

道路の除雪計画についての一考察

——自動車の走行速度から見た——

有賀世治

国立防災科学技術センター第1研究部

Some Comments on the Snow-Removal Planning of Road from the Viewpoint of Running Speed of Motorcar

By

Toshiji Ariga

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

Abstract

Road traffic volume in a snowy district depends upon the status of snowfall and snow-removing work.

The author has conducted measurements for obtaining the relation between the snow-removal system and the running speed of motorcars on the National Road No. 17 and its neighboring local roads, and investigation of road traffic was made there too. According to the results obtained, the author proposes an opinion that, in making the plan of snow removal from roads, especially from local ones, the functional relations between the width of snow removal, the running speed of motorcar and the traffic volume are to be sought in the first place, and then consideration should be given to the securing of traffic facilities corresponding to economic effects.

1. はしがき

多雪地帯の雪害の中で交通障害はその根底をなすものである。冬期道路交通確保のため除雪が行なわれるのであるが、除雪計画はいかに立てればよいであろうか。雪国の道路が無雪地域の道路と違う点をあげると、

- 1) 自然まかせの降積雪が全路線上に障害となって現われる。
- 2) 冬期の需要交通量の予測がむずかしく、一般に他の時期よりはるかに交通量が少ないこと。
- 3) 除雪の仕方が交通量に大きな影響を与えること。路面抵抗だけでなく、車線を支配する。
- 4) 交通速度は一般に低速で、十分除雪したとしてもチェーンをつけた速度の上限を越えないこと。

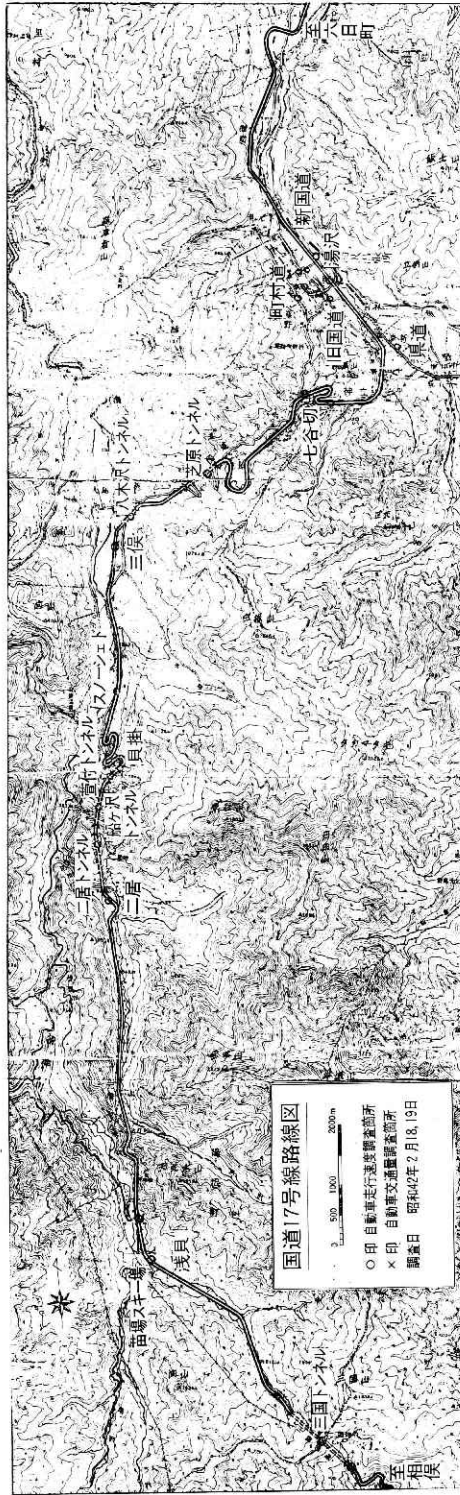


図1 国道17号線路線図

- 5) 主要道路の交通は事実上自動車専用と見られること。
- 6) 現在の状況では国道、府県道、市町村道を通じて格の低い道路への交通流の流れが悪く、毛細血管を持たない血管にたとえられること。
- 7) 吹きだまり、なだれの発生が交通をしゃ断するので、冬の全期間交通確保のためには排雪管理が継続されねばならぬこと。

