

ドップラーライダーによる清川ダシ観測・解析と数値モデルとの比較 Comparison of Coherent Doppler lidar observations of Kiyokawa-dashi and numerical simulation

橋口太一郎^{1,2}, 石井昌憲², 佐々木華織³, 沢田雅洋⁵, 岩井宏徳², 菅野洋光³,
水谷耕平², 松島大⁴, 余偉明⁵, 山崎剛⁵, 岩崎俊樹⁵

Taichiro Hashiguchi^{1,2}, Shoken Ishii², Kaori Sasaki³, Masahiro Sawada⁵, Hironori Iwai², Hiromitsu Kanno³,
Kohei Mizutani², Dai Matsushima⁴, Weiming Sha⁵, Takeshi Yamazaki⁵, Toshiki Iwasaki⁵

1. 首都大学東京, 2. 情報通信研究機構, 3. 農業・食品産業技術総合研究機構, 4. 千葉工業大学, 5. 東北大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. National Institute of Information and Communications Technology,
3. National Agricultural and Food Research Organization, 4. Chiba Institute of Technology, 5. Tohoku University

Abstract: The Kiyokawa-dashi (strong local wind) was observed with a Coherent Doppler Lidar (CDL) at the exit of the Mogami Valley, in Kiyokawa (38.80°N, 139.97°E, 20m MSL) and showed specific wind structure. In this study, Kiyokawa-dashi is numerically simulated using non-hydrostatic model (NHM) developed by the Japan Meteorological Agency (JMA). The observed characteristics were reproduced; the strong southeasterly wind was extremely low about 0.0-0.5 km AGL. But other results were not in agreement with the CDL observations. So I am going to perform down scaling to 100 m for more realistic comparison with the CDL observations.

1. はじめに

清川ダシは山形県庄内平野で東高西低の気圧配置の下で最上川の峡谷口周辺から庄内平野中程の周辺で吹く東から南東寄りの強い局地風である。清川ダシは稲作に対して大きな影響を及ぼしてきたが、これまで地上風の観測が主なものであったためにその発生機構は十分には明らかにされていない。局地的な大気の循環のメカニズムを理解するためには地上風だけでなく上層の風の3次元的な構造を知る必要がある。情報通信研究機構(NICT)により2007年夏季にコヒーレントドップラーライダー(以下、ライダー)による清川ダシ観測が実施された。前回の本シンポジウムでは7月18日18時~24時のライダー観測データを解析した結果、観測された清川ダシは特異な風の構造をしており、これは庄内平野の東に位置する峡谷などの複雑な地形が影響していると報告した。この構造を気象学的に理解するためにはライダーで観測可能な風の場合以外の気象要素(温位など)の情報が必要である。本発表では数値モデル(JMA-NHM)を用いて観測された清川ダシを再現し、ライダー結果との比較及び清川ダシの発生機構などの物理的なメカニズムについて考察を行う。

2. 数値実験

本研究ではライダー観測から得られた風の場合との比較のために、数値モデルによりライダー観測と同時刻における清川ダシの再現実験を行う。数値実験は気象庁・気象研究所で開発された非静力学モデル(JMA-NHM)を使用する。ライダーにより観測された清川ダシの構造は数100mスケールであり、細かい構造を再現するには格子間隔を100m~数10mにする必要がある。これにはダウンスケール(環境場の低解像度気象情報が既知の場合に高解像度の局地気象情報を推定する手法)を用い、水平格子間隔を10km→4km→1km→300m→100mと変化させ計算を行う。本発表は水平格子間隔1kmまでのダウンスケール結果について報告する。10km格子のメソ客観解析データ(MANAL)を初期値・境界値に用いて4km格子にネストし計算を行い、その結果を1km格子にネストし計算を行う。4kmの計算領域は総観場の状況適切に取り込む為にライダーの位置を中心とした400km四方、1km格子の計算領域は風上の風の場合をより細かく再現する為に200km四方である。鉛直には最下層10mで42層の鉛直格子を取っている。地形は国土地理院の10mメッシュデータを各水平格子間距離に合わせた解像度に変換したものを使用している。雲物理過程は暖かい雨を使用し、1km水平格子計算の際には対流パラメタリゼーションを用いない。SSTはNOAA OISST(1.0度格子)を使用した。解析期間は2007年7月17日18時から19日6時までの36時間である。雲放射過程においては相対湿度から診断した雲量を利用している。細かい空間解像度での数値実験は莫大な計算時間を要するため、スーパーコンピュータ(NEC SX-8R)を用いて計算を行う。

3. 数値実験結果

前回の発表において、ライダー観測により得られた風の構造は庄内平野の中央付近に強風域が存在し、高度約800m以下に波状構造をした強風層が存在していること、また、ライダーの位置から海側へ2~3kmいった下流地点に周囲や上層より風速が遅い部分が存在していることを報告した。Fig1(a)は4km水平格子計算の地表面風の結果であり、ライダー結果と同じような東寄りの風が再現されていることが分かる。Fig2(a)は4km水平格子計算の東西鉛直断面風・等温位線であり、高度約500m以下に温位が密集しているこ

とが分かる。これは大気が強安定になっていることを示唆し、蓋の役割として大気を閉じ込めた結果、強風層が高度約500m以下に限定されているという、ライダー結果からの考察と一致している。しかし、格子間隔が粗いため波状構造のような風の細かい構造は見えない。Fig.1(b)の1km水平格子計算の地表面風の結果では庄内平野内部に強風域が限定されている。酒田付近では風が1m/s以下と淀んだ結果になった。しかし、アメダス風速データを見ると約3m/s吹いていることから、現段階での再現性は十分ではないと考えられる。Fig2(b)は1km水平格子計算の東西鉛直断面風・温位の計算結果でありFig2(a)の結果と同じように強安定層が再現され、風速も少し強くなっている。風速はライダー観測の値に近くなったが、ライダー観測結果で見られたような波状構造など特異な構造は見られなかった。

