

II-42 石狩湾における地形を考慮した風場の解析 とレーダーエコーの推移の推定

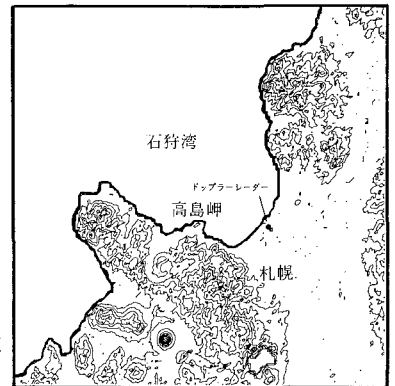
北海道大学大学院 学生員 中山 恵 介
北海道大学 正 員 長谷川 和 義

1. はじめに

雪雲の移動を予測することは降雪対策上極めて重要であり、現在までに様々な予測方法が考えられている。本研究は、従来の方法では無視されがちであった地形の効果を取り入れて雪雲の移動をみようとするものである。石狩湾に雪雲が進入してくる際に、高島岬付近を跳ね出し点とする筋状の雲がしばしば認められ、札幌への降雪状況に大きな影響をもたらしている。これは岬周辺の地形効果によって生じている可能性が高い。そこで、本論文では温度変化や水蒸気量など気象要因を考慮するまに、それらを除いた地形効果のみで風場のどの様に変化するかを3次元シアフローモデルを用いて調べた。このようにして求めた風場を用いて、2次的にレーダーエコーを推移させた。

2. 風場の解析に用いた基礎方程式

地球の自転および地形効果を考慮した風場の解析手法としては、代表的なものにKaoにより考え出された方程式および解が存在する。この方程式の特徴は、水平方向においては圧力の効果を無視し、鉛直方向においては圧力の効果のみを考慮することにより、流線が地形に平行するという仮定の下で風場を求めていることである。しかし、著者らが着目した高島岬周辺を跳ね出しとする雪雲はこれまでの研究¹⁾で考察したように、何らかの渦の影響をともなっており移動していると思われる。そこで、Kao解によって表現することの出来なかった渦の影響を考慮するために、Kao方程式に圧力項を加えた式に対してKao解を0次解とする摂動方程式をつくり、数値解法により風場を求めることにした。



160km×160km

図-1 摂動計算に用いた地形の200m毎等高線図

3. 風場の解析結果

計算に用いた範囲は図-1(縦横160km×160km)の通りである。計算において地形勾配が大きな影響を及ぼすため、地形の高周波成分をFourier級数展開を用いて取り除き滑らかなものへと変化させた。境界条件は地表面において風速0m/sec、地衡風高度3kmとした。地衡風高度3kmとした理由は今回取り扱った雲が冬期におけるものであり、雪雲は主に低高度に存在するからである。初期条件として地衡風の風向風速を与えなければ計算が行えない。そのため、石狩湾入り口に配置されたドップラーレーダーのデータをVAD法により鉛直風速分布に変換したものを用いて地衡風を推定した。尚、ドップラーレーダーは本学低温化学研究所雪氷気候講座所有のものである。図-3は、1992年1月28日午前1時の地衡風風速16m/sec、風向北を軸に時計回り280度の条件を与えた場合の高度900mにおける計算結果を示すものである。高島岬周辺後方において僅かながらも風の回り込みが見える。

