

フラクタル日よけを用いた樹幹遮断実験 Rainfall interception under a fractal sunshade

古屋 姫美愛^{1*}, 守田 悠三², 酒井 敏¹, 中村 美紀¹

FURUYA, Kimie^{1*}, Yuzo Morita², SAKAI, Satoshi¹, NAKAMURA, Miki¹

¹ 京都大学大学院人間環境学研究所, ² 京都大学大学院情報学研究所

¹Graduate School of Human and Environment, ²Graduate School of Informatics

樹冠遮断蒸発とは、降水が森林のキャノピーを通過する際、一部が蒸発していくことをいう。樹冠遮断による蒸発は年降水量の約 10% から 50% を占めるといわれており、大気の潜熱輸送に大きな影響を与える。しかし樹冠遮断にともなう水蒸気・潜熱の輸送メカニズムは現在も不明であり、継続して観測する必要があるが、幹・枝を伝って流れる雨水やキャノピー下の雨量を観測する際、森林の非一様性のため観測結果にばらつきが多く、定量的な評価が難しい。そこで本実験では葉面積指数が 1 となるフラクタル日よけを単純化されたキャノピーとみなして、遮断蒸発が無機質な環境で実際にどの程度起こるのか、フラクタル日よけの下での雨量と日よけがないところでの雨量を比較して求めた。観測の結果、観測期間中ひと雨ごとのフラクタル日よけの下で雨量の遮断率は約 1% から 9% となった。まったく遮断されていなかったり、全降雨量がフラクタル日よけ下より少なかったりすることはなかった、つまり遮断率は常に 0% 以上であったので、どのような日でも雨が降ればその雨はフラクタル日よけにより遮断され、フラクタル日よけ上あるいはフラクタル日よけを通過する過程でいくらか蒸発していることが明らかになった。

昨年の発表でバルク法が顕熱輸送量を計算するために利用されることを話し、またそのバルク交換係数は乱流拡散ではなく熱伝導による熱輸送の割合を表すと認識したほうが良いことを示唆したが、潜熱輸送についてもバルク法は使われている。今回の実験から潜熱輸送量を求めることはバルク交換係数にも関係する。

キーワード: 樹冠遮断蒸発, 潜熱, バルク式

Keywords: rainfall interception, latent heat, bulk formulation

対流混合層の水平拡散係数の見積もり

Estimation of horizontal eddy diffusion coefficients in convective mixed layers

伊藤 純至^{1*}, 新野宏², 中西幹郎³

ITO, Junshi^{1*}, NIINO Hiroshi², NAKANISHI Mikio³

¹ 東京大学大気海洋研究所・気象研究所, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 防衛大学校

¹ Atmosphere and Ocean Res. Inst., The Univ. of Tokyo/Met. Res. Inst., ² Atmosphere and Ocean Res. Inst., The Univ. of Tokyo,

³ National Defense Academy

地球流体の数値モデルにおいては、サブグリッドスケールの乱流によるフラックスをパラメタライズする必要がある。このうち鉛直方向のフラックスは、近年精力的に研究されており、Large Eddy Simulation(LES)の計算結果をよく再現する1次元乱流モデルも提案されている(例えば Nakanishi and Niino 2009)。しかし水平方向の乱流フラックスについては、その物理的メカニズムも含めて十分に研究はなされていない。従来、水平方向のフラックスは専ら差分で生じうる不自然な高周波の擾乱を除去するために与えられたが、数値モデルの精緻化に伴い、水平方向の乱流フラックスに関する物理的理解とそれに基づく精度の良いモデル化は不可欠となると思われる。そこで、本研究では、地表からの熱フラックスにより、地面近くの大気成層が不安定になった場合に生成される、対流混合層におけるパッシブスカラーの水平乱流拡散係数を、乱流を陽に解像するLESを用いて見積もることとした。

LESモデル(Nakanishi 2000; Ito et al. 2010)の格子間隔は一律に50m、計算領域は水平(x-,y-)方向に36km、鉛直(z-)方向に5kmとした。側面境界条件は二重周期とした。大気は初期には静止し(一般風なし)、安定成層(4.0K/km)している。ある時刻 $t=0$ から、一定の熱フラックス $Q=0.2\text{K}\cdot\text{m/s}$ を水平一様に地表面で与え続けることにより、対流混合層を成長させた。パッシブスカラー c の水平乱流拡散係数 K_h を見積もるため、ある時刻 $t=0$ にx-方向に一樣な水平勾配をもつパッシブスカラーの分布を導入し、この分布からのずれ c' の予報方程式をLESに導入して解く。このとき水平乱流拡散係数 K_h はLESの計算結果におけるパッシブスカラーの水平フラックスを、一樣な水平勾配で割ったものとして、求めることができる。

