

## —夏季大学講座内容①—

## 吹雪と吹きだまり

気象協会道本部 植松孝彦

## 1. はじめに

吹雪、吹きだまりは、北海道など、寒冷多雪地帯ではごくありふれた現象です。しかし、吹雪とか、吹きだまりを定義しなさいと言われると、困ってしまいます。そこで、雪氷辞典から、吹雪の項目を引用することとします。

吹雪 blowing / drifting snow

一般に雪粒子が風によって空中を舞う現象を吹雪という。降雪がない場合の吹雪は、地吹雪とも呼ばれる。

吹きだまり snow drift

地表面の凸部や構造物に近づくにつれて風速が減少するため、それらの風上側近傍では吹雪、地吹雪による飛雪が跳躍運動を停止し堆積する。また、風下にできる乱流渦の中では、浮遊粒子が沈降し堆積する。このように飛雪が移動を停止してできる丘のような雪の堆積が吹きだまりである。

このように、学問的には難しい定義がありますが、ごく身近の現象であることには変わりありません。

たとえば、吹雪といえば交通障害のことが連想されます。今年の3月17日には、記録に残る交通事故が発生しました。実に事故に巻き込まれた車両は186台、死者2人、重軽傷者108人の被害がありました。この交通事故の原因が吹雪ではないかと言われています。この例ほどではないものの、吹雪による視程障害が多くの交通事故をもたらしていることは否定できません。吹きだまりも、同様に交通障害をもたらすものとしてとらえられることが多いようです。北海道各地に、一晩の吹雪

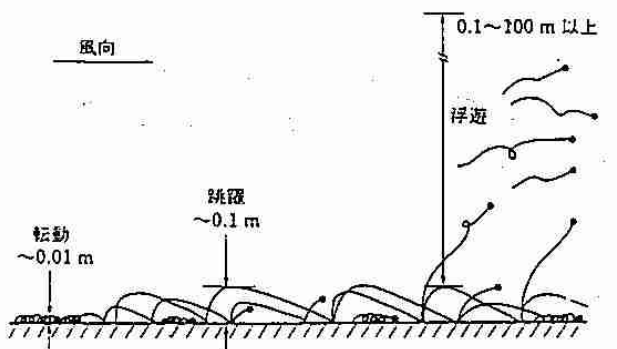
で吹きだまりに埋もれてしまう道路あるいは区間がみられ、このような道路の改良が検討されています。また、身近な問題としては、家のまわりの吹きだまりがあげられます。家を建てたとき、吹雪のことを考えなかったために、玄関の前にいつも吹きだまりができて除雪が大変だ。などとはよく耳にする話です。

ところで、日本ではとかくやっかいものとして扱われる吹きだまりも、アメリカでは有益なものとして考えられることがあります。つまり、アメリカの西部の乾燥地帯においては、降水量が少なく、吹雪によってもたらされる雪を吹きだまりとして、集めることによって、はじめて、作物が育つようにできたという話があります。

このように、身近な吹雪、吹きだまりについて、どんな現象か、次にみてみます。

## 2. 吹雪の性質

前にも述べたように、吹雪は雪粒子が空中に舞う現象です。では、雪粒子はどのような運動をしているのでしょうか？ 図1には、雪粒子の運動を模式的に描いたものを示します。図1に示したように、これまでの研究では、雪粒子が雪面上を転がったり這ったりする運動（これを転動と呼んでいます。）、雪面上を跳ねる運動（これを跳躍と呼んでいます）、風によって高く舞い上がる運動（これを浮遊と呼んでいます）の三つの運動によって構成されていると言われています。図1には、運動形態別にそのおおよその高さも示しています。これによれば、跳躍運動は高さ10cmの運動