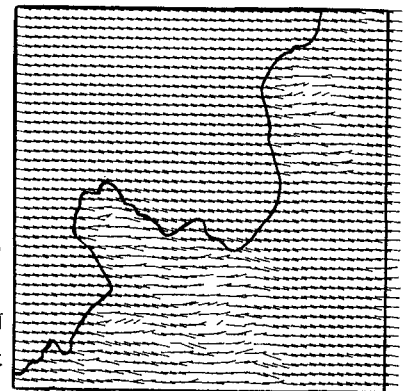
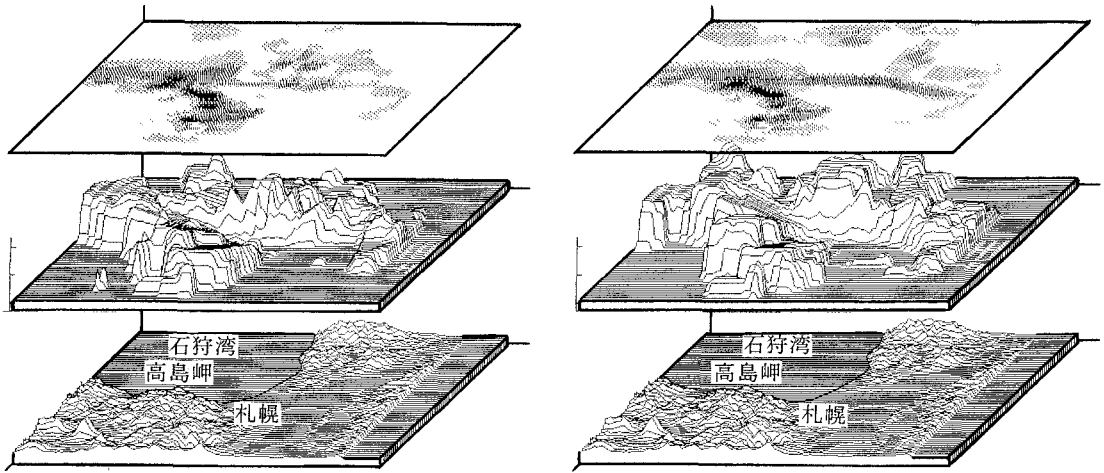


図-2 高度900mにおける摂動計算後の速度ベクトル

4. レーダーエコーの推移

レーダーエコーは地衡風解析時と同じものを用いることにし、多仰角のデータを直交座標系に落としてエコー強度とした。1992年1月28日午前1時と午前2時のエコーの様子を図-3、図-4に示す（下段は地形、中段は10dbのエコー強度の高度分布、上段は900mにおけるエコー強度）。3. で得られた1992年1月28日午前1時の水平断面900mにおける風速分布と今回得られた高度900mにおけるレーダーエコー強度を用いて、2次的にエコーを推移させ1時間後を予測したものが図-5である。図-3、図-4の雪雲状況は、地形による停滞域（上段左部）と移動域（上段右部）の共存が特徴的である。しかし、本シミュレーションでは停滞域の推定がなされず、移動後の雲の様子がかかなり異なっている。高島岬下流部における広い剥離域の発生、および石狩湾口周辺の風の収束といった特徴が今回の計算において余り的確に表現できなかった為と思われる。



（下段は地形、中段は10dbのエコー強度の高度分布、上段は900mにおけるエコー強度）

図-3、図-4 1992年1月28日午前1時、午前2時におけるレーダー反射強度及び同範囲の地形

5. おわりに

風場の再現が不十分であった原因として、摂動計算における地形の与え方、せん断力表現の不適切、温度影響の無視などが考えられる。今後一つ一つ詰めていきたいと考えている。雪雲を単純に推移させただけでは停滞性の雪雲などは表現できないため、エコーの発達衰弱を考慮できるようなモデルの開発が望まれる。しかし、海上付近に発生している雪雲の石狩湾への進入は摂動方程式を解いて求めた速度分布にのせ移動させるだけで比較的よい予測が出来るものと思われる。

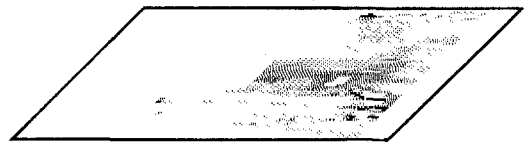


図-5 1時間予測の結果

《謝辞》

本研究を進めるにあたり開発土木研究所の中津川誠氏、本学低温化学研究所の大学院生佐藤晋介氏にデータの入手等多くの助言を頂いた。記して感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 長谷川和義、藤田陸博、中山恵介：石狩湾の雪雲発生時における風場の解析とレーダーエコーの推移の推定、土木学会北海道支部論文集第49号、p. 537-p. 542
- 2) S.K. Kao: An Analytical Solution for Three-Dimensional Stationary Flows in the Atmospheric Boundary Layer over Terrain, JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY, APRIL 1981, p. 386-p. 390
- 3) 保原 充、大宮司久明編：数値流体力学、東京大学出版会