

道路における吹雪災害の発生要因と構造・誘因と被害対象の素因

竹内政夫 (NPO 雪氷ネットワーク)

1. はじめに

吹雪による視程障害や吹きだまりが誘因となり、道路では事故、渋滞や立ち往生、そして通行止め等の災害が発生している。吹雪対策技術において対策施設と設計（ハード）の分野では、「吹雪対策技術マニュアル」（北海道開発局，1990；地土研，2003，2011）が刊行・改訂されるなど技術的に対策施設の整備も進んでいる。一方、吹雪の研究は、現象解明から始まり、量の測定し、定量的な予測ができるところまできている。しかし情報を活用したソフト面の対策は、2008年2月に道央で300台を超す立ち往生車両を巻き込んだ吹雪災害を許すなど、まだ検討すべき課題がある。災害をもたらす吹雪は自然現象であるが、被害を受けるのは車、人を含む道路交通である。現象としての吹雪の研究は進んだが、被害対象とどのように関わって災害が発生するかという災害の構造についての研究は少ない。被害が小さいうちに対応して、最小限に抑える道路管理のために吹雪災害論¹⁾によって検討する。

2. 吹雪研究と吹雪災害論

吹雪災害（立ち往生、渋滞、ノロノロ運転、事故）は「誘因である視程障害、吹きだまりが、被害対象（道路・交通、人、車）の素因（強度・素質）を破壊して発生する」。このように誘因が素因を上回ると災害が発生するというのは全ての災害に共通する（高橋，1977）構造である。吹雪を知り、吹雪や視程を量的に測り記録もでき、風速や降雪から視程を求め²⁾気象から予測できるまでになった。誘因が大きいくほど災害発生確率は大きくなるから、吹雪の強さ（視程など）を基準にした道路管理によって被害を小さくできると考えてきた。

2-1. 誘因と素因 - 視程と交通 -

視程が悪くなると、交通にどう影響するかは実測や視程と車の安全速度という半理論的な考えで述べられてきた。最初の実測は1976年からR230中山峠で行われたが、視程30m以下で走行困難、50m以下で渋滞発生というものであった³⁾。視程（V）よりも車の制動停止距離（D）が長くなると交通の安全は保証できない。Tabler（1979）は車の速度と制動停止距離との関係式から、視程 $V > D$ （制動停止距離）を、交通の安全の条件とする通行止め決定フローを提案した⁴⁾。吹雪（視程）の強さを表す吹雪量や視程は風速の関数である。吹雪の強さを風速と温度で4ランクに分けた予測もR7号線で提供されている⁵⁾。このように、視程や風速によって道路管理が可能になっている。しかし、誘因が大きくなれば災害の発生する確率は高くはなるが、必ずしも発生するとは限

らない。

2-2. 災害の発生 - 誘因>素因は被害対象による -

災害の発生には誘因の強さが必須条件であるが、誘因が被害対象の素因を上回って発生するというのが災害論⁶⁾である。同じ強さやそれ以上の吹雪でも被害を受けたり受けなかったりするのには、被害対象、即ち道路や交通を構成する車・ドライバーその他の素因が異なるからである。例えば、吹雪の中では車種による素因（運転席の高さ）によって気象その他が同一条件でも、前方視認距離は小型車は 100m でも素因に優れた大型車は 1000m である⁷⁾。このように誘因>素因は被害対象によるので単純ではない。しかし素因の弱い小型車を対象にし、視程や風速を基準にする道路管理は現在の知識でも可能である。それによって災害は未然に防止できるが、交通が維持され災害が 100% 発生すると保証されない状況で、ライフラインである道路を止めるリスクを負わなければならない。これまでは止めることよりも、災害が拡大するリスクはあっても、限界まで交通を維持することが求められてきたと思われる。

