

氏 名	余 田 成 男 よ でん しげ お
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 777 号
学位授与の日付	昭 和 58 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 物 理 学 専 攻
学位論文題目	Studies on the nonlinear interactions in a two-layer, quasi-geostrophic, low-order model with topography (地形を含む二層・準地衡・低次モデルを用いた大規模大気非線型 相互作用の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 山元龍三郎 教 授 中島暢太郎 教 授 光 田 寧

論 文 内 容 の 要 旨

山岳強制波を含む大規模大気運動の非線型相互作用の本格的な研究は、1979年および1980年に Charney らによって始められた。彼らは、傾圧大気中では外部パラメータが同じであっても安定平衡解が2種類ある事、そして、傾圧大気中では唯1種の安定平衡解しか存在しない事を見出した。Charney らの研究は、大気のプロッキング現象の機構の説明を指向したものであったので、非線型相互作用の研究としては、十分に系統的なものではなかった。

申請者余田成男の主論文は、Charney らと同様に、山岳強制波動を考慮した傾圧大気中の非線型相互作用を数値実験的に研究したものである。申請者の用いた数値モデルは、運動の鉛直分布は2層で表現し、水平分布は展開直交関数の低次項のみで表わす、いわゆる低次2層モデルである。

主論文第1部では、山岳強制波と東西風との間の非線型相互作用を研究している。まず、南北モードが一つの保存系について共鳴条件を確かめると共に、平衡解の不安定性には2種類—地形による不安定性と傾圧不安定性—がある事を明らかにした。非保存系では、外部パラメータのある範囲内で、時間的に変化する解の多重性を見出している。そして、安定周期解の周期が外部パラメータの変化に伴って、2倍、4倍となる周期倍化現象の存在を明らかにした。

自由波動を追加した場合を、主論文第Ⅱ部で研究している。東西風の不安定性について、山岳と同じスケールの波に対して、他のスケールの波よりも不安定な場合には、山岳強制波は自由波動と共存する。逆の場合には、山岳強制波が時間の経過と共に減衰して、一定の振幅と位相速度をもつ自由波動のみが卓越する事を見出している。さらに、東西波数および南北モード数を増して、詳細な数値実験を行った。運動状態は、南北温度差や摩擦などの外部パラメータの値に依存して、四つの型に分類できるとしている。実際の大気で見られるような外部パラメータの値の場合、大きい振幅の波を含む不規則変動が現われる。長期にわたる時間積分の結果を統計処理して、その時間平均値として検出される停滞波は、自由波動の存在しない場合に平衡解として得られた山岳強制波とは、明らかに異なる構造を有している事を見出し、自由

波動の役割の重要性を明らかにした。

参考論文の2篇の論文は、いずれも大規模大気運動の非線型過程を取扱ったものである。その1では、回転水槽実験で流れの様子が変化するいわゆる Vacillation は、順圧過程と傾圧過程とが交互に卓越する事によって引き起こされている事を明らかにしている。その2では、東西風と傾圧不安定波の相互作用を研究し、非線型相互作用の結果として、エネルギー過程に、約15日の周期をもつ準周期的変動が生ずる事を示している。

論文審査の結果の要旨

大規模大気運動における非線型相互作用の重要性は、古くから認識されていた。中・高緯度の移動性高・低気圧の東進が準停滞性高気圧の唐突な出現によって阻止される、いわゆるブロッキング現象に関連して、1979年以後、Charney らが行った山岳強制波を含めた非線型相互作用の研究は、解の多重性を含めて、新しい問題を提起した。Charney らはまず順圧大気における非線型過程を研究し、外部条件が同じであっても、安定平衡解が2種類存在していて、そのうちの一つの解がブロッキング現象に対応するのではないかと示唆した。さらに、Charney らは傾圧大気について研究したが、順圧大気の場合とは異なり、安定平衡解は唯一つだけであった。これらの研究は、主として、ブロッキング現象の解明を指向していたので、山岳の影響を取り入れた非線型過程の研究としては、十分に系統的なものではなかった。

申請者余田成男は、上述の Charney らと同様に、山岳強制波を含めた傾圧大気中の非線型相互作用の研究を数値実験的に行った。大規模大気運動は、一般に、東西風・山岳などによる強制波動・自由波動の3種に大別する事ができるが、主論文第1部では東西風と山岳強制波との間の相互作用を取扱い、第2部ではさらに自由波動をも含めた場合を研究している。

第1部では、南北モードの一つの保存系について共鳴条件を確かめると共に、平衡解の不安定性に関して、山岳など地形による不安定性と傾圧不安定性の、2種類がある事を明らかにしている。さらに、南北温度差による熱的效果と摩擦による減衰効果のある非保存系において、南北温度差を少しずつ変えた場合についてそれぞれ時間積分をした結果、安定周期解の周期が、順次、2倍、4倍、8倍となって、やがて不規則な非周期解が出現する場合を見出している。

自由波動を附加した第2部では、東西風の安定性に関し、地形と同じスケールの波に対して、他のスケールの波よりも、東西風がより不安定である場合には、山岳強制波と自由波動の両方が存在するが、逆の場合には、山岳強制波は時間と共に減衰し、自由波動は一定の振幅と位相速度をもって卓越する事を明らかにした。

南北温度差など外部パラメータの値として、実際の大気に見られる値を採用した場合には、大きい振幅をもつ波動を含む不規則変動が出現する事を、申請者は明らかにしている。その長期にわたる積分結果を統計的に処理して、時間平均値として停滞波を得たが、その性状は、自由波動を含まない場合の山岳強制波とは著しく異なっている事を見出し、実際の大気の停滞波に対する自由波動の重要性を示した。

以上、要するに、申請者の研究は、大気の大規模運動における東西風・山岳強制波および自由波動の間の非線型相互作用の機構の解明に少なからぬ寄与をしたといえる。

よって、本論文は、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。