混合層が十分発達した数時間後に、パッシブスカラーを導入した場合、導入直後は乱流速度の自己相関によって K_h は t に比例して大きくなるが、渦のターンオーバー時間程度で次第に一定値に近づき、対流運動による渦拡散が実現している。 K_h は $O(100\text{m}^2/\text{s})$ である。鉛直方向の乱流拡散係数とは異なり、水平運動が卓越する対流混合層の最下端と上端付近で大きくなっている。

様々な時刻にパッシブスカラーの勾配を導入し、 K_h の時間発展を対流速度 w^* と混合層高さ h の積によってスケールすることを試みた。 K_h はほぼ w^* と h の積によってスケールされるようだが、 w^* と h の積で規格化した K_h は、若干時間とともに増加傾向が見られる。これはLESの格子間隔 Δh が時間的に変化し、比較的早い時刻では Δh (=50m)が大きすぎるため、水平方向の渦が十分に解像できていなかったためと考えられる。

キーワード: 乱流拡散係数, 渦粘性, 水平サブグリッドフラックス, 対流混合層

Keywords: turbulence diffusion coefficient, eddy diffusivity, horizontal sub-grid flux, convective mixed layer

理想化した熱帯低気圧の内部コアにおける渦ロスビー波の伝播特性 Propagation characteristics for vortex Rossby waves in the inner core region of an idealized tropical cyclone

辻野 智紀^{1*}, 坪木 和久²

TSUJINO, Satoki^{1*}, Kazuhisa Tsuboki²

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科, ² 名古屋大学地球水循環研究センター

¹Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ²HyARC, Nagoya University

熱帯低気圧は、非常に強い風や激しい降水を伴う低気圧性の渦である。熱帯低気圧は発達過程で、その渦の中心に対し軸対称な構造をとり、最盛期（準定常状態）ではほぼ回転軸対称な渦と考えることができる。これまで、熱帯低気圧の強度（風速）を予測する理論モデルは、最盛期の熱帯低気圧の構造を、回転軸について接線方向に一様と見なした2次元軸対称と仮定して構築された。しかし、多くの観測から熱帯低気圧の最盛期には、多角形の壁雲やレインバンドといった2次元非軸対称構造がみられる。3次元モデルを用いた先行研究では、熱帯低気圧の風速が最大となる中心から半径100km以内の内部コアと呼ばれる領域で、顕著な非軸対称成分がみられることが示されている。渦ロスビー波とは、熱帯低気圧のような大規模渦の中心から動径方向に相対渦度が空間変化するような環境で発生する波である。熱帯低気圧の強度に影響を与えるメカニズムに、非軸対称成分が渦ロスビー波として振る舞うことによる渦位の再分配というメカニズムが考えられる。3次元モデルによる先行研究では、渦ロスビー波として示されている非軸対称成分の伝播特性は、中心軸について接線方向に高速に伝播するという定性的な根拠のみにとどまっており、渦ロスビー波の理論モデルで期待される伝播速度との定量的な比較は行われていない。

そこで本研究では、3次元非静力学数値モデルを用いて、熱帯低気圧の理想実験を行い、その準定常状態における内部コアでの非軸対称成分の接線、動径方向の伝播速度を定量的に求めた。また、その伝播速度と浅水流体系で構築された理論モデルにおいて予測される伝播速度との比較を行った。

その結果、波数2, 3型の非軸対称成分が、渦ロスビー波としての特徴を示し、高速な接線方向への伝播が見られた。理論値との比較の結果、伝播速度はほぼ同程度の値を示した。これは、浅水流体での渦ロスビー波の理論モデルが3次元成層大気での熱帯低気圧の内部コアにおける渦ロスビー波の振る舞いを理解するのに有益であることを示唆している。

キーワード: 熱帯低気圧, 渦, 波, 非軸対称性

Keywords: tropical cyclone, vortex, wave, non-axisymmetry

全球-雲解像結合モデルを用いた熱帯性擾乱のシミュレーション

Numerical simulation of tropical disturbances by using GCM-Cloud resolving coupled model

前島 康光^{1*}, 榎本剛², 吉田聡³, 榊原篤志⁴, 坪木和久¹

MAEJIMA, Yasumitsu^{1*}, Takeshi Enomoto², Akira Kuwano-Yoshida³, Atsushi Sakakibara⁴, Kazahisa Tsuboki¹

¹名古屋大学地球水循環研究センター, ²京都大学防災研究所, ³地球シミュレータセンター, ⁴中電シーティーアイ

¹Hydrospheric Atmospheric Research Center, Nagoya University, ²Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University,

³Earth Simulator Center, ⁴Chuden CTI co., ltd.