飛雪の運動には転動、跳躍、浮遊の3つの形があり、地吹雪は転動、跳躍からなる低い地吹雪と風速が大きく浮遊粒子を含む高い地吹雪に分けられる。

図1 飛雪の運動形態の模式図

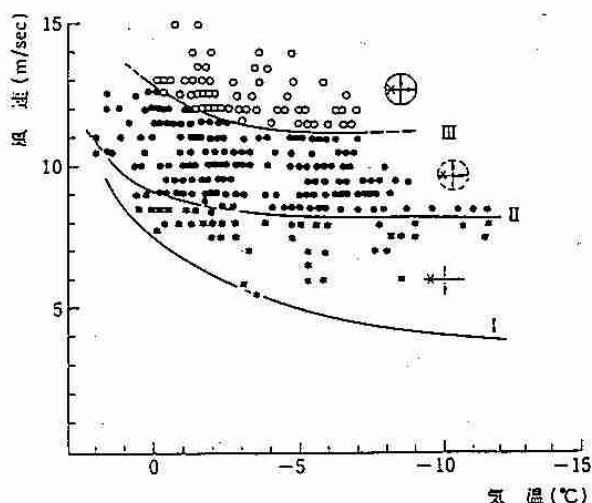
であり、浮遊運動はおよそ100mの運動であることがわかります。では、それぞれの運動をしている雪粒子はどんな割合になっているのでしょうか。表1には、単位時間に風向に直角な単位面積の上を移動する雪粒子の量を飛雪流量と呼びますが、この高さ別の割合を示しています。これによれば、その多くが跳躍運動で構成される10cmまでで、飛雪流量は40から80パーセントに及んでいることがわかります。

つぎにどんな時、吹雪が起きるのか見てみましょう。図2は、吹雪の発生条件を示したものです。図2の横軸は気温、縦軸は風速をとってあります。これによれば、吹雪は気温が低く、風速が大きい時起きることがわかります。

表1 高さおよび風速別の飛雪積算量の割合

雪面からの高さ(z) (m)	高さzまで積算した飛雪流量の割合		
	12(m/sec)	17(m/sec)	22(m/sec)
10	100	100	100
7	97	95	92
5	96	92	87
3	94	87	79
2	92	83	74
1	89	77	65
0.5	87	70	56
0.1	83	58	43

10m高さまでの飛雪流量の積算量を100%とした時の雪面から高さzまでの飛雪量の割合を10m高さの風速との関係で表わした。風速が大きくなると浮遊粒子が大きくなり高いところの比率が増すのがわかる。(参考文献15)をもとに作表)



Iの曲線をこえると低い地吹雪が発生しII以上で断続的な高い地吹雪がIII以上では連続した高い地吹雪になる。降雪が無い時にはIの曲線は、より大きくなり雪質による違いが大きくなる。

図2 吹雪の発生条件(降雪時)

さらに、どのくらいの雪粒子が跳んでくるかを図3に示します。この図は、横軸が風速縦軸が飛雪流量を上空まで足し合わせた吹雪量と呼ばれる

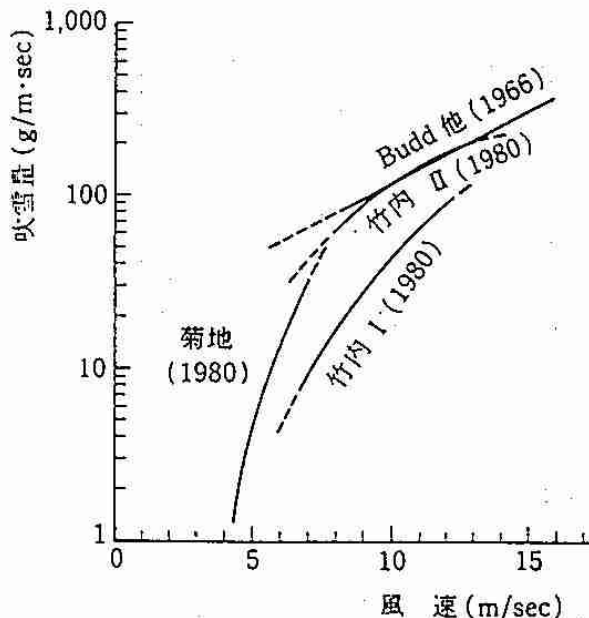


図3 吹雪量と風速の関係

ものになっていますが、風速が大きくなると、急激に吹雪量が多くなることがわかります。

一般には、風速の3乗に比例するといわれています。

### 3. 吹きだまりの性質

吹きだまりは、その影響の大きさ、身近さの割にその性質がわかっていません。1. はじめにの定義に記述されていることが現在わかっていることのほとんどといえるかもしれません。つまり、雪粒子の運動がさまざまであるため、風によって運ばれない雪粒子がたまってできたものだ。という以上のことをいえないというわけです。したがって、吹きだまりがどのような形になるのか? といったことは、似た現象を再現することによってはじめてわかることになります。それが風洞実験であり、水槽実験であったわけです。