除雪計画の3要素として、路線上の降積雪予測、需要交通量子測（または計画交通量）、除雪作業構想の三つがあるが、これが相互に独立ではなく、相互に影響し合うことによって、除雪計画は複雑性を帯びることになる。さらに除雪は経費を要するわけで、やみくもに大金を投ずるわけにはいかず、投資効果（効率）なるものを考えざるを得ない。もちろん、民生安定のための交通確保という命題もあるであろうが、実際問題として、雪国のすべての道路を完全除雪することは地元住民の悲願ではあっても、実現はきわめて困難といわねばならない。

筆者は、十数年前信越地方の雪の多い道路の建設計画にたずさわったことがあるが、除雪の効果はどんなものであろうかということに関心を持っていた。昭和42年2月、機を得て、高崎から三国トンネル、湯沢、六口町を経て長岡に至る国道17号線沿いに、建設省上越国道工事事務所、高崎工事事務所の協力を得て、交通量や除雪と自動車走行速度の関係などについて調査を行なうことができた。調査期間は5日間で、序の口程度で終わったが、調査結果に基づいて、除雪計画のあり方について若干考察したものが本文である。

2. 自動車の走行速度調査

道路の格により、また除雪の仕方によって、冬期の自動車走行速度がどう変わるかということについて17号国道の三国トンネルと湯沢町の間および湯沢町内で調査を行なった。時期は2月15日に50cm程度の降雪を見て、除雪作業が進み、続いて18日にも30cm程度の降雪を見た直後、18日午後と19日午前および午後を

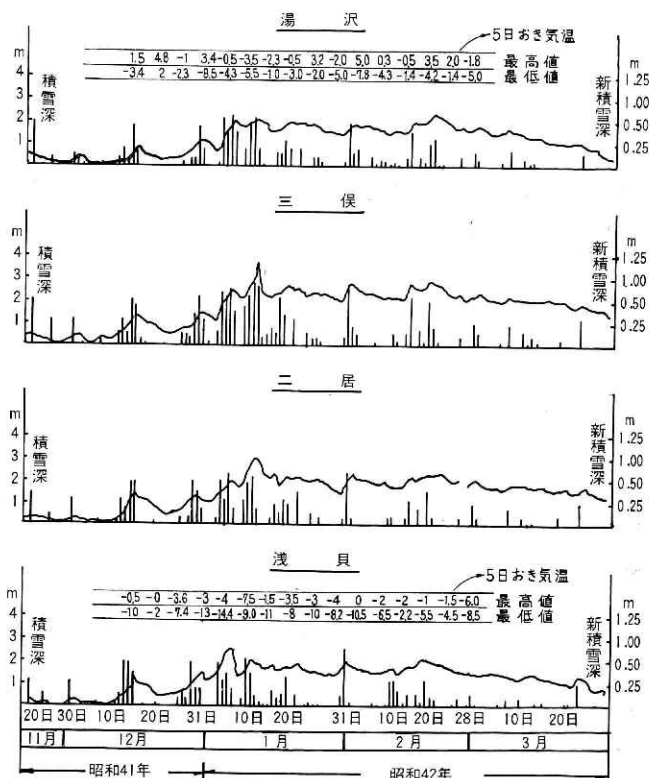


図2 17号国道沿い(三国→湯沢)降積雪深図 (昭和41年11月～昭和42年3月)

選んだ。一般の積雪深は 2~2.5 m ぐらいであった。調査地点としては国道について 17 か所 (トンネル内を含む)、県道について 2 か所、旧国道について 2 か所、町村道について 3 か所であった。調査地点の位置は図 1 の路線図に示すとおりであり、湯沢から三国トンネルにかけての 4 地点における昭和 42 年寒候期の降積雪の状況は図 2 に示す。なお、調査期間中の除雪体制の状況を表 1 に示す。

表 1 昭和 42 年 2 月中旬における除雪体制
(17 号国道三国湯沢間その他)