地球の大気現象は大局的には静力学近似が良い精度で成り立っているが、台風など発達した積乱雲や強い降水現象を伴う現象においては鉛直方向の運動が大きくなるために、静力学近似はなりたたなくなってくる。我々は、名古屋大学地球水循環研究センターで開発された雲解像モデル“CReSS”(Tsuboki and Sakakibara, 2009)に、地球シミュレータでの実行に最適化された全球モデル“AFES”(Shingu et al. 2001, 2002)を結合し、総方向にデータ通信を行う新しい数値モデルを開発した。このモデルを利用することによって、活発な対流を伴う領域はCReSSで、それ以外の領域はAFESで計算を行うため、局所的に精細な全球シミュレーションを行うことが可能になる。

本研究では熱帯域の活発な対流や降水現象が温帯域の大気に与える影響を調べることを目的に2006年台風13号を対象に結合モデルでシミュレーションを行った。AFESの水平解像度はT213,L48、CReSSは水平解像度1kmで台風周囲の東経120°~140°、北緯20°~30°の領域を取った。初期時刻は2006年9月12日00UTC、初期値は気象庁全球客観解析(GANAL)、海面はmgdSST、地形はGTOPO30を与えた。

シミュレーションの結果、AFES単独で計算する場合に比べて、台風の中心気圧が気象庁ベストトラックの値に近くなるなど、予報精度に改善がみられた。積分開始から81時間経過後の2006年9月16日09UTC以降では、CReSSで直接雲物理過程計算した領域だけでなく、AFESで計算する領域にも降水分布の違いが明確に表れた。結合モデルを使うことによって、メソスケールのシミュレーションにとっては低解像度の全球モデルであっても、台風に伴う対流現象や降水を表現することが可能であることが本シミュレーションを通じて示された。

発表では結合モデルの内容や実行の流れについても紹介する。

全球非静力学モデルによる水惑星実験 - 熱帯域季節内振動の解像度依存性 - Resolution dependence on tropical intra-seasonal oscillation in an aqua-planet global non-hydrostatic model

谷口 博^{1*}, 王 斌¹, 菊地 一佳¹

TANIGUCHI, Hiroshi^{1*}, WANG, Bin¹, KIKUCHI, Kazuyoshi¹

¹ ハワイ大学国際太平洋研究センター

¹International Pacific Research Center, University of Hawaii, Honolulu, U.S.A.

熱帯域季節内振動とそれに伴う組織化した対流のマルチスケール相互作用の理解を深めるため、全球非静力学モデル NICAM を用いて時間依存しない波数 1 型の東西非対称な海面水温 (SST) を境界条件とする水惑星実験を実施した。積分時間は 1 年である。荒川-シューバートの対流パラメタリゼーションを用いて実施した解像度 (224km, 112km, 56km, 28km) を変えた実験では、解像度が高くなるにつれて、対流中心の下層が西風、上層が東風となる傾向が見られた (気候値)。東西対称な SST を境界条件とした実験結果 (解像度 224km) と比較したところ、波数 1 型の SST を用いた場合の結果では、SST の低いところで降水や OLR の東進伝搬が弱くなる傾向も見られた。他の積雲パラメタリゼーション (Tiedtke スキーム, Chikira スキーム) を用いた結果や解像度依存性の詳細な結果についても当日報告予定である。

キーワード: 熱帯域季節内振動, 全球非静力学モデル, 積雲パラメタリゼーション

Keywords: Tropical intra-seasonal oscillation, Global non-hydrostatic atmospheric model, Cumulus parameterization

惑星大気大循環モデルの開発 - 地球大気計算と大循環の自転軸依存性 - Development of a general circulation model for planetary atmospheres : Simulation of the Earth's atmosphere

