

帯状収束雲上に見られる不安定波動の発生メカニズム

The generation mechanism of instability wave along convergent cloud band

前島 康光[1]; 伊賀 啓太[2]

Yasumitsu Maejima[1]; Keita Iga[2]

[1] 九大・総理工・大海; [2] 東大・海洋研

[1] Dept. of ESST, Kyushu Univ; [2] ORI, Univ. of Tokyo

日本付近において冬型の気圧配置が強まると、安定成層している乾燥した冷たい空気が暖かい海上に吹き出すことで、日本海上には筋状の雲が発生する。その中でもひととき幅の広い帯状の雲が見られることがある。この帯状収束雲上にはしばしばメソアルファスケールの小低気圧とよばれる擾乱や、それより小さいメソベータスケールの擾乱が発生することがある。

メソスケールの擾乱は総観規模の地上低気圧に比べ短い時間に急速に発達し、山陰地方から北陸地方にかけての日本海沿岸域を中心に突風や大雪をもたらすために、これまでも多くの研究がなされてきたが、特にその発生要因に関しては、メソアルファスケールの小低気圧は傾圧不安定が、メソベータスケールは順圧不安定がそれぞれ発生要因であると結論づけた先行研究がある。

しかしながらこれら先行研究においては、注目したスケールの擾乱に対して観測などから推測される発生要因をあらかじめ仮定し、そのような不安定モードのみが出てくるように設定された問題を解いており、このような解析ではどのような場合にどのスケールの擾乱が目立ってくるのかなどについては議論することが出来ない。そこで、本研究においてはメソアルファ、ベータ双方のスケールの現象が議論できるよう、傾圧不安定と順圧不安定の両方を包含し得る方程式系で基本場を構成し、その線形安定性を解くことによって、同一の問題設定の中で異なるスケールを持つ擾乱の解析を行った。

その結果、まず、この基本場に対しては、メソアルファ、ベータ双方のスケールの不安定モードが存在することが示された。

メソベータスケールの擾乱では、振幅の極大域が基本場の水平シアアが存在している領域に広がっていた。この擾乱の構造は、順圧不安定が主な発生要因であることを示すものである。一方メソアルファスケールの擾乱では、振幅の極大域が前線付近の渦度が極大となる領域と、

底面付近の温位勾配が存在している領域の2箇所に分れて存在していた。この擾乱の構造は、傾圧不安定が主な発生要因であることを示すものである。さらにエネルギー解析を行うことによって、上記のような擾乱の発生要因が重要であるということが確かめられた。

続いて、どういった基本場の下でどのようなスケールの擾乱が目立ってくるのかを明らかにするために、基本場を特徴づけるパラメータである、前線の遷移層の厚さ、底面の水平温位勾配、大気の安定度を変化させることによって、擾乱の成長率が定性的にどのように変わるのかを調べた。

前線の遷移層が広いときはメソアルファスケールに相当する擾乱の成長率が目立つのに対して、前線の遷移層が狭いときにはメソベータスケールの擾乱が比較的目立ってくるのがわかった。

これは前線の遷移層の幅が広がると、水平シアアが広く緩やかなものになって順圧不安定波が成長しにくい基本場が形成されたためと考えられる。すなわち前線付近における基本場のシアアが、どの程度シャープな形を保っているかが、順圧不安定の重要性を決める

物理的要素の一つであると考えられる。

底面の水平温位勾配を変化させると、擾乱の成長率に大きな変化はないものの、メソアルファスケールの擾乱の構造に違いが見られた。底面の水平温位勾配が弱い場合は、底面付近の領域では振幅が小さくなり、前線上面と前線下面の互いに基本場の渦位勾配が逆になっている領域で波動が励起されていることがわかった。また、基本場の底面付近で水平温位勾配が弱くなっても、前線付近の渦位勾配が目立つ場合には、前線を挟んで上下に波動の振幅極大域が形成され、それらの共鳴によって傾圧不安定波が生じる可能性があることもわかった。

大気の安定度を変化させた場合、安定度が小さくなるとメソアルファスケールの擾乱が目立ってくるのがわかった。これは大気の安定度が小さくなると鉛直方向に大気につながりが強くなり、上下に並んだ擾乱が相互作用しやすくなることによるものと考えられる。

本研究によって、前線の構造を模した基本場からメソアルファ、ベータいずれのスケールの不安定モードも存在することを示し、メソアルファスケールの不安定モードが傾圧不安定、メソベータスケールの不安定モードが順圧不安定によるものであることがわかった。また、基本場を特徴づける要素が、そこで発生する最も成長率の大きな擾乱の空間スケールや構造にどのような影響を与えるか調べた結果、前線の遷移層の幅が大きく、安定度が小さい場合にはメソアルファスケールの擾乱が目立つようになること、底面の水平温位勾配は、メソアルファスケールの擾乱の成長率は大きく変えないが、その構造に影響を与えることがわかった。