

コヒーレントドップラーライダーによる清川ダシ観測 Coherent Doppler lidar observations of Kiyokawa-dashi

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

Taichiro Hashiguchi¹, Shoken Ishii², Kaori Sasaki³, Hironori Iwai², Hiromitsu Kanno³, Kohei Mizutani²,
Dai Matsushima⁴, Weiming Sha⁵, Masahiro Sawada⁵, 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 at the exit of the Mogami Valley, in Kiyokawa (38°48'N, 140°00'E, 20 m MSL) during the period from 18:00 to 24:00 JST July on 18, 2007. On the basis of Range height indicator and Plane position indicator scans, the coherent Doppler lidar was able to detect the three-dimension dynamical structure of the Kiyokawa-dashi up to 8-10 km downstream from the Kiyokawa observation site. The hydraulic jump-like features were observed by the coherent Doppler lidar in the northwestern direction from lidar, but these features were not clear in the western direction from the lidar. Analysis of the wind data from the lidar and the weather stations showed that the observed Kiyokawa-dashi had a complex three-dimensional structure.

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。これまで清川ダシ発生域の気象観測データが不十分であったために、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。本発表ではコヒーレントドップラーライダー（以下、ライダー）を用いて2007年7月18日に庄内平野で観測された清川ダシの風の様子を可視化した結果と、庄内平野内に設置した複数のプロペラ式風向風速計とアメダスの地上風データとライダーの観測データを比較した結果から発生機構を考察する。

2.観測概要

観測地点をFig.1に示す。ライダーは最上峡谷近くの清川に設置した。風の計測は1時間毎にVAD法を1回、鉛直走査[RHI]と水平走査[PPI]を複数回、という組合せで行った。VAD法では、仰角は20°と70°、それぞれの仰角に対し20°ごとに方位角を変えながら18方向計測した。この走査により風の高度分布は、下層は300mから4km付近まで得られた。鉛直走査は方位角を315°に固定し、仰角を0°から180°に変えながら計測した。また、仰角を1°に固定し、方位角を225°から315°と変えながら計測する水平走査[PPI]を行った。Fig.1の破線で囲まれた範囲はライダーによりPPI走査で観測された範囲を示し、一点鎖線はライダーによりRHI走査で観測された西方向と北西-南東方向を示す。またプロペラ式風向風速計(YOUNG,05103)の設置位置を■で示す(Naは成興野、Kaは狩川、Maは廻館、Siは下堀野、Myoは茗荷瀬、Hiは広野)。プロペラ式風向風速計は10分ごとの平均値で風向風速を求めている。アメダスの位置を●で示す(Saは酒田、Haは浜中、Tuは鶴岡)。

3.気象概況

観測日前後は清川周辺で等圧線が南北に走り、清川ダシが発生しやすいとされる東高西低の気圧配置であった。また、客観解析データによると清川上空の温位はライダー観測時(21:00)で高度約800mより上空では温位勾配が大きく安定な大気であり、一方で下層では温位勾配はさらに大きく強安定であった。仙台のゾンデでは高度約1200m、秋田のゾンデでは高度約500~700m付近に逆転層が存在していた。これより下層には非常に安定な層が存在していたことが示唆される。

4.観測結果

プロペラ式風向風速計とアメダスにより観測された各地点での風速風向をFig.1に示す。各地点の風向は東から南東の風であり、成興野、狩川、廻館、茗荷瀬、広野、浜中では風速が速く、下堀野、酒田、鶴岡では風速が遅い。また、Fig.2にライダーから西方向の視線方向速度分布の鉛直断面を示す。強風層が高度約500m以下に存在し、この強風層は峡谷を離れるとともに徐々に厚さが薄くなっている。Fig.3にライダーから北西-南東方向の視線方向速度分布の鉛直断面を示す。高度約800m以下の強風層が波状構造をしていることが分かる。観測地点より海側へ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。これは最上峡谷口で強かった風が、峡谷口から離れるとともに一度やや弱まり、また強風域が出現していたことを示す。この現象は Fig.4 に示した水平断面の視線方向速度分布にも現れた。この結果は庄内平野でハイドロリックジャンプが起きていた可能性を示唆している。また、ライダー観測位置から南東に約 4km 付近の峡谷内で風速が速くなっていることも確認できた。一方、Fig.2 に示した峡谷から西方向では明確なジャンプのような構造は確認できない。また、プロペラ風向風速計で得られた下堀野の風速は比較的峡谷口から近いにもかかわらず、他の地点に比べ非常に弱い。下堀野の位置はジャンプにより形成された下層の弱風域と重なる。つまり、ハイドロリックジャンプは峡谷の西では発生せず峡谷出口の最上川の走行に沿った北西でのみ発生していたことが示唆される。

