

II - 253

カイト気球を用いた冬期石狩湾冷気流観測

北海道大学 正員 中山 恵介
 北海道大学 正員 長谷川和義
 北海道大学 正員 藤田 睦博

1. はじめに

冬期石狩湾周辺において、札幌に豪雪をもたらす雪雲のパターンは幾つか存在する。その一つに冷気流張り出しをともなった雪雲がある。中でも冷気流張り出しをともなった雪雲は、降雪量が多く社会に及ぼす影響は非常に大きい。現在、本学低温科学研究所等により、その雪雲発生から衰退まで多くの観測結果が得られており、冷気流が雪雲形成及び雪雲推移推定に大きな影響を及ぼしていることが確認されている。これらは主にレーダーデータであり、冷気流内部の物理的なデータを与えるものではない。そこで本研究の目的は、雪雲発生の大きな要因である冷気流推移の予測を行う上で重要な冷気流内部の温度・湿度および冷気流の成長具合をカイト気球により観測することである。

2. 冷気流張り出しをともなった雪雲とは

冬期夜間の冷却により地上の大気が、ある一定の割合で周りの寒気よりも冷たい冷気となる。冷気は寒気より冷却されており、密度が寒気より大きくなっている。このように発生した冷気は山間部において2層流のごとき振る舞いをし、流れ出してくる。山間部を降下してきた冷気流は海上へと張り出す。海上に張り出した冷気流は、張り出しと逆の風向を持つ寒気（モンスーン）との摩擦により釣り合い、フロントを形成し停滞する。寒気は冷気流フロントにおいてその形状故上昇流を生じ、その上昇流により雪雲が発生する。図-1に本学低温科学研究所のドップラーレーダーにおいて観測された、冷気流張り出しをともなった雪雲発生状況鉛直断面図を示す。海上に冷気流が張り出しフロントを形成し、そのフロントで大きな上昇流が生じ雪雲が発生している様子が確認されている。

これまでの研究で、鉛直断面2次元的な取り扱いをした冷気流張り出しは、密度流的な考え方および熱交換を考慮することにより再現されることが解析的に確認されている。本研究はその解析結果の有効性を証明するものでもある。

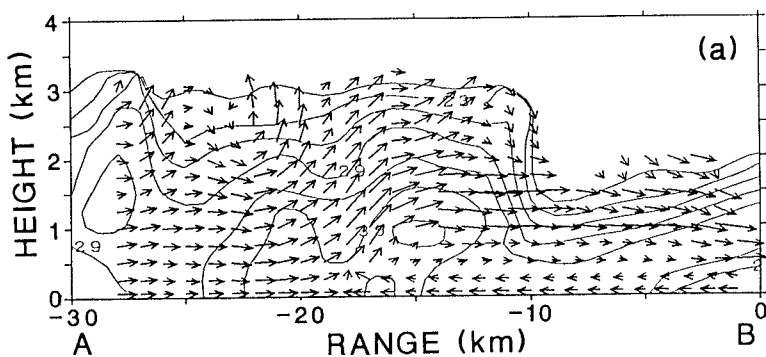


図-1 冷気流張り出しをともなった雪雲の観測結果

(図-1のベクトル図は、本学低温科学研究所業績代3509号の『2台のドップラーレーダーによる3次元風速場の推定』：佐藤晋介、若濱五郎から引用した。)

3. 観測方法

観測は石狩川河口付近で行った。図-2に観測に用いたカイト気球を示す。カイト気球はおよそ長さ5.9m、直径1.6m、容量5.25mであり、3kg程度の重さであればおよそ1km程度まで上昇させることができる。このカイト気球に温度・湿度・気圧を計測できる計器を取り付ける。観測の方法は、2時間に一度の観測を基本とし、前半一時間を用いて計測を行い後半一時間でデータ採取を行った。今年度観測は一回一晩の観測とし計3回行った。カイト気球の性質上、風速がおよそ3m/sec以上となると係留することが難しく冷気流が発生している風速が小さな場合のみの観測となった。



図-2 観測に用いたカイト気球

4. 観測結果

観測は(a) 26/Jan./1995・(b) 16/Feb./1995・(c) 20/Feb./1995の合計3回行われた。3回の観測はそれぞれ(a) 寒気風速7~8m/secで冷気流が比較的是っきりと観測された、(b) 寒気風速0~1m/secで冷気流があまりはっきりとは形成されなかった、(c) 寒気風速が強く冷気が張り出すことができなかった、である。図-3にカイト気球観測と並行して計測した(a)の地表面付近の温度・湿度・絶対風速および降雪状況を表した図を示す。この日は比較的是っきりとした冷気流が観測され、その冷気流の発達・衰退により雪雲が発生していることが確認されている。カイト気球観測は絶対風速が小さなときのみ行われた。

図-4・図-5にそれぞれ(a)・(b)における鉛直温度分布時間変化図を示す。冷気流が比較的是っきりと確認された(a)において、冷気流であると思われる部分は寒気との境において温度分布が急激に不連続に変化している様子が分かる。このことは、冷気と寒気の関係はお互いの密度差がある程度生じていることを考えると、密度流的な取り扱いを行うことが妥当であることを証明したものであると思われる。

(a)・(b)お互いに温度が低くなっている部分が地表面付近に生じている。しかし、冷気流がはっきりと形成されているのは(a)であることが図から分かる。(a)は寒気風速が7~8m/secと(b)よりも大きくなっており、冷気流と寒気との間の摩擦力が比較すると大きくなっているといえる。冷気流自体の風速はほぼ同じで、地上面と冷気との摩擦は(a)・(b)同程度であることを考えると、冷気流形成において冷気と寒気との摩擦が大きな影響を及ぼしていると思われる。

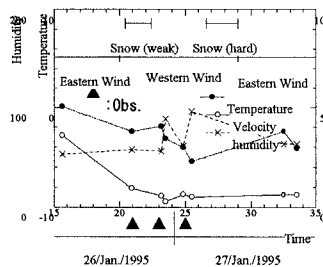


図-3 地表面計測時間変化

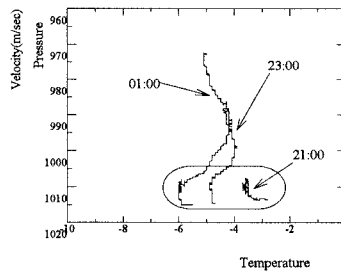


図-4 鉛直温度分布変化図(a)

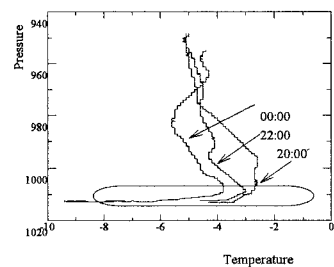


図-5 鉛直温度分布変化図(b)

5. おわりに

冬期石狩湾中央においてカイト気球観測を行うことにより以下のことが確認された。①冷気流は寒気との間で不連続な温度部分を形成しており、密度流的な取り扱いを行うことが妥当だといえる。②冷気流形成において摩擦力として大きな影響を及ぼしているのは冷気と寒気との間においてである。

今年度の観測は合計3回しか行うことができず、今後数多くの観測を行うことが課題とされる。

謝辞：本研究を進めるにあたり、本学低温科学研究所の牛山朋来氏にデータの入手及び研究に対して多くの助言を頂き、観測に際して石狩衛生センターの方々に協力いただいた。記して、感謝の意を表します。

【参考文献】中山恵介・長谷川和義・藤田睦博：『冬期石狩湾における鉛直断面内の冷気流形状に関する研究』、水工学論文集、第39巻、1995年2月