

# 新潟県内における冬の季節風と陸風によるシアーライン発生の数値実験

高野 哲夫 (株)SnowCast / (社)日本気象予報士会)

## 1. 諸言

冬型の気圧配置が形成されると、新潟県内では北西寄りの季節風が吹き荒れる一方、陸上ではこれに対抗するような南東寄りの陸風が発生し、この両者の収束域にはシアーラインが形成される。その位置は、季節風が弱く陸風の影響が卓越する場合には沿岸寄りとなる一方、季節風が強い場合には陸風の影響が弱まるのにつれて山地寄りにシフトする傾向が見られる。さらに、降雪はこのシアーライン付近を中心に起こりやすい。

新潟県内の降雪に関する研究は、これまで数多く報告されている。例えば、岩本ら(2007)の主成分分析の結果、新潟県を含む北陸地域では、総観場の風向によって降雪雲が山岳を回り込む時には平野部で降雪が発生し、斜面を上昇する時には山地で降雪が発生する事が示唆された。一般に、ベル型の山岳を乗り越えようとする風の流れが  $Fr \gg 1$  の場合は山を乗り越え、 $Fr \ll 1$  の場合は迂回することが知られている(但し、 $Fr$ はフルード数)。従って、岩本ら(2007)でもこの特性が現れたものと推測できる。

本研究では、冬の季節風の風速と風向に着目し、フルード数と風向を変化させ、LESによる数値実験を試みた。

## 2. 理論解析と数値実験の概要

本研究では、物性値一定と乾燥大気場を仮定し、基礎方程式には非圧縮性ナビエ・ストークス方程式(1)と熱エネルギー方程式(2)からなる連立非線形偏微分方程式を用いた。ここでは、コリオリの力や地球の曲率は考慮していない。

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{u_i u_j}) + \frac{\bar{\theta}}{Fr^2} \delta_{i3} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial x_j} = \frac{1}{Pr Re} \frac{\partial^2 \bar{\theta}}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{u_j \theta}) \quad (2)$$

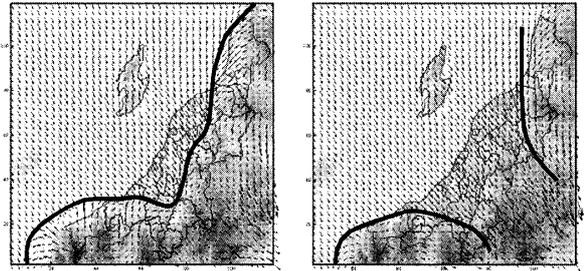
ここで  $t$  は時間、 $x_i, x_j$  は変位、 $u_i, u_j$  は速度成分、 $p$  は圧力、 $\theta$  は温位、 $Re$  はレイノルズ数、 $Pr$  はプラントル数、 $Fr$  はフルード数である ( $Re = 1.02 \times 10^9, Pr = 0.71, Fr = 0.4 \sim 0.7$  を適用)。数値モデルは高野(2009)を踏襲し、初期状態においては高度  $H_0$  より下層の温位  $\theta_0$ 、上層の温位  $\theta_0 + \Delta\theta$  で各々様様な二層構造を仮定した。また、季節風の鉛直プロファイルは、新潟県内で降雪が観測された日の平均的な分布を適用した。

## 3. 数値実験の結果

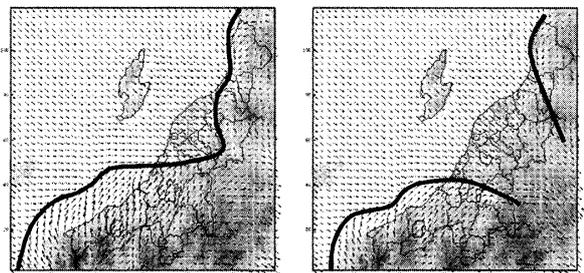
低フルード数の(季節風が弱い)状態ではシアーラインは沿岸付近で明瞭となる(里雪型)が、フルード数が高まる(季節風が強まる)のにつれて内陸側にシフトし、やがて断裂し、次第に消滅(山雪型に遷移)していく傾向が見られる。また、季節風の風向が西の場合は  $Fr = 0.50$  の段階に達してもシアーラインが持続する一方、北風成分が入るとより早い段階で断裂が始まり、山雪型に遷移しやすい(第1~4図)。

## 4. 謝辞

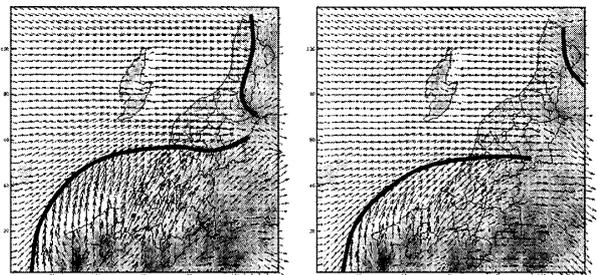
本研究の進めるに当たり、株式会社 SnowCast 代表取締役の杉浦聡気象予報士より、新潟県内の局地気象に関して有益なアドバイスを頂いた。記して謝意を表する。



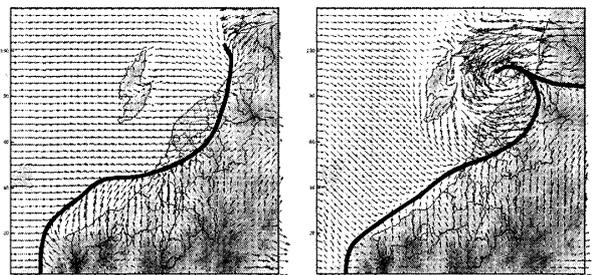
第1図.北北西の季節風の場合 (左:Fr=0.40,右:Fr=0.45)



第2図.北西の季節風の場合 (左:Fr=0.45,右:Fr=0.50)



第3図.西北北の季節風の場合 (左:Fr=0.30,右:Fr=0.35)



第4図.西北北の季節風の場合 (左:Fr=0.35,右:Fr=0.50)

## 5. 参考文献

岩本勉之, 中井専人, 佐藤敦司, 2007: 新潟、北陸地域の降雪分布の特徴. 2007年度秋季大会講演予稿集 P379, 日本気象学会.  
高野哲夫, 2009: 3次元熱流体数値モデルの独自開発—山形県置賜地方の冬季局地風への適用—. 天気, (56), 471-476.