5.まとめ

コヒーレントドップラーライダーとプロペラ風向風速計の観測結果から清川ダシは非常に複雑な 3 次元構造をしていることを示した。清川周辺で強風となった原因は清川の東に位置する山岳からのおろし風がライダー観測位置から南東（峡谷の方向）に約 6km の地点の南北に伸びる山の稜線の鞍部での風の水平収束による地峡風（gap wind）により風が強め合うことで発生した可能性があると考えた。また、これらにより生じた強風層は上層の逆転層に蓋をされることで内部重力波として下流に伝播したものが波状構造として現れたと考える。今後はフルード数などを検討し、ハイドロリックジャンプ等の可能性についてより詳細に調査する予定である。

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。

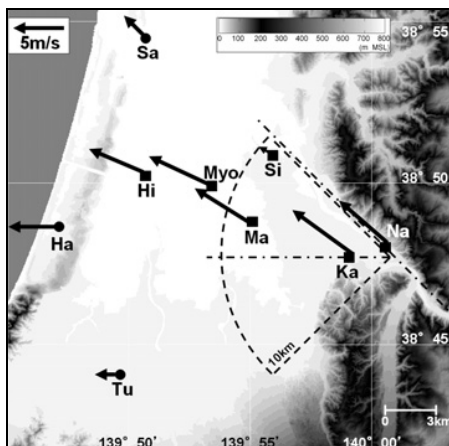


Fig.1. Map of investigated areas with the locations of coherent Doppler lidar and nine automatic weather stations. The arrows show the wind vectors obtained from the weather stations at 21:00 JST on July 18,2007.

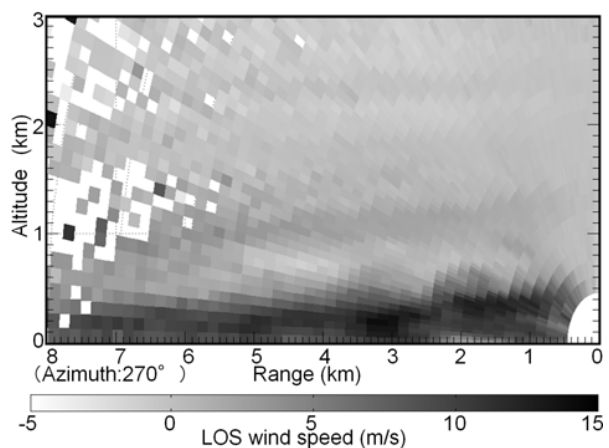


Fig.2. Vertical cross section of LOS wind speed in western direction from lidar from 20:49 to 20:53 JST on July 18, 2007.

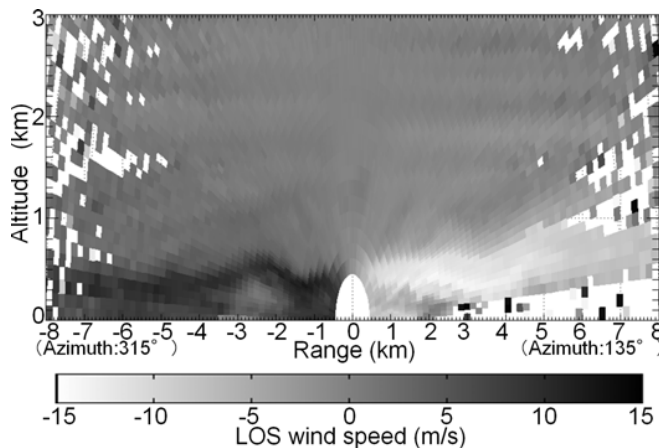


Fig.3. Vertical cross section of LOS wind speed in direction of predominant wind along Mogami Valley (AZ=135°) toward Shonai Plain

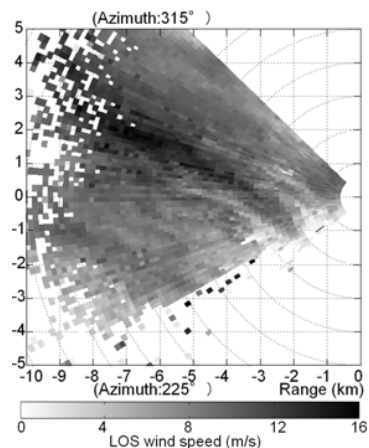


Fig.4. Horizontal cross section of LOS wind speed measured by PPI scan from 20:56 to 21:03 JST on July 18, 2007.