3. 吹雪災害の実態 - 2008 年 R274 号長沼吹雪災害から -

誘因（視程や風速）を基準にした吹雪管理は、素因の違いによる見逃しや空振りのリスクをどこまで許容できるかどうかによるであろう。交通事故を別にすると、吹雪の発生と共に突然ホワイトアウト（白い闇）になって数十台の車が立ち往生することはない。吹雪の強さを代表する風速は、図-1 のように低気圧の接近とともに大きくなりピークを迎えやがて減少する。吹雪管理のリスクを小さくするためのヒントを得るために、吹雪（風速）が強くなるに従って段階的に大きくなる被害の実態を、2008 年長沼で発生した R274 号吹雪災害の事例を分析する。

3-1. 被害発生の時系列と気象の経過

長沼吹雪災害を受けて、2008 年 11 月に日本雪氷学会北海道支部は「あなた自身を守る「吹雪からのサバイバル」」と題した一般市民のための公開シンポジウムを開催した。

そのなかで千歳道路事務所澤田前所長は被害の発生から通行止めに至るまでの現場活動を話題提供した⁸⁾。災害発生などの現場状況と気象について、図-1 の風速を加えて次のように整理した。

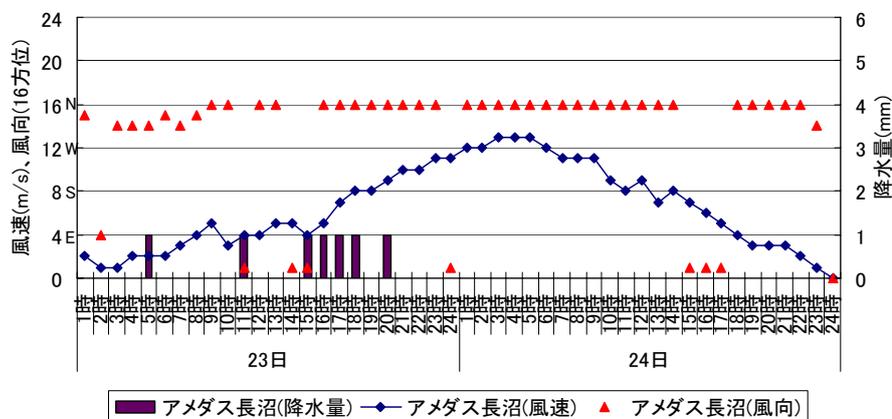


図-1 気象経過図，2月23～24日⁹⁾

3-2. 吹雪災害発生時系列 - 低速走行から通行止めまで -

23 日昼頃から風速が強まり，視程障害等によって交通状況は以下のように推移した。

- ・ 17:00 頃から更に風速が強まり(10m/s)，視程に合わせた低速からノロノロ運転に。
- ・ 18:00：(ノロノロ運転から数台の車群を形成し?) 渋滞発生。
- ・ 20:50：札幌方面への除雪車が，立ち往生車両により，走行不能。
- ・ 21:20：三川方面への除雪車が，立ち往生車両により走行不能。
- ・ 22:20：除雪車 1 台渋滞にはまり走行不能。
- ・ 23:15 立ち往生車両が数カ所で発生。

24 日 02:00，全面通行止め，19km 区間に車両約 140 台が一昼夜立ち往生。

- ・ 17:00：通行規制解除

その他の注目すべき事項，

- ・ 上り下りの車線上に普通車を先頭に 5～6 台の集団(大型車は後列)で立ち往生。
- ・ 車間間隔が開いた箇所は道路全体に吹きだまりが発生し追い越しは不可能(図-2)。
- ・ ノロノロ運転状態で立ち往生したため，追突事故及び路外逸脱などはなし。



被害の進行と気象経過を比べると，誘因(風速)が増大して被害が大きくなるという進行状況は符合している。しかしノロノロ運転は風速 4 - 5m/s で発生し，渋滞は 18:00 に風速 8m/s で，そして 20:50 には風速 10m/s で立ち往生になっている。これらの時間帯では降雪があったことを勘案しても，これまでの経験