区 分	区 間	延 長	路 幅	除 雪 機 械	
旧 国 道	湯 沢 町 内	3.2 km	6 m	ブルドーザー D-50 2 台	
町 村 道	湯 沢 通	2.5	5	ブルドーザー D-50 1 台 ロータリー車 1 台	
県 道	原, 中 野 間	3.2	6	ブルドーザー D-50 1 台	
国 道	三国トンネル, 二居トンネル間	11	7~7.5	除雪トラック 1 台 グレーダー 1 台 ロータリー車 2 台	ブルドーザー D-50 1 台
	二居トンネル, 神立ヘアピン間	11	7~7.5	除雪トラック 1 台 グレーダー 2 台 ロータリー車 1 台	ブルドーザー D-50 1 台
	神立ヘアピン, 湯沢五十嵐間	11	7.5~11	除雪トラック 2 台 グレーダー 1 台 ロータリー車 1 台	

調査の方法は道路上に 50 m の調査区間を設定し、手前 80 m ぐらいから運転してもらい、無理のない速さで (やや速く通るという意識をもって) 調査点を通り過ぎさせる。その時間をストップウォッチで計った。この方法のとれないときは、車内の速度計をにらんでいて、平均値を押し、別に平たん地で計器の値と実測値を比較し校正した。

試験に用いた自動車は乗用車、マイクロバス、ジープおよびダンプトラックの 4 種であった。その諸元は表 2 に示すとおりである。(写真 1 参照) 運転手は地元の道路と雪に慣れている運転経験 5 年以上の人たちであった。調査項目としては、車種別走行速度のほか、道路の幅、こ

表 2 走行試験に用いた自動車諸元表

車種	項目	型 式	寸 法			自重	馬力	平たん地	製造年月	摘 要
			幅m	長m	高m			標準速度		
乗 用 車		トヨペット, クラウンデラックス MS50型	1.69	4.66	1.45	1.58 t	HP 105	100 km/h	1966.4	6 人乗り 2000 cc
		マイクロバス いすゞ 21人乗 DLP型	1.86	5.4	2.18	2.11	G 85	80	1967.8	5 人乗り
ジ ー プ		みつびしジープ J3R型	1.67	3.4	1.90	1.85	G 76	70	1965.8	4 人乗り
ト ラ ッ ク		ニッサン・ダンプ 6 t, DUG600	2.38	6.66	2.40	2.32	123	40	1964.5	

う配、舗装の有無、路面圧雪の厚さと雪質と密度、除雪幅、両側に積み上げた排雪の高さ、気温などを測った。(図 3, 写真 2, 写真 3 参照)



