

水蒸気画像で確認された上層の渦列の発生メカニズム

The generation mechanism of upper vortex street seen in water vapor image

前島 康光 [1]; 伊賀 啓太 [2]; 新野 宏 [3]

Yasumitsu Maejima[1]; Keita Iga[2]; Hiroshi Niino[3]

[1] 東大・海洋研; [2] 東大・海洋研; [3] 東大・海洋研

[1] Ori, Univ. of Tokyo; [2] ORI, Univ. of Tokyo; [3] Div. of Marine Meteor., Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo

大気中に発生する渦列に関してはこれまでも数々の事例が報告されている。対流圏下層に発生する渦列の非常に有名な事例として、冬季日本海西部に形成される帯状収束雲上に発生するメソ スケールの渦列が挙げられる。この渦列は、帯状収束雲の断面に見られる強いシアゾーンに伴って発生しており、Asai and Miura(1991)はこの水平シアによる順圧不安定が発生要因であるということを提唱した。また Nagata(1993)はこの水平シアを念頭に置いた2次元順圧流による線形安定解析を行うことによって、順圧不安定が渦列の発生要因であるということを確認している。

また Toyoda and Niino(1999)は寒冷前線北縁に発生した渦列について研究を行っている。彼らは渦列が観測された際に見られた対流圏中層の特徴的な水平シアを数値シミュレーションによって再現している。さらにシミュレートされた水平シアゾーン周辺の流れを基本場とした線形安定解析によって、渦列の発生要因が順圧不安定であると結論付けている。

これらの先行研究以外にも多くの観測事例が報告されているが、いずれも観測データが十分でないなどの理由で具体的な成因は明らかにされていない。近年では従来の赤外線画像に加え、水蒸気画像によるデータ解析がなされるようになり、対流圏上層で発生する渦列に関して新たな発見がなされることもある。しかしながら上層の渦列は中、下層の渦列以上に観測事例が乏しく、発生要因などの力学的側面に至ってはほとんど理解が得られていないのが現状である。

本研究では上層の渦列の発生要因に関する事例として、2005年7月6日の水蒸気画像で確認された上層の渦列を例に取った。まず、気象庁領域スペクトルモデル(RSM)の予報値を解析することによって渦列が発生した際の環境場の状況を調べ、RSMでどの程度渦列が予測されていたのかを確認する。次にRSM予報値を基本場とした線形安定解析を行うことによって、そこで見られる特徴的な不安定モードと観測された渦列を比較し、さらにエネルギー解析を行うことによって渦列の発生要因を調べる。これらを通じて、上層の渦列の成因や流れの安定性の立場から渦列の発生メカニズムにアプローチしていくことを本研究の目的とする。

水蒸気画像によると、上層の渦は2005年7月6日06UTC頃に形成され始めた。渦列の間隔はおよそ300kmから400kmであり、位相速度は約8.5m/sと見積もられた。渦列発生約6時間前である2005年7月6日00UTCの東経143度の南北断面における流速の様子をRSMデータから調べたところ、北緯44度付近の200hPaから400hPaにかけて強い水平シアゾーンが形成されていることがわかった。上層の渦列はこの水平シアゾーンに伴って発生したものと考えられる。そこで、東経143度の南北断面の流速を基本場とした線形安定解析を行い、そこで見られる特徴的な不安定モードの解析をおこなった。基礎方程式には準地衡渦位方程式を用い、上層のシアゾーンで励起される波動を解析の対象とするため、温位擾乱の水平勾配が0になるように上下の境界条件を取った。その結果、波長400km前後に成長率が大きい特徴的な不安定モードが見られ、e-folding timeは約11時間、位相速度は約8.0m/sであった。これらの値は観測で確認された渦列と比較しても、整合的であると言える。そしてそれぞれの特徴的な不安定モードを解析したところ、振幅極大域は上層の強い水平シアゾーンにあり、基本場の流速が大きい領域から小さい領域への運動量輸送が起きていることが確認された。さらにエネルギー解析の結果、基本場の運動エネルギーから擾乱の運動エネルギーへの変換が卓越していることがわかった。以上の結果から上層の渦列の発生要因が水平シアゾーンに伴う順圧不安定であると結論付けられる。