井谷優花¹, 高橋 芳幸^{2*}, 林 祥介¹, 石渡 正樹³, 中島 健介⁴

Yuka Itani¹, TAKAHASHI, Yoshiyuki O.^{2*}, HAYASHI, Yoshi-Yuki¹, ISHIWATARI, Masaki³, NAKAJIMA, Kensuke⁴

¹ 神戸大学大学院理学研究科, ² 惑星科学研究センター, ³ 北海道大学大学院理学研究院, ⁴ 九州大学大学院理学研究院
¹Department of Earth and Planetary Sciences, Kobe University, ²Center for Planetary Science, ³Department of CosmoSciences, Hokkaido University, ⁴Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

太陽系には大気を持つ複数の惑星があり、それぞれ異なる表層環境・大気大循環構造が維持されている。また、これまでに太陽系外にも多数の惑星が発見されており、その中には大気を持ち太陽系内の惑星とは異なる表層環境を持つ惑星が存在していると考えられる。そのような様々な惑星において実現される表層環境と大気大循環構造を調べることを目的として、我々は惑星大気大循環モデルを開発している。今回は、モデル開発の現状、地球条件での実験の結果、そしてモデルと地球観測結果との比較の結果を紹介する。また、系外惑星を念頭に置いて行った、自転軸傾斜角を変化させて行った実験について報告する。

開発している惑星大気大循環モデル (dcpam) は、プリミティブ方程式に基づくスペクトルモデルである。物理過程としては、地球大気および火星大気のための放射過程、乱流混合、積雲対流パラメタリゼーションと大規模凝結過程を導入している。大気中の雲水量は、乱流混合、積雲対流パラメタリゼーションと大規模凝結過程による生成、およびある一定の時定数での消滅を考慮した、簡単な予報方程式から計算する。現在のところ、各格子点での雲量は1としている。地表面温度は、地表面での熱収支式と土壌の熱伝導方程式を解くことによって求める。また、土壌水分量はバケツモデルによって計算する。海表面温度は、設定によって地球の気候値を与えるか、スラブオーシャンの設定で計算する。

まずは、海表面温度やオゾン分布などとして気候値を与えた計算において、雲水の寿命を変えたパラメータ実験により、モデルを地球大気にチューニングした。用いた解像度は T42L22 であり、緯度傾度格子間隔は約 2.8 度に相当し、鉛直総数は 22 である。チューニングにおいては、与えた各寿命における大気上端での放射フラックス収支を調べ、収支の合う最適な雲水の寿命を選択した。チューニングの結果得られた地球実験の結果を観測結果と比較したところ、全球平均熱収支としては、長波放射、短波放射、潜熱、顕熱フラックスなどは、およそ観測結果と 5 W m^{-2} 程度の差に収まっていた。しかし、地表面における短波放射フラックスには 12 W m^{-2} 程度の差が見られた。東西平均循環に関しては、モデルは観測される大まかな特徴を捉えているものの、子午面循環強度や特に成層圏での東西風や温度の分布が観測結果とに明らかな違いが見られた。

講演では、これらの比較結果をより詳しく紹介するとともに、モデルを使って並行して行った、自転軸傾斜角を変えた実験について報告する予定である。

キーワード: 惑星大気, 大気大循環モデル, 地球

Keywords: planetary atmosphere, general circulation model, Earth

On the Spectrum of Normal Vibrations of Viscous Compressible Stratified Fluid in the Atmosphere and the Ocean
On the Spectrum of Normal Vibrations of Viscous Compressible Stratified Fluid in the Atmosphere and the Ocean

andrei giniatoulline^{1*}
GINIATOULLINE, andrei^{1*}

¹los andes university

¹los andes university

The exponentially stratified fluid can be considered as describing the density of the Atmosphere or the Ocean in the homogeneous gravitational field of the Earth.

For the model of viscous compressible barotropic exponentially stratified three-dimensional fluid, we investigate the structure and localization of the spectrum for the problems of the normal oscillations. We find a sector of the complex plane to which all the eigenvalues belong. We consider both the cases of geophysical viscous fluid and the geophysical inviscid fluid.