写真 1 試験に用いた車

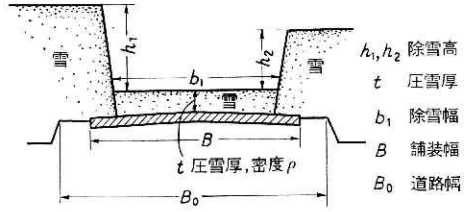


図 3 試験道路断面模式図

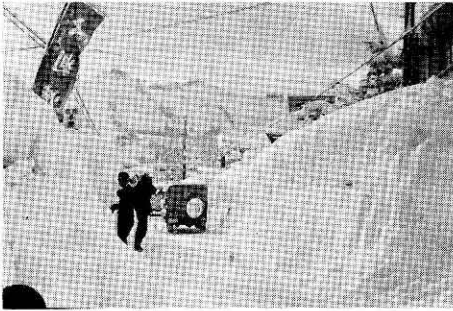


写真 2 町村道における走行速度調査



写真 3 国道における走行速度調査

表 3 自動車走行速度測定結果

道路種別	測定位置	自動車走行速度				路幅	除雪幅	除雪高	圧雪厚	雪質 密度 ρ	気温	測定日時
		乗用車	マイク ロバス	ジープ	トラック							
県道	湯沢駅前通	28	31	34	19	16	6.9	1.20	1.18	表面すべり 下方凍結	-2	2月19日 07時30分
町村道	湯沢駅横	20	20	27	17	10	4.6	1.60	0.15	固しまり	-2	07 40
"	湯沢町熊野	12	15	19	—	5	2.8	2.00	0.08	圧雪しまり	-2	07 50
"	湯沢温泉町通	18	17	26	—	5	2.8	1.51	1.2	$\rho=0.51$	-1	08 20
旧国道	湯沢駅前横	20	18	26	17	6	4.8	0	0.13	$\rho=0.37$	-1	09 10
"	湯沢小学校わき	20	17	21	18	6	3.1	3.00	0.04	湿り雪 ザラメ	0	09 20
町村道	湯沢都市計画線	27	23	37	24	10	4.8	3.00	1.18	しまり $\rho=0.64$	+1	09 50
県道	中野スキー場分岐	33	24	36	21	6	3.8	2.00	0.09	$\rho=0.57$	+1	10 00
国道	三国トンネル東京側	33	27	29	28	7.5	6.5	7.00	1.16	ザラメ $\rho=0.95$	-4	12 20
"	三国トンネル内	50	41	39	38	7.5	7.5	—	なし	—	-4	12 30
"	三国トンネル長岡側	31	33	39	31	7.5	6.8	4.00	1.15	$\rho=0.9$	-4	12 40
"	苗場スキー場入口	37	31	39	31	7.5	6.3	1.70	1.10	$\rho=0.7$	-4	13 10
"	二居部落	38	34	46	31	7.5	6.0	1.00	0.05	$\rho=0.72$	-3.5	13 40
"	貝掛ヘアピン	43	33	43	31	7.5	6.3	2.00	0.09	$\rho=0.62$	-3.5	13 55
"	七谷切ヘアピン	46	37	47	31	7.5	6.0	3.00	1.15	$\rho=0.72$	-3.5	14 30
"	七谷切北方	46	38	47	36	7.5	6.7	2.20	1.11	$\rho=0.7$	-3.3	14 50
"	二居トンネル	55	33	45	39	7.0	7.0	—	なし	—	-3.2	13 50
"	三俣スノーシェド	—	39	45	32	7.0	7.0	—	なし	—	-3.2	15 00
"	柴原トンネル	38	38	42	31	7.0	7.0	—	なし	—	-4.0	15 30
"	湯沢駅分岐点	45	34	44	31	9.0	7.6	3.00	0.08	しまり $\rho=0.72$	-2	2月18日 13 50

測定結果は表3に示すとおりである。測定以前に、走行速度は路面雪厚、雪質（したがって密度）、除雪幅、排雪高などと関数関係を持つであろうと予想していたのであるが、結果を整理すると図4の(a)(b)(c)の各図のようになり予想ははずれた。われわれの実験の範囲では走行速度と除雪幅の相関が一番よく直線関係で示された。路面圧雪の雪質、したがって密度との相関は点がばらついてしまっははっきりしない。これは何度も車で固めた所同志の比較であったこ

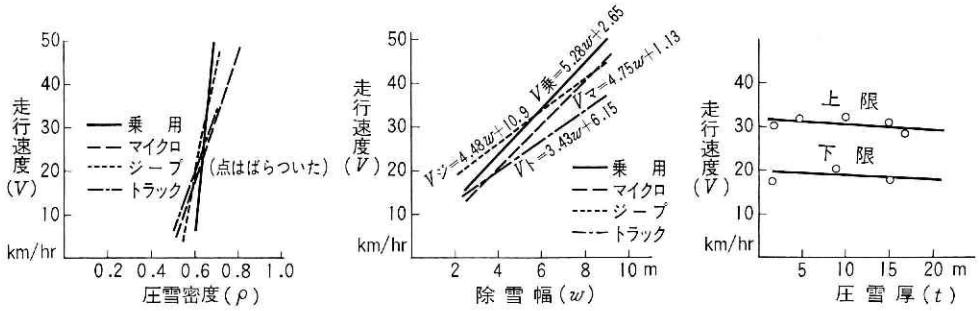


図 4(a) 自動車走行速度と路面圧雪密度 図 4(b) 自動車走行速度と除雪幅 (2.5m<除雪幅<9m) 図 4(c) トラックの走行速度と路面圧雪厚 (トラックの場合)

と、密度が実際にきいてくる路面上面の雪質を代表したものになっていないことによる。圧雪厚との相関は調査の範囲ではないも同然で、別の要素で上限値から下限値までがとられていると見られる。走行速度と排雪高の相関は多少あるようであるが、これは除雪幅にも関係しているとみられた。

