

ドップラーライダーで検出した「つむじ風」の特性と回転方向

*藤原忠誠¹、山下和也¹、藤吉康志² (1: 北大院・環境科学、2: 北大・低温研)

1. はじめに

晴天弱風日の対流混合層中には、つむじ風や塵旋風と呼ばれる小スケール (直径 10~100m、高さ 100m のオーダー) の鉛直渦が発生することがある (Sinclair, 1966, 1969, 1973; Hess and Spillane, 1990)。つむじ風形成には、浮力と鉛直渦度が必要であり、(1) 環境風に伴う水平シア (Barcilon and Drazin 1972)、(2) 環境風の鉛直シアに伴う水平渦度の Tilting (Maxworthy 1973)、(3) 網目状構造が形成する水平渦度の Tilting (Hess and Spillane 1990; Kanak et al. 2000) が鉛直渦度形成に寄与している。

我々は、3次元走査型コヒーレントドップラーライダー (以下 3D-CDL) を用いて、札幌でつむじ風を観測した (2007 秋季大会)。今回は、3D-CDL を用いたつむじ風の検出法を確立してつむじ風の特性を明らかにし、回転方向と発生時の環境場との関連性を議論する。

2. 3D-CDLを用いたつむじ風の検出と特性

ドップラーレーダー用に開発されたメソサイクロン検出方法 (鈴木ら 2006) を 3D-CDL 用に変更して、以下の手順でつむじ風を検出した。1. 方位微分が閾値以上の領域を抽出。2. 近傍における極大値及び極小値の抽出。3. Rankin 複合渦を仮定し、フィッティング。4. 時間連続性を考慮し、ノイズを除去。5. 生データを用いて、極大値、極小値から直径、速度差、渦度を求める (レーダー観測 (Bluestein et al. 2004) と比較するため)。

つむじ風が多数検出された 06/10/4、07/6/22、07/6/25 の事例を用いて、得られた特性を表 1 にまとめた。過去の観測と比べ、直径がやや大きく、渦度がやや小さいが、3D-CDL の分解能 (視線 50m、方位角 9~90m) を考慮するとほぼ同等である。回転方向は、本観測では反時計回りが多数の日が 2 事例、両方の回転方向が観測された日が 1 事例であり、同程度観測された過去の観測 (Kanak 2005) と異なっていた。

3. つむじ風発生時の環境場と回転方向

3 事例におけるつむじ風は、晴天または曇天の弱風日であり、大気境界層が発達していた昼近くに観測された。07/6/22 では、網目状構造下でつむじ風が検出された (図 1)。一方、06/10/4 (2007 秋季大会の事例) 及び 07/6/25 では、網目状構造及び水平シアの大きい領域で、検出された (図は略)。

反時計回りが卓越した 06/10/4 の事例では、札幌周辺の一般風 (札幌市マルチセンサーデータ) は南東で、石狩湾からは北西風の弱い海風が進入し、観測範囲は、概ね正の渦度場であった。つまり、つむじ風の回転方向と整合的であり、07/6/25 の事例も同様であった。一方、07/6/22 の事例では、観測範囲内は弱風で、明瞭な渦度場は形成されていなかった。

4. 今後

つむじ風の検出法を適用したことにより、客観的な検出が可能になった。この 3 事例以外にも、海風前線に渦状擾乱が形成されている事例も検出できている。つまり、「つむじ風」を、晴天弱風時に出現するマイクロスケールの渦と定義すると、網目状構造が形成する水平渦度の Tilting と、水平シア不安定の両方が寄与している可能性がある。今後、環境場が「つむじ風」の特性にどのような影響を与えているのか、また、札幌のような都市と砂漠のような平坦で発生する「つむじ風」の発生条件の違いについても明らかにしていく予定である。

表 1 つむじ風の特性 (観測期間は、06/10/4 が 12:21-12:31、07/6/22 が 11:48-12:33、07/6/25 が 11:48-12:33。B2004 (Bluestein et al. 2004) は、レーダー観測、K2005 (Kanak 2005) は過去の観測のまとめを示す。)

	Diameter	Maximum vorticity	Horizontal velocity	Rotation sense
	(m)	(s ⁻¹)	(ms ⁻¹)	+/-
06/10/4	40-160	0.25	7.7	10/0
07/6/22	70-170	0.21/-0.13	5.5	8/4
07/6/25	40-200	0.37	5.7	14/2
B2004	30-130	1	13.5	3/1
K2005	10-141		20	Random

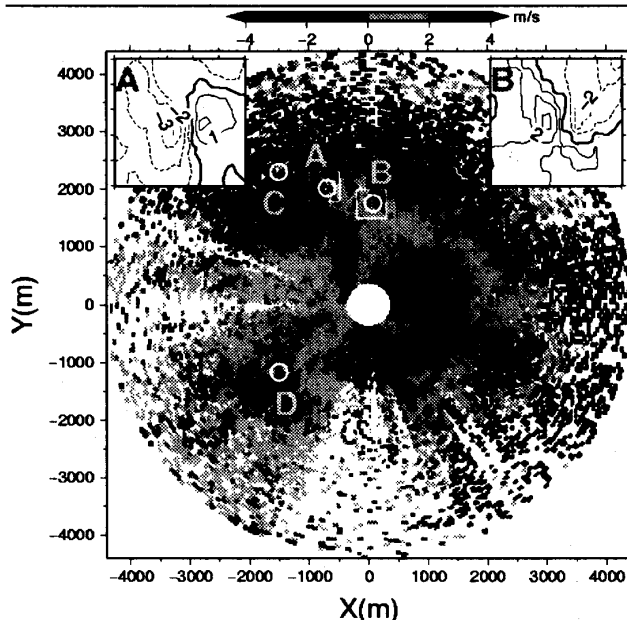


図 1 ドップラー速度分布図と検出されたつむじ風 A~D (07/6/22 12:29、PPI 仰角 2.2 度)。四角 A、B は、つむじ風 A、B の拡大図。ドップラー正が CDL から遠ざかる速度で、コンターは 1ms⁻¹ 間隔。謝辞: 気象研究所の鈴木修氏には、メソサイクロン検出プログラムを使わせて頂き、使用方法やパラメータについて教えて頂きました。札幌市マルチセンサーデータを (株) 札幌情報総合センターより提供して頂きました。記して感謝致します。