

2010 年 12 月 12 日 庄内平野に突風をもたらしたシアラインの構造と形成機構

* 益子 渉¹, 猪上 華子¹, 林 修吾¹, 楠 研一¹, 星野 俊介¹, 新井 健一郎³, 下瀬 健一², 楠目 雅子²,
西橋 政秀², 山内 洋¹, 鈴木 修¹, 森島 啓行³, 足立 啓二³
(¹: 気象研究所, ²: アルファ電子/気象研究所, ³: 東日本旅客鉄道)

1. はじめに

2010 年 12 月 12 日、シアラインの通過に伴い庄内平野で突風が観測された。突風発生時の総観場は、寒冷前線が通過した後の弱い冬型の気圧配置で (図 1)、シアラインや突風の発生を示唆するような場ではなかった。このような状況下におけるシアラインの形成機構を理解することは、科学的な興味だけではなく、突風発生のパテンシャルを知る意味で防災上極めて重要である。今回このシアラインの構造解明を目的としてゾンデによる特別観測を行い、さらに数値シミュレーションによってシアラインの形成機構の解明を行ったので報告する。

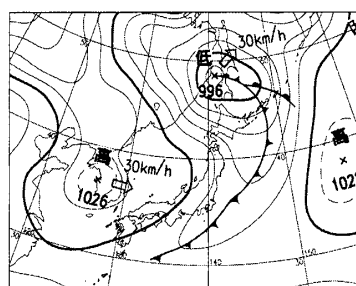


図1. 地上天気図 (2010 年 12 月 12 日 03JST).

2. 突風発生時の地上気象データの特徴

突風発生時の約半日前にあたる 11 日 13JST 頃、寒冷前線が庄内平野を通過し、風向が西よりに変化したが、顕著な温度低下は見られなかった (猪上他; 2011 春季大会)。その後 12 日 01:20JST 頃、明瞭なシア (WSW→WNW) と約 3 度の温度低下を伴ったシアライン (SL1) が庄内空港を通過し (図 2)、滑走路東側の観測点では 22.6m/s の最大瞬間風速が観測された (図略)。そして、05:30JST 頃風向がさらに北寄りに変化し、約 2 度の急激な温度低下を伴ったシアライン (SL2) が通過し、滑走路西側の観測点において最大瞬間風速 23.2m/s の突風が観測された (図 2)。ドップラーレーダーによる観測によって、この時上空にマイソサイクロンの存在が確認されている。

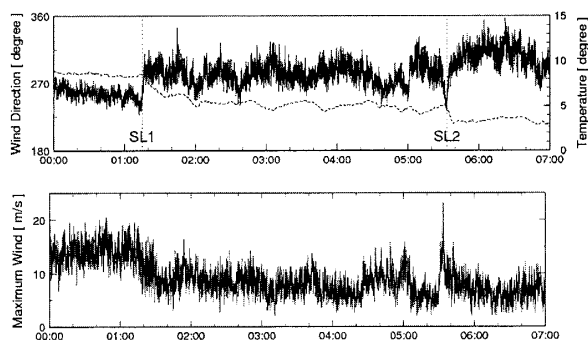


図 2 庄内空港 (滑走路西側) における地上気象データ (風向; 上段実線、気温; 上段破線、最大瞬間風速; 下段) の時系列。

3. 観測されたシアラインの鉛直構造

酒田のウィンドプロファイラによると、SL1 は高度約 700m 以下でのみ検出され、風向の変化が明瞭であることが分かる (図 3)。SL2 は高度約 1.5km に達し、風がさらに北寄りに変化しているが、高度 600m 以上でシアがより顕著な構造となっている。この SL1 の温度構造を明らかにする目的でゾンデによる集中観測 (最大 30 分毎の観測) を行った。その結果、SL1 は、高度約 700m まで約 3K の大きな水平温位傾度をもっており、高度約 1.3km まで弱い温位傾度を伴っていることが明らかになった (図略)。これらのことから SL1 はごく薄い下層寒気の流入に伴うものだったと言える。

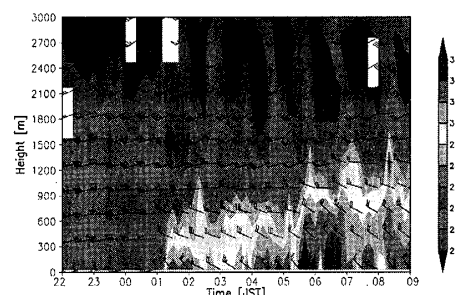


図3. ウィンドプロファイラ (酒田) による風向 (シェイド, 360 度)・風速 (長矢羽根; 5m/s) の時間-高度断面図。但し、地上データは酒田特別地域気象観測所の値を使用。

4. 数値実験

シアラインの詳細な構造と形成機構の解明を目的として、気象庁 NHM を用いて水平解像度 2km の実験を行った。初期値、境界値には 11 日 00JST の気象庁領域解析 MANAL を使用し、33 時間積分を行った。その結果、寒冷前線を伴った低気圧の中心が朝鮮半島から沿海州に沿って北北東進したために、朝鮮半島付け根の長白山脈の影響を強く受けて、後面の大陸からの寒気の流入が遅れたことが明らかになった。そして、本事例では大陸からの寒気の南下が弱かったために、長白山脈南周りの寒気の流出が弱く、日本付近ではほとんど温度低下を伴っていなかった。そのため長白山脈北側から日本海へ流出した寒気 (図 4) の南側の境界は、大きな温度傾度・シアを伴うことになり、SL1 を形成した。SL2 の構造と形成機構については発表当日議論する予定である。

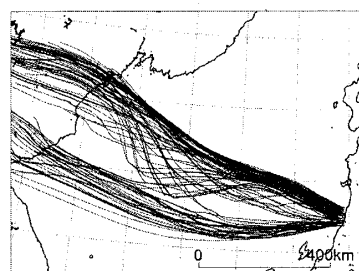


図 4. 01:00JST の庄内平野沿岸 (SL1 周辺) を起点として計算したトラジェクトリ解析の結果 (水平面へ投影)。

謝辞: 本研究は独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構の「運輸分野における基礎的研究推進制度」事業により研究助成を受けた。