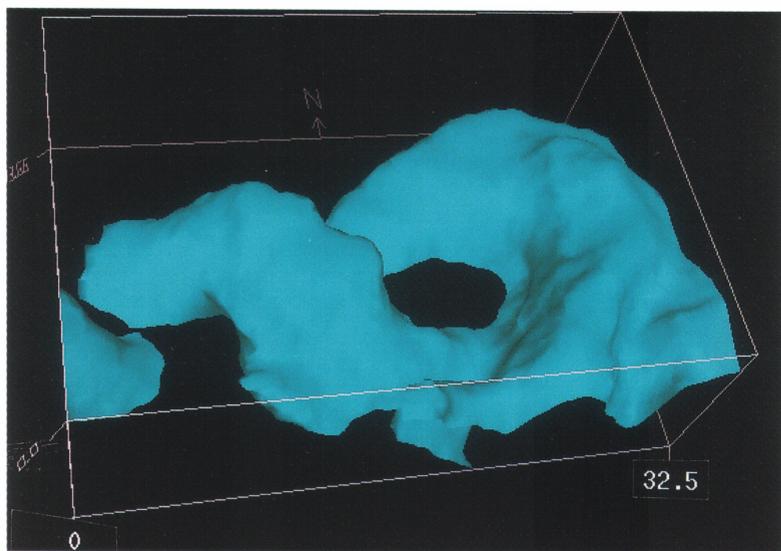
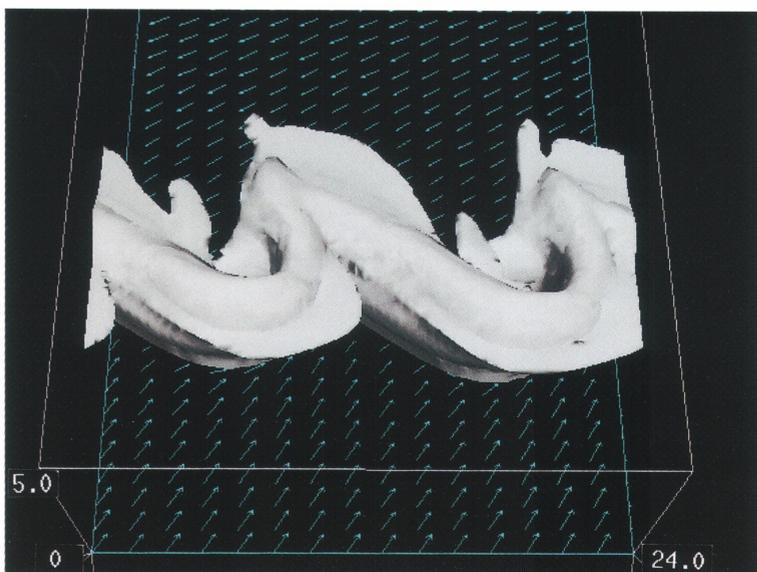


第1図 石狩湾上に発生した渦状エコーのCAPPI(高度300 m)と2台のドップラーレーダーから求めた風の水平分布(藤吉(1993)参照).



第2図 第1図に示した領域内に形成された渦状エコーを、可視化ソフトのVis5Dを用いて3次元表示したもの(レーダー反射強度18 dBZの等値面).



第3図 モデルで再現した渦状擾乱を、可視化ソフトのVis5Dを用いて3次元表示したもの(降水粒子の混合比 $0.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ の等値面).

大きな水平シアー流中に発生した渦状エコーの3次元構造*

藤吉康志**・川島正行**・椿哲弥***

渦状エコーは、さまざまな気象擾乱に付随して発生する。特に、冬季の日本海沿岸(若狭湾や北海道西岸)では、しばしばメソβ~γスケールの渦状エコーがレーダーのPPI画像上に現れる。この2次元のレーダーエコー画像を見るたびに、その3次元構造が気になっていた。著者の1人が以前にレーダーエコーの3次元表示を試みたところに比べて(Fujiyoshi *et al.*, 1991),最近グラフィックスソフトがはるかに使いやすくなり、レーダーエコー画像の3次元表示も多々みかけるようになった。しかし、いまだ渦状エコーの3次元表示は報告されていないようである。そこで、著者の1人が、1992年度気象学会秋季大会シンポジウムの中で報告したケース(藤吉, 1993)を対象として、渦状エコーを3次元表示したので紹介する。