5.まとめ

ライダー観測から得られた風の場合との比較のために、数値モデルによりライダー観測と同時刻における清川ダシの再現実験を行った。数値実験は庄内平野での強風域や上空の強安定層を再現したものの、現在の結果ではライダー観測結果で見られた強風層の波状構造などの再現性が十分とは言えない。詳細な風の構造を見るためにはダウンスケールを用いて1km以下の空間解像度での数値実験を行う必要がある。また、峡谷を埋めるなどの地形を変化させた場合や環境場を変化させた場合での数値実験(感度実験)を行い、どのような要素が清川ダシの発生機構に重要な役割を果たしているのかを調べる予定である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究(A)(課題番号19204046、代表者岩崎俊樹)の助成により実施されました。

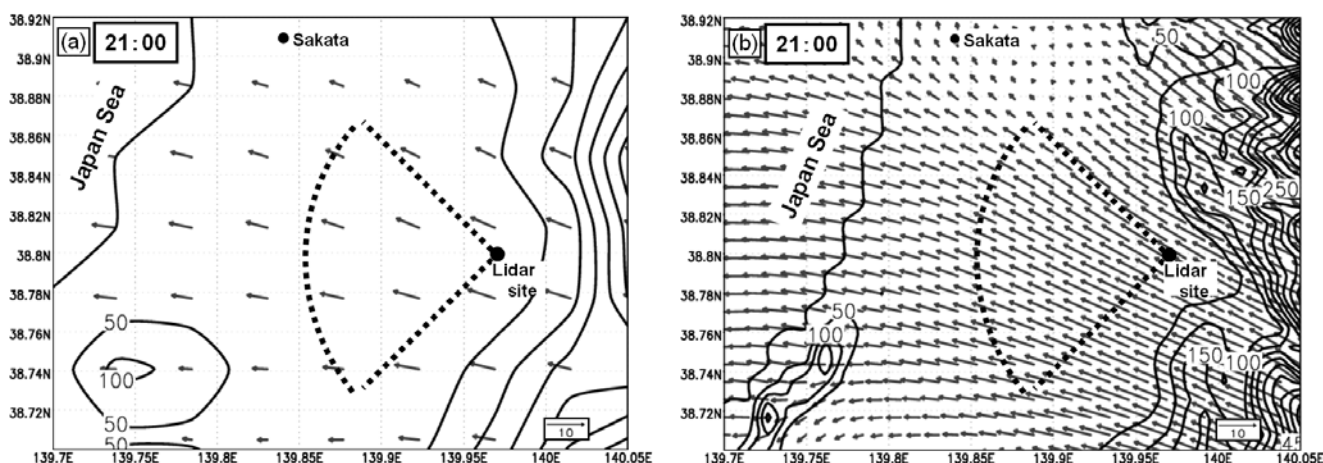


Fig.1 Surface horizontal wind speed and vector of (a) 4km grid and (b) 1km grid. Thin contour lines are topography and a sector enclosed with black dotted line indicates the Lidar observations area of 10km.

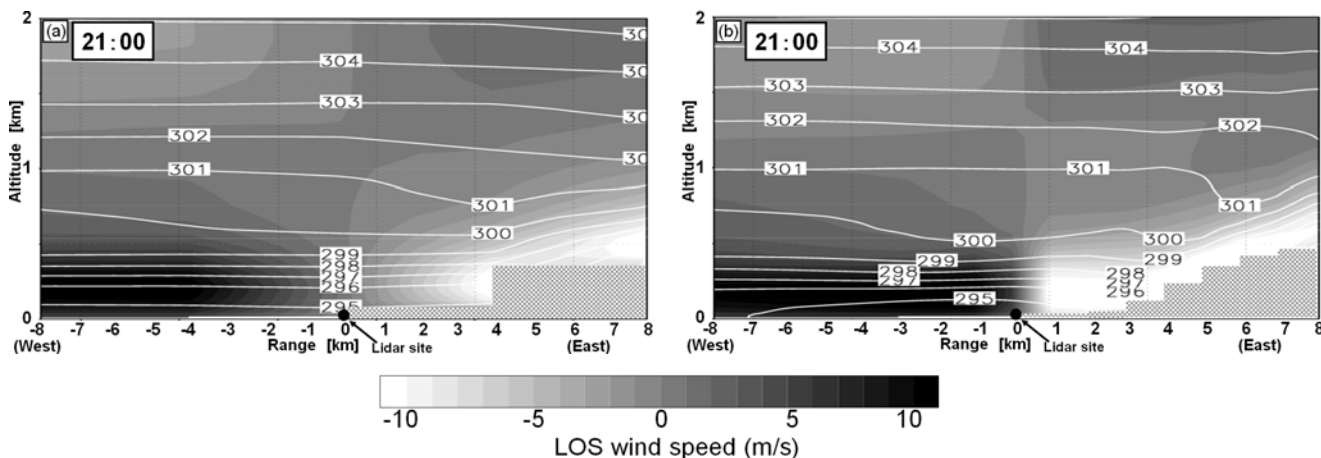


Fig.2 Line-of-sight (LOS) wind speed and the potential temperature in east-west cross section are represented as color density and thin contour lines in 1 K increment for (a) 4km grid and (b) 1km grid. The hatched areas are topography.