キーワード: stratified fluid, internal waves in the Atmosphere and the Ocean, viscous barotropic fluid, normal oscillations, eigenvalues, spectrum, mathematical fluid dynamics

Keywords: stratified fluid, internal waves in the Atmosphere and the Ocean, viscous barotropic fluid, normal oscillations, eigenvalues, spectrum, mathematical fluid dynamics

氷床モデル実験における数値的な非対称性の影響 Impact of arithmetic asymmetries on simulated thermodynamical ice-sheet evolution

齋藤 冬樹^{1*}
SAITO, Fuyuki^{1*}

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Numerical ice sheet model experiments sometimes exhibit asymmetries in the solutions despite the symmetric conditions imposed. Identifying the arithmetic asymmetry in the models as one of the reasons for symmetry breaking through loss of trailing digits, this paper presents a numerical procedure to preserve the symmetries by restructuring of the order of the floating-point evaluation of the equations in the numerical ice sheet model. Reexamination of the series of experiments in the HEINO topic of the ISMIP demonstrates that small perturbations triggered by arithmetic asymmetries significantly amplify to cause qualitative differences in the simulated ice-sheet evolutions. It is imperative to apply a symmetric scheme to maintain overall symmetries for the simulation of ice-sheet evolution, at least under such highly idealized configuration.

Keywords: Numerical model, Ice sheet, Asymmetry

大陸リソスフェアの安定性における低粘性大陸縁辺域の動力学的役割 三次元マン トル対流モデル

Dynamic role of the weak continental margin on the stability of continental lithosphere: A 3D mantle convection model

吉田 晶樹^{1*}

YOSHIDA, Masaki^{1*}

¹ 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域

¹IFREE, JAMSTEC

It is still difficult to find the conditions which allow both stable cratonic lithosphere and plate tectonics in the numerical modeling of mantle convection (e.g., Yoshida, 2010, Yoshida and Santosh, 2011). A three-dimensional (3D) numerical model presented herein makes it possible to model the cratonic lithosphere that survives for a geologically long period of time, i.e., over ten billion years (Yoshida, 2012). In the present model, the lateral side of the highly viscous cratonic lithosphere (CL) is surrounded by the weak (low-viscosity) continental margin (WCM), such as the tectonically mobile (orogenic) regions.

Numerical results show that an important factor in the longevity of cratonic lithosphere is the localized rheological (viscosity) contrast between the cratonic and oceanic lithospheres, i.e., the presence of the WCM. The WCM protects the cratonic lithosphere from being stretched by the surrounding convection force. In addition to the presence of the WCM, the higher viscosity of the cratonic lithosphere itself effectively contributes to the stability of the cratonic lithosphere, as suggested by the previous numerical modeling. However, the results of the present study suggest that the WCM plays a primary role in the longevity of cratonic lithosphere, even if the viscosity contrast between the cratonic and oceanic lithospheres is quite high, 10^3 , and the high-viscosity of cratonic lithosphere may play a secondary role in the longevity of cratonic lithosphere. The combination of the presence of a WCM and the high-viscosity of cratonic lithosphere may realize the longevity of cratonic lithosphere that survives for over two billion years.

Future studies based on numerical modeling must address the geodynamic mechanisms of (1) the origin and growth of the continental crust, (2) the episodic growth of continental crust, and (3) the creation and destruction of continental crust related to subduction zone processes. In particular, the mechanism of crust production and growth should be incorporated in a future numerical model in order to investigate the hypothesis that plate tectonics creates and destroys continental crust over time. Such a study would test whether the geologically suggested episodic emergence of supercontinents are realized in the numerical model (e.g., Yoshida and Santosh, 2011).

References:

Yoshida, M., *Earth Planet. Sci. Let.*, 295(1-2), 205-218, 2010.

Yoshida, M., *Tectonophys.*, 2012, in press.

Yoshida, M and M. Santosh, *Earth-Sci. Rev.*, 105(1-2), 1-24, 2011

キーワード: 大陸リソスフェア, 大陸縁辺域, クラトン, 粘性率, マントル対流, 数値シミュレーション

Keywords: continental lithosphere, continental margin, craton, viscosity, mantle convection, numerical simulation

回転系における液体金属の熱対流：室内実験と数値シミュレーション Rotating convection of a liquid metal by laboratory experiments and numerical simulations

柳澤 孝寿^{1*}, 櫻庭 中², 宮腰 剛広¹, 山岸 保子¹, 浜野 洋三¹, 田坂 裕司³, 武田 靖⁴

YANAGISAWA, Takatoshi^{1*}, SAKURABA, Ataru², MIYAGOSHI, Takehiro¹, YAMAGISHI, Yasuko¹, HAMANO, Yozo¹, Yuji Tasaka³, Yasushi Takeda⁴