図4にはいろいろな吹きだまりの例を示します。一般には、風にとって障害となるものがあると吹きだまりができ、したがって、吹きだまりの形は障害物の形に大きく左右されます。

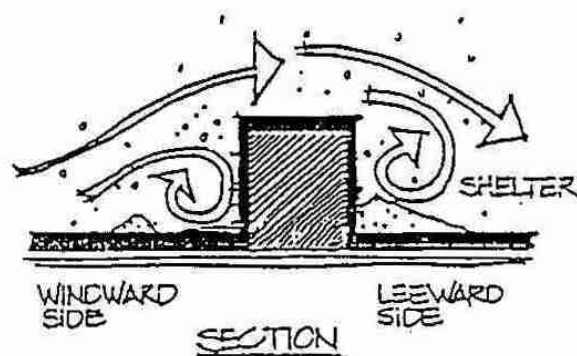
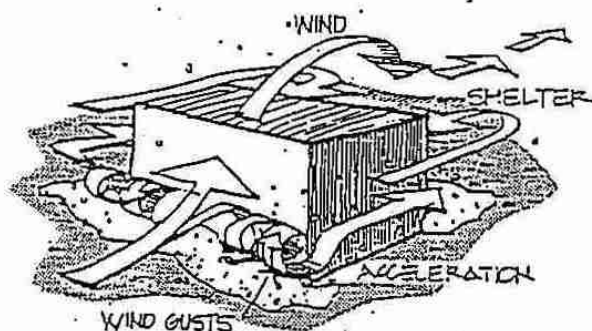
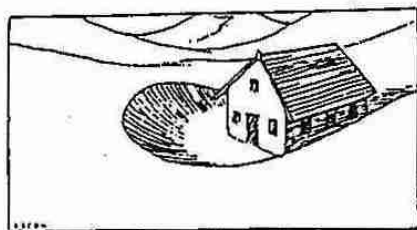
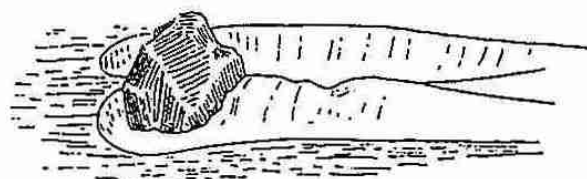


図4 いろいろな吹きだまり



a. 家のまわりの吹きだまり (Seligman(1936))



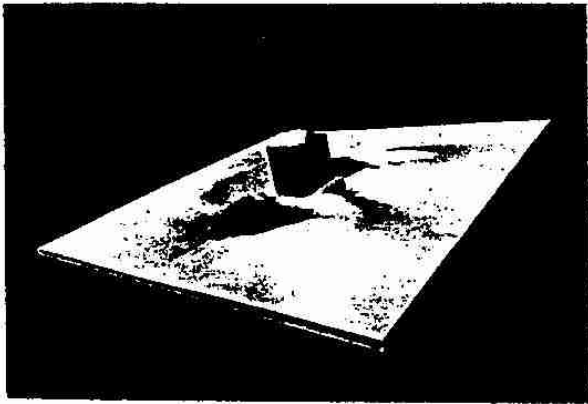
b. 岩のまわりの吹きだまり (Seligman(1936))

### 4. 吹雪、吹きだまりの数値シミュレーション

前にも述べたように、吹きだまりのシミュレーションは、これまで風洞実験、水槽実験によって行われてきました。これらの方法は結果として得られる吹きだまりが現実のものときわめて似ているため、良く用いられてきました。しかし、これらは当然ミニチュアを用いるためどこかで問題が出てきます。つまり、現実と同じ空気を用いて良いのか? とか、雪粒子と模型実験の粒子は同じ挙動をするのか? といった問題です。