第1図は、藤吉(1993)の図2を作り直したものである。図中に示された風ベクトルは絶対風であるが、それでも渦状の流れが明瞭である。この渦は、石狩湾内の南西の風と、その沖合いの北東の風との間に形成された大きな水平シアー流中で発生し、発達した。この風速場を基本場と擾乱に分けて、擾乱の運動エネルギーを計算すると、水平面内での擾乱の運動量フラックスの軸は基本場の風系に対して風上側に傾いており、基本場から渦へ運動エネルギーが与えられていることが示された。すなわち、渦は主に水平シアー不安定で発達していた。

第2図に、00時14分のレーダーエコーの3次元構造を示す。これ以前の時間帯は、エコーは縀(よ)ったローブに近い形をしていたが、時間と共に捩(ねじ)れの中心部のエコーが消え始め、00時14分には3次元的にツイストした明瞭な渦状エコーが形成された。3次元的な気流場の解析から、中心部でのエコーの消滅は、下降流によるものであることが分かっている。上昇流は、渦状のエコー域に沿って存在するが、画面手前(南

側)で一番強く、画面奥(北側)にいくにつれて弱まっていた。渦が発達する前に観測された2次元的な風系を初期場として、非静水圧雲モデル(川島・藤吉, 2000)でこの渦状擾乱のシミュレーションを行った。第3図は、計算を始めてから2時間後の降雪粒子の3次元分布と、モデル最下層の水平風ベクトルを示したものであり、第2図と似た構造が再現されている。モデルと観測との比較は、渦度についても行われ、これもほとんど同じ構造が再現されている。渦の中心部が下降流であるという解析結果から予想されることであるが、渦の中心部が周囲よりも暖かい、いわゆる暖気核であることもモデルによって確かめられた。

また、この実験では、実際の観測と合うように、湾内の空気は湾外の空気よりも暖かい(密度が小さい)という条件で計算を行った。両者の密度差がなくとも、水平シアーが大きい場合には渦が発生するが、上昇流は形成されず、従って雲や雪はできない。また渦の発達に伴い基本場の水平シアーが急速に解消されるため、渦の寿命は短くなった。一方、南北の空気塊で密度差があると、南側の空気と北側の空気が収束する場所で上昇流が形成され、かつ渦が発生しても強い水平シアーが狭い幅で維持されるため、相対的に渦の寿命は長くなった。

このケースは、ドップラーレーダーの観測範囲内で全く逆の風系が出現し、かつ長時間にわたって渦状擾乱の発達過程をとらえたという点では、極めて稀な観測例ではある。しかし、水平シアーの強い密度流前面に沿って発生する擾乱(例えば、寒冷前線や陸風前線に沿って発生する渦状あるいはキンク状エコー)や、積乱雲からのダウンバーストの前面に沿って形成される竜巻との関連という観点からは、極めて興味深い現象を観測した貴重な事例であると言えよう。より詳しい解析結果は、気象集誌に投稿準備中である。

引用文献

- Fujiyoshi, Y., M. Ohi and G. Wakahama, 1991: Three-dimensional display of radar echoes using the technique of Marching Cubes, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, **8**, 869-872.
 藤吉康志, 1993: 下層風から見た石狩湾上の降雪雲の形成過程, *天気*, **40**, 383-398.
 川島正行, 藤吉康志, 2000: 石狩湾上に発生した小規模渦状擾乱の数値実験, *日本気象学会秋季大会講演予稿集*, **78**, A214.

* Three dimensional radar echo structure of a vortex-like disturbance developed in a strong horizontal wind shear zone.

** Yasushi Fujiyoshi, Masayuki Kawashima, 北大低温研究所.

*** Tetsuya Tsubaki, 北大低温研(現:NOVA(株)).

© 2001 日本気象学会