

IV-55 レーダによる降雪の予知と冬期道路交通情報のための機器システムについて

新潟大学工学部 正員 岡本芳美

1 はじめに

降雪地における冬期高速道路交通の確保のための除雪作業において、適切なタイミングを失う事の結果の重大性は、関係者に熟知されている所のものである。また、一般の道路交通の確保においても、的確に降雪量の分布を把握する事は、極めて重要である。講演者は、過去、新潟県長岡市を中心とした日本海沿いの平野部の季節風による降雪のレーダによる観測を行った。現在では、新潟市の砂丘の上にPPI 標示とRHI 標示のレーダ2台を置いて、新潟県のほぼ全域を観測範囲にして、降雪のメカニズム解明の研究を行っている。降雪現象は大きな属地性を持ち、1地方で行っている研究の結果をそのまま全国に及ぼす事が出来るかどうか不明であるが、それがこの問題に関する相当な情報である事だけは確かである。本講演論文においては、これまでの研究成果を元にして、レーダによる降雪予知の可能性と冬期道路交通情報のためのレーダ機器システムについて論じて見たいと思う。

2 レーダによる降雪予知の可能性について

1) 降雪のメカニズムについて

降雪をもたらすシノプティックな気象条件は、冬期の季節風と低気圧である。太平洋側の降雪は低気圧によってもたらされる。これは、気温が低くて、雨が雪に変わっただけのものと考えて良いから、その予知は天気予報の問題である、と云える。太平洋側に降雪をもたらしている時の日本海側の風の吹き方は、冬期季節風と基本的に变りない、と考えると良いであろう。

日本海の新潟県沿岸の海水温度は、12月始めて15～16℃である。それが季節風が弱まる頃には10℃以下に低下する。他方、大気温度は、500 mb面（高度5.5 km）で、12月が-25℃程度、最降雪期の1月には-30℃程度からさらにそれ以下に下がる。海面直上の大気温度は、海水に暖められて、12月が5℃程度、1月は2℃程度である。気温減率から考えて、上空1 kmでは確実に大気温度は、0℃以下になっているであろう。すなわち、この熱い海水から強制蒸発が起り、発生した水蒸気は冷たい海面直上の大気に触れてたちまち凝結して霧となり、それが上空に登って雲になる。日本海の上を吹き渡る季節風の温度は低いから、それが運搬している水分は、水蒸気の形をした物の絶対量はわずかで、大部分が雲の粒の形をしている、と考えられる。この事の十分な認識は、降雪のメカニズムを考えるに当って極めて重要な事柄である。

これまでの講演者のレーダによる多角的観測結果によると、雪雲、すなわち雪を降らせている雲、別の言い方をすると被長3 cmの電波を反射する雲の発生する場所は、次の2つの場所に限られている。すなわち、①海上、②季節風の方向に上昇・傾斜した山地、のいずれかであって、平地の海岸沿いの平野の上では雪雲の発生はこれまでの所認められていない。

①の海上の場合、能登半島と佐渡島の沖約30 kmを結ぶ線と新潟・山形県境から真西に伸ばした線の内側に雪雲の発生が限られている。すなわち、能登半島と佐渡ヶ島が日本海に突き出ていることが季節風の流れを乱していると考えられ得る範囲に雪雲の発生が限られている。そして、山形県の鶴岡、酒田の沖合では、そこが講演者のレーダの有効観測範囲であるにもかかわらず、雪雲の発生をこれまで観測していない。この海上での雪雲の発生はせいぜい2 km位の高さの所で、雪雲は、布をさっと広げた様に突然現われ、下に向かって厚みを急速に増して行って、海面から高さ2 km位の間に広がる層になって、基本的には季節風の吹く方向に、2次的には大地形に大きく影響されて、地表面をほう様にして雪を降らせながら移動して行く。1例として、佐渡島の相川沖で発生した雪雲が小佐渡山地にぶつかると、方向を北東に変えて国中平野を通過して両津に抜け、また季節風に乗って海上を流れて行く、という動き方をする。相当沖合で発生した雪雲は、海上で消滅してしまう事も多い。比較的陸地近くで発生した雪雲は、海岸平野に雪を降らせながら移動して行く。平野内で雪雲が消滅してしまわない場合は、山地斜面をはい上って行く。また、雪雲の移動先が内陸につながる谷間になっている場合、谷の奥に向かって入り込んで行く。1例として、新津、五泉に向けて移動して来た雪雲は、阿賀野川の谷筋を会津に向かって上って行く。以上の様な雪の降り方を講演者は「里雪」と呼んでいる。

