地球物理; [2] 京大・人環

[1] Department of Geophysics, Kyoto Univ; [2] Human and Environ. ,Kyoto Univ

<http://www-mete.kugi.kyoto-u.ac.jp/gunji/>

惑星の大気や海洋は、回転や成層の効果により、大きなスケールではほぼ2次元的な振る舞いを示す。回転球面上の2次元流体運動は、実際の惑星大気や海洋と大気と対比されながらの研究が進められてきた。Yoden and Yamada(1993)は、全球面領域における減衰性乱流の数値計算を行い、回転が十分速い時、極域に東風周極流が形成されることを示した。谷口(2002)は、回転球面上の円形領域における減衰性乱流の数値計算を行い、全球とは逆向きの西風周極流が形成されることを示した。

このような研究は、室内実験による再現が困難なこともあり、ほとんどが数値的に行われてきた。しかし数値計算では、原理上計算誤差から逃れる事はできないので、室内実験によって結果を裏付ける必要がある。そこで我々は、谷口(2002)で示された西風周極流の形成を、室内実験によって再現し確認を行った。

1. 再現領域

本研究では、水槽を高速回転させることによって流れの2次元性を確保した。水槽を高速回転させると、回転軸対称な水面変位によって生じる。この水面変位によって生じる地形性ベータ効果により、領域の端で、惑星渦度が中心の半分になるようにし、大きさが半球よりも小さく、南緯30度線に境界が一致する球面を再現した。

2. 実験装置

実験装置は土台部分、回転する回転台の部分からなる。水槽を載せた回転台は、土台に固定したステッピングモーターと直結させた。また、回転台上部にも回転軸受けを取り付け、回転軸を上下の2点で支える構造として、回転軸の章動を抑制した。この回転機構により、極めて高い精度の回転を実現させた。

初期擾乱の生成は、格子状に配置した棒を抜き差しして行った。棒の先端は、水面変位と平行になるように加工して、棒の沈む深さがどこでも一定になるようにしてある。擾乱生成棒は、太さの異なる2種類のを制作し、生成される渦の大きさを2段階に変えることができるようにした。流れは、作業流体中に漂わせたスチレンビーズの粒にシート光を当てて可視化し、回転台上部に取り付けたデジタルビデオカメラによって記録した。

3. 実験結果

本実験では、装置の構造上、谷口(2002)の $\Omega=400$ は実現できなかったため、それぞれの擾乱発生棒に対して、系の回転角速度を2段階に変化させて実験を行った。実験条件は、初期渦が大きい場合に対して $\Omega=260$ と130、小さいものに対して $\Omega=170$ と85である。この結果、4つの実験条件すべてにおいて、21試行中21試行で西風周極流が形成された。

4. References

[1] Yoden, S. and M. Yamada, 1993, *J. Atmos. Sci.*, 50, 631-643

[2] 石岡圭一・山田道夫・林祥介・余田成男、
ながれマルチメディア 99

<http://www.nagare.or.jp/mm/99/ishioka/index.htm>

[3] 谷口由紀、東京大学大学院 数理科学研究科 博士論文、2002