そこで近年、計算機の発達とともに開発された手法が数値シミュレーションです。この方法によって得られた、建物のまわりの吹きだまりをグラフィック化したものが図5です。数値シミュレーションにおいては、前に述べた雪粒子の3つの運動形態を取り入れ計算するため、雪粒子の運動と吹きだまりがどのような関係になっているかわかること、また、雪粒子について得られた性

質を計算に取り入れることができること、つまり忠実に現実を再現できることなどの特徴があります。

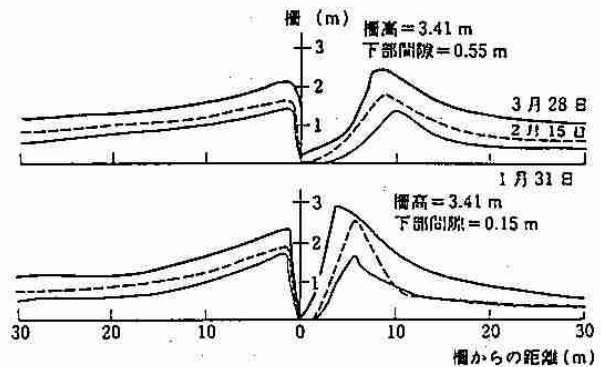


### 5. 吹雪・吹きだまりの防御

吹雪・吹きだまりの防御は、吹雪・吹きだまりが風によって起きるものでありますから、風を制御することにはかなりません。しかし「風速が大きいと吹雪が発生し、風速が小さくなると吹雪は消滅し吹きだまりができる。」といった定性的なことはわかっていますが、実際に適用するのはきわめて難しいものがあります。

ここでは、これまで用いられてきた、吹雪・吹きだまりの対策として、防雪柵と防雪林について紹介します。

防雪柵は一般には吹きだまり柵と吹き払い柵の2つの種類に分けられます。しかし、2つの防雪柵は、ともに柵の下部にあけた間隙の大きさをかえることによって吹きだまりの雪の丘の位置をコントロールすることが原理となっており、吹きだまらない領域に道路など吹雪・吹きだまりから守らなければならないものがくるようにするわけです(図6)。