②の山地の場合、海上の場合と全く違って、雪雲は、発生から消滅までの間移動せず、停止したままでい

る。雪雲は、その高さが海上の場合と同様2 km位で、日本海側と太平洋側を分けている山脈を乗り越えられる高さではない。以上の様な雪の降り方を講演者は「山雪」と呼んでいる。

最後に、雪雲が海上、山地上のいずれで発生する場合でも、雪雲が雪片を直下に落さないで長い距離上空を流れて行く事は、これまでの所観測されていない。

以上の観測結果から、日本海を吹き渡って来る雲は、海の上では、海岸線の大地形によって海上に生じる気流の乱れによって雲粒同志が衝突・合体して雪片になる事から雪雲に変わる。陸上では、雲の流れる方向に地形が傾斜・上昇して地形障壁を形成している場所において、気流の収斂により雲層の厚さが薄くなって、雲粒同志の距離が短くなり、衝突・合体が生じ易くなって、雲が雪雲に変わる、と考えられる。

季節風による降雪の原因は積乱雲の発生・発達にある、と一般に云われるが、これを裏付ける観測結果は今の所講演者によって得られていない。

2) レーダによる降雪の予知の可能性について

季節風によってもたらされる降雪は、里雪形と山雪形に分けられる。里雪形の場合、海上で雪雲が発生し、地表面をほう様に移動しながら雪を降らせるから、レーダでその発生から消滅迄を追う事が出来る。したがって、時間的に分単位で予知する事が可能になる。しかし、山雪形の場合、雪雲は降っている場所の頭の上で発生して消滅し、移動しないから、通常の気象レーダでは予知は不可能である。ただし、降雪の状況は、次に述べる適切なレーダの機器システムを用いる事により的確にとらえる事が出来る。また、ミリ波レーダ等を用いる事により予め雪雲になる前の雲の接近を知ることが出来るから、間接的に予知する事が可能であろう。

3 道路交通情報のためのレーダの機器システムについて

季節風によって生じる雪雲は、高さがせいぜい2 kmと背が低い。そのため、どうしても雪専用のレーダが必要になる。

雪用のレーダを設置する場所は、背後に海を控えた（内陸のレーダの場合は雪雲が侵入して来る方向を背後に控えた）小高い場所で、かつ日本海側と太平洋側を分けている山脈斜面の頂上まで全部見渡す事が出来る場所を選ぶ様にする。今、新潟県について考えて見ると、全県域の主要道路ルートを覆うためには4ヶ所レーダを設ける必要がある。

発射する電波は、3 cm波とし、水平幅を1 度程度、上下幅はその半分以下にしたごく扁平なビームを用いる。そして、このビームを、ゆっくり水平回転しながら、かつ相当な速度で上下に首振りしながらアンテナから発射する。すなわち、雪レーダでは、全方位に関してRHI データが得られる機能を有する事が必須である。

この様にして得られた全方位のRHI データをコンピュータ処理して、地表面からの電波の反射、すなわちグランドエコーを消して、雪雲だけからの電波の反射のデータをまず得る。このデータを再度コンピュータ処理して、雪雲の状況を自在にグラフィックディスプレイする。

4 おわりに

広域の降雨観測用のレーダは既に実用化済みである。局地用の降雨観測レーダも、東京都が2 台設置し、実用化に入っている。降雨観測用のレーダの機器システムは、既に定型化している感がある。そして、それがそのまま道路交通情報のためのレーダにも及んでしまう可能性が十分ある様に思える。講演者のこれまでの研究結果から云うと、この定型化した降雨観測用のレーダの機器システムを用いて道路交通情報のための降雪観測を行う事は、問題が多い。道路交通情報用には、機器システムをそれ専用に設計する必要がある、と云うのが講演者の現段階における結論である。

参考文献

- 1) レーダによる水文気象の研究、水文・水資源学会1988年研究発表会要旨集188～191 頁、1988年 8月
- 2) 船舶用レーダの気象用レーダへの改造について、1988年 8月、土木学会第42回年次学術講演会講演概集第2部 54～55 頁
- 3) レーダによる降雪予知の研究、第4回雪工学シンポジウム論文報告集 1～8 頁、1989年1 月