結局、走行速度調査の結果をもとにして考えてみると、

1) 気温が0°Cに近いような場合の除雪道路の自動車走行速度はその地点の除雪幅にある程度比例する。これは常識的にもうなずけるもので、路面圧雪の程度のよさなども幅の広いことの中に含まれているといえよう。

2) 気温が零下5度以下とか、+10度とかのような場合、また日照によるか、融雪期にかかって路面の雪が解けているような場合は車がスリップしたり、水の抵抗が車に及ぶなどして、前の場合と同じ結果を示すかどうか別の機会にでも確かめる必要がある。また融雪期はことに路面の舗装の有無で大きな差を生じよう。ただこのような時機は全冬期間に比して短いものであって、除雪計画を立てる際に大きな影響を与えるものとは言えまい。

3) 2車線の十分幅のあるコンクリート舗装道であって、ほぼ完全にかわいた状態まで除排雪した国道でもチェーンを巻いた車は最高時速 47 km ぐらいでこれ以上上らない。多少雪がこびりついている道路ならば時速 35~40 km を運転速度とみなすべきで、これからみると完全に除排雪した道路でも、全線チェーンを巻かないで走れるというのでなければ、非雪期の交通速度と全く同じにはならないわけで、冬期の交通速度は限界があって、独特な低速交通網を形成するということができよう。

4) 一方路面圧雪厚も大きく、表面の雪も解けぎみで除雪幅の少ない道路でも、自動車は時速 15 km ぐらいで走る。この値は前項で述べた限界値 (35~40 km/h) にくらべればかなりよい値であり、全く除雪しなければ全く通れない場合と比較すれば通れることの価値は多大で、除雪を仲介として、このような交通容量の人為的統御が不連続的に行なわれることを冬期交通の特性として注目しなくてはならない。

3. 国道における交通量調査

道路の格により、また除雪の程度により交通量 (台/日または台/時) がどのように変わるかを文献と実測によってあたってみた。

(1) 17号国道における年次交通量の変化

17号国道は高崎から長岡に至る路線であるが、昭和28年ころまでは旧道時代で線形わるく路幅も狭く、平地の交通も大部分1車線で楽でなく、まして標高 1,248 m の三国峠を歩いて越えることも容易でなかった。沼田の近所の月夜野から上越の湯沢に至る間のそれぞれの区間の交通は冬はもちろん、夏も少なかった。しかし全国的な国道改修の機運に際して旧国道の改良、拡幅工事が始まり、全幅 7~7.5 m の2車線道路の改修が進んだ。

昭和34年に三国トンネルが貫通し、その3年後に二居トンネル、芝原トンネルなどが完成し、一応、関東と上越は2車線道路で結ばれることになった。その後あちらこちらのバイパス工事が行なわれ、また全線の舗装が急ピッチで進み、交通の便宜さは見違えるようになった。昭和39年は初めて冬期1車線除雪完行の年であり、昭和40年から2車線全線完全除雪を期して、多数の除雪機械が高崎工事、上越工事、長岡工事の各事務所に配置され、端末は 10 km 程度の除雪工区に区分されて、冬期間中維持除雪体制に入った。以後年とともに除雪体制は強化され、除雪幅は広く、圧雪厚は薄く、さらにアイスバーンの破碎や除去に目標がおかれてきている。

さて昭和34年以降つまり三国トンネル貫通後の交通量の年次的な動きを見よう。関東側の相俣 (三国トンネルより南約 11 km, 標高 580 m) と上越側の六日町 (三国トンネルより北約 40 km, 標高 165 m) ならびに長岡市妙見 (三国トンネルより北約 83 km, 標高 45 m) について建設省の工事事務所のデータで調べると、図 5(a)(b)(c)に示すとおりで、相俣については昭和43年には近所の温泉に来る人の車くらいなもの (三国越えは零) が昭和38年には夏期 1,000台、冬期 400台となり、以後急速に上昇し、昭和43年には夏期 5,000台、冬期 2,000台になった。夏期の 5,000台の内訳は普通乗用車が 2,300台、トラック 2,100台となっており、自家用車ブームによる遠距離旅行と、長距離貨物輸送の充実を物語っている。冬期の 1,500台の内訳は普通乗用車 450台、バス 200台、トラック 800台となっており、苗場スキー場への客輸送と遠距離トラックの普及がめざましい。上越側に比して降雪も積雪も少ない関東側はもっと交通量があってもよさそうであるが、域内の開発が進まなければ、スキー客と遠距離貨物の通り路