下部間隙が大きくなると風上雪丘は小さく、風下雪丘は柵から離れる。

図6 下部間隙と雪丘

図7には数値シミュレーションによって、再現した防雪柵周辺の気流を示します。これによれば、防雪柵の下部の間隙を吹き抜ける気流が顕著であることがよくわかります。

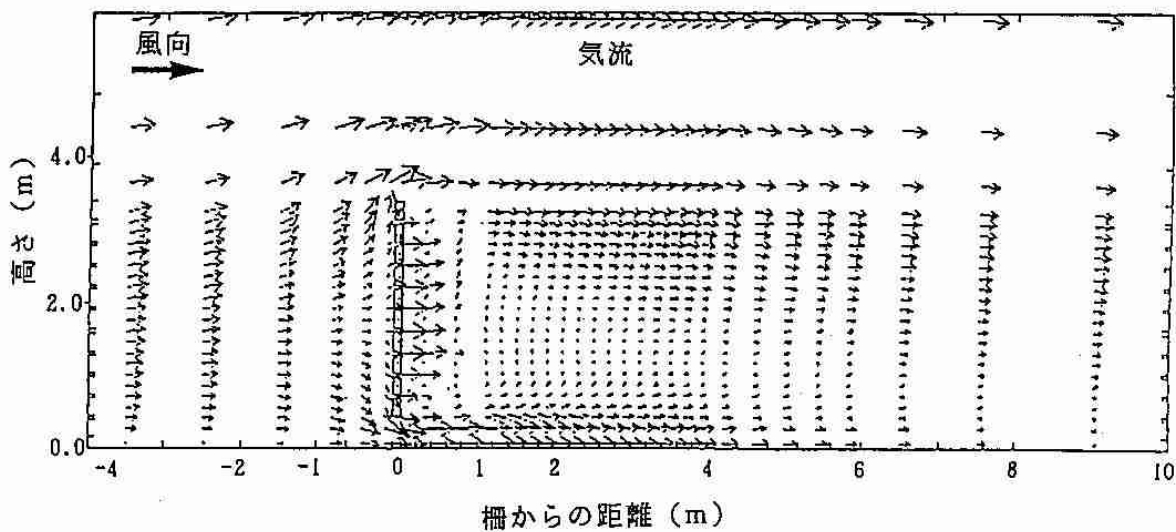


図7 計算された防雪柵の周辺の気流

また、防雪林は林によって風を弱め吹きだまりを林の中、あるいは林の直後に作るようにするものです(図8)。防雪林は、その原理が柵より複雑であることから、これからの研究にまたなければならぬ要素が多くあります。

このほか、道路においては、切土の風上側法肩での気流の剥離が切土内の大きな吹きだまりを形成する原因となるため、法面の勾配を緩やかにして、吹きだまりを防ぐ防雪切土と呼ばれる切土が工夫されています。

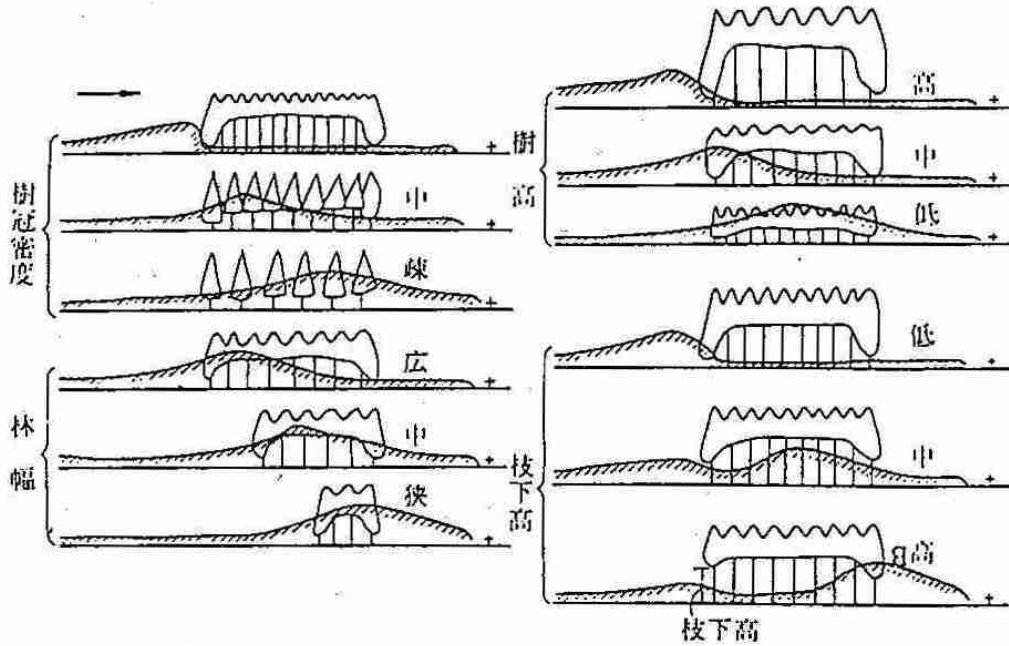


図8 防風林の防雪効果

## 6. まとめ

吹雪・吹きだまりは、寒冷多雪地帯ではごくありふれた現象であり、昔から多くの研究者によって研究されてきました。その結果、吹雪・吹きだまりの性質が明らかになってきています。しかし、実用面ではまだまだこれからの感があります。たとえば、吹雪が頻繁におこる地域でも、吹きだまりを考慮せず家を建てたりしています。これは吹雪をシミュレートする方法が限られていたからかもしれません。このように吹雪をシミュレートする方法を開発しなければならないなど、残された課題は大きいといわなければなりません。

## 参考文献

1. 日本雪氷学会編(1990) 雪氷辞典、pp196.
2. (社)日本建設機械化協会編(1988) 新編防雪工学ハンドブック、pp527.