¹ 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域, ² 東京大学大学院 理学系研究科, ³ 北海道大学大学院 工学研究院, ⁴ 東京工業大学大学院

¹IFREE, JAMSTEC, ²Dept. Earth & Planetary Science, Univ. Tokyo, ³School of Eng., Hokkaido Univ., ⁴Tokyo Inst. Technology

We performed laboratory experiments of Rayleigh-Benard convection on a rotating table by using liquid gallium, to see the effect of Coriolis force on the flow pattern in low Prandtl number (Pr) fluids. The vessel we used has a square geometry with aspect ratio five; convection is driven by bottom heating and top cooling. The range of Rayleigh number (Ra) is from 10^3 to 10^5 , and the Pr of liquid gallium is 0.025. The range of Taylor number (Ta), which is proportional to the square of the rotating speed, is from 0 to 10^7 . Flow patterns were visualized by ultrasonic velocity profiling method, and convective flow structures with time variation were clearly observed. We compared the results with the experiments using water (Pr=6) in the same geometry.

We also made up codes for numerical simulation of thermal convection with Coriolis force, to compare with the results obtained by these laboratory experiments. Theoretical studies for the onset of instability indicates that the critical Ra is proportional to $Ta^{2/3}$ in an asymptotic form, and the state of overstability occurs for $Pr < 0.6$. Our numerical result reproduced the relation of critical Ra on Ta, depending on Pr. Convection patterns above the critical Ra are consistent with that observed in the laboratory experiments. We analyzed the global structure and its time variations.

キーワード: 回転対流, 液体金属, コリオリ力, 室内実験, 数値シミュレーション

Keywords: rotating convection, liquid metal, Coriolis force, laboratory experiment, numerical simulation

回転ディスクの上の水の表面に生じる振動現象 Oscillation on surface of water over rotating disc

池田 剛志^{1*}, 伊賀 啓太², 渡辺 俊一², 横田 祥², 新野 宏², 三澤 信彦²

IKEDA, Takashi^{1*}, IGA, Keita², WATANABE, Shunichi², YOKOTA, Sho², NIINO, Hiroshi², Nobuhiko Misawa²

¹ 東京大学理学部, ² 東京大学大気海洋研究所

¹School of Science, The Univ. of Tokyo, ²AORI, The Univ. of Tokyo

地球や惑星の大気中に見られる渦の中には、軸対称性が崩れて様々な構造を持つものがある。例えば、台風の眼が多角形の形状をとることがあったり、土星の北極を流れる六角形のジェットが観測されたりしている。また、このような軸対称性からのずれも定常的なものとは限らず、地球の極を取り巻くジェットのように大きく蛇行をする状態と比較的軸対称に近い状態を繰り返すこともある。

これらと似たような現象は室内実験において作り出すことができる。円筒容器に水を入れて、容器底に取り付けられたプレートを回転させることで水面中心部が多角形の形になることが知られている。また、軸対称が大きく崩れて水面が振動する状態と軸対称に近い平穏な状態を繰り返すという現象も見られる。

本研究では、水面中心部が軸対称から多角形へと移り変わる回転数領域よりも低い回転数領域で見られる、容器外側の水面が大きく振動する状態と振動がない軸対称な状態を繰り返す現象の起こる特定の回転領域に注目して、この流れの性質を詳細に調べた。その結果、この回転数領域ではこのような大きな振動現象以外に、振幅は小さいながらも定常的に容器外側が揺らされる振動現象域を見つけた。また、この振動現象に関して、振動の発生周期や振幅などの特徴を明らかにした。振動状態から平穏状態を経て再び振動状態になるまでの時間間隔は水深を深くするにつれて、もしくは回転数を上げるほど短くなった。また、振幅は振動の繰り返し間隔が長いほど大きかった。

さらに、振動現象の水深や回転数などの依存性から、振動現象の発生条件の説明を試みた。この容器内での水の基本流は、中心付近では底のプレートとほぼ同じ剛体回転をしているのに対し、外側は内側に比べて回転速度が遅くなっている。また、水層の厚さは中心に向かうほど薄くなっている。そのため、回転プレートと同じ向きの位相速度を持つ外壁に沿って伝わる重力波と回転プレートと逆向きの位相速度を持つ中心付近の地形性ロスビー波の流れにのった位相速度が近くなることで不安定が生じ、振動現象が起こったと考えられる。

キーワード: 回転流体, 室内実験, 振動

Keywords: rotating fluid, laboratory experiment, oscillation