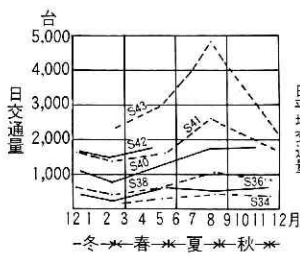


図 5(a) 17号国道相俣における
四季別交通量(昭和36~43年)
(建設省高崎工事事務所調べ)

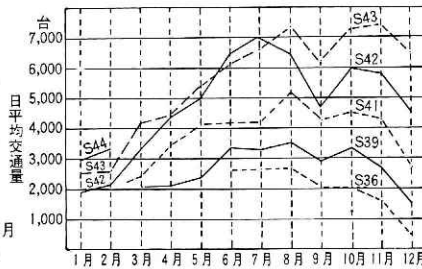


図 5(b) 17号国道六日町地点月別
日平均交通量(台/日)
(建設省上越国道工事事務所調べ)

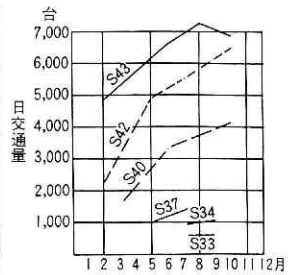


図 5(c) 17号国道長岡市妙見
における四季別交通量
(建設省長岡工事事務所調べ)

ということにとどまるわけである。

六日町のデータはチューブによる自動計測によるもので月間平均日交通量を示しており貴重な数値である。相俣と異なって、南北に湯沢とか、小出とか大きい町を控えている市街地の観測なので、区域内交通もかなり測られているわけであるが、昭和36年の夏期2,600台、冬期500台に対し、1車線除雪完行の昭和39年には夏期はあまりふえないが、冬期1,500台と3倍となり、昭和40年以降2車線除雪の影響ははっきり出てきて、経済の伸びの影響もはいつているだろうが、昭和43年には夏期7,000台、冬期3,000台(12月だけでは6,000台)に達しており、交通需要は12月になっても落ちず、1月、2月、3月の3か月は交通需要はあるが雪の影響で交通が伸び悩んでいるといつてよいようである。交通内訳は遠距離貨物輸送が重点となってきているが、夏期の域内交通が冬の雪による阻害または速度低下で、どのように縮まっているかをさらに詳しく調べる必要がある。長岡市妙見の測定も不十分であるが、六日町に似た結果を示している。

六日町と相俣と比較して、六日町の方は除雪のランクを高めることによって、冬期需要交通量はもっと躍進するであろうと思われる。

(2) 17号国道における時間交通量の測定

除雪した国道や地方道の交通量が時間的にどう変わっていくかを見るため、国道と苗場スキー場入口との分岐点、および国道と湯沢駅入口との分岐点の2か所において、2月18日(土曜日)から19日(日曜日)にかけて32時間、および苗場分岐点だけはさらに2月21日(火曜日)から22日(水曜日)にかけて24時間にわたって交通調査を行なった。O. D. 調査をやりたいが準備期間が十分でなくてそれはできなかったが、方向別、時間別、車種別調査ができた。

イ) 土曜から日曜にかけての交通流

三国国道の除雪による2車線確保が行なわれてから、三国トンネルより4.5kmの距離にある苗場スキー場は完全に関東圏となり、レジャーブームに乗ってスキー場は発展し、東京からの遠距離ハイヤーやバスによるスキー客が殺到することになった。土曜から日曜にかけて、とくに混雑する。図6(a)によって三国トンネルと苗場の間をみると、東京からは、日曜の零時

道路の除雪計画についての一考察—有賀

からハイヤーおよびバスがふえだし、3時には150台/時となり、6時から急増して250~300台/時となる。そして12時から激減する。一方東京へ帰る方は午前11時ころから急増し350台/時に達し、20時ころから激減する。この傾向は国道から苗場スキー場に枝わかれする地方道でも全く同じものが見られ、枝わかれ前は32時間交通量は3,000台であるのに対し、このうち