図-2 立ち往生車群と車間にできた吹きだまり

からすると小さい風速で渋滞等の被害が発生している。現場では 17:00 には 10m/s を超えたと報告されてるように，アメダス値は実際より小さかった可能性がある。逆にアメダスの値が現場と変わらないとしたら，災害論的には，誘因は小さいが素因(道路の交通機能)が低下したことで渋滞等の被害が発生したことになる。渋滞は道路の交通容量を実際の交通量が超えて起こる。既に通行止めになった高速道路や周辺の一般道路から車が流入し交通量は増加した。一方視程の悪化にともない速度が低下するので交通容量は減少する。その結果ノロノロ運転から渋滞へと被害が大きくなったと考えられる。

4. 吹雪災害拡大の予兆 - 被害発生 = 誘因 > 素因 -

長沼の事例を基に吹雪災害の時系列を整理すると次のようになる。吹雪が強まるにつれて視程は低下し，車は速度を控え①安全速度となり，視程の悪化によって②ノロノロ運転になる。強さを増した視程障害と道路の素因(交通機能)を低下させる吹きだまりによって交通容量が低下しノロノロ運転から③渋滞へ進む。大きくなった車間の吹きだ

まりによって④立ち往生（車群を形成）が発生し、⑤数箇所で立ち往生になり．最終的に⑥通行止めへと、段階的に被害が大きくなった．素因は変動するので被害発生時の誘因（量的）強さから誘因>素因を事前に予知することは難しいが、被害の発生は結果的に誘因>素因であることを示している．幸い吹雪災害は、被害が段階的に進行するので、被害がステップアップするかどうかは、吹雪が強くなるのかピークを過ぎたのかという、気象傾向により予測可能である．即ち①は②，②は③，③は④と順次次のステップの予兆現象となる．予兆によって災害予測の精度を高め、空振りや見逃しのリスクを小さくできる．吹雪が強くなる気象傾向であれば、③の段階で④の立ち往生へ進むことは高い確率で予測できる．予兆があれば低リスクで被害を拡大させない事前規制が可能になる．

5. あとがき

大規模な吹雪災害では、100台を超える車が立ち往生し復旧までに長時間を費やしている．吹雪災害を小さくする道路管理として、吹雪の強さ（誘因）を基準にした、交通規制が考えられる．しかし災害は誘因>素因で発生するが、被害対象も素因も常に変動するため、一律な基準では空振りや見逃しのリスクが大きく、まだ確とした基準はない．段階的に進む被害状況から、気象情報によって次の段階に進む予兆現象ととらえることで、リスクの小さい事前規制が可能になることを述べた．吹雪や吹雪対策はこれまで自然現象をあつかう気象学や物理学から研究されてきたが、これからは被害対象をあつかう交通工学を交えた学際的なアプローチも必要と考えている．

文献

- 1) 竹内政夫, 2002 : 吹雪災害の要因と構造, 雪氷,64-1, 97-105.
- 2) 松澤勝, 竹内政夫, 2002 : 気象条件から視程を推定する手法の研究, 雪氷, 64, 77-85.
- 3) 竹内政夫, 1980 : 吹雪時の視程に関する研究, 土木試験所報告, 74, 31pp.
- 4) Tabler, R.,1979: Visibility in blowing snow and applications in traffic operations, TRB,Snow removal and ice control research, SR 185 208 -214.
- 5) 千葉周市, 2006 : 国道7号における地吹雪予測情報提供システムについて,平成18年度国土交通省技術研究会.
- 6) 高橋浩一郎, 1977 : 災害論, 東京堂出版, 261pp
- 7) 松澤勝, 竹内政夫, 2000 : 視程障害に及ぼす雪堤の影響に関する研究, 平成11年度雪氷学会全国大会予稿集, P169.
- 8) 澤田順一, 2008 : 国道274号吹雪災害では何が起こったのか, 日本雪氷学会北海道支部公開シンポジウム, あなた自身を守る吹雪からのサバイバル.
- 9) 滝谷克幸, 谷口恭, 岡村智明, 松岡直基, 2008 : 2008年冬期北海道を通過した爆弾低気圧と交通障害及び視程の推定, 北海道の雪氷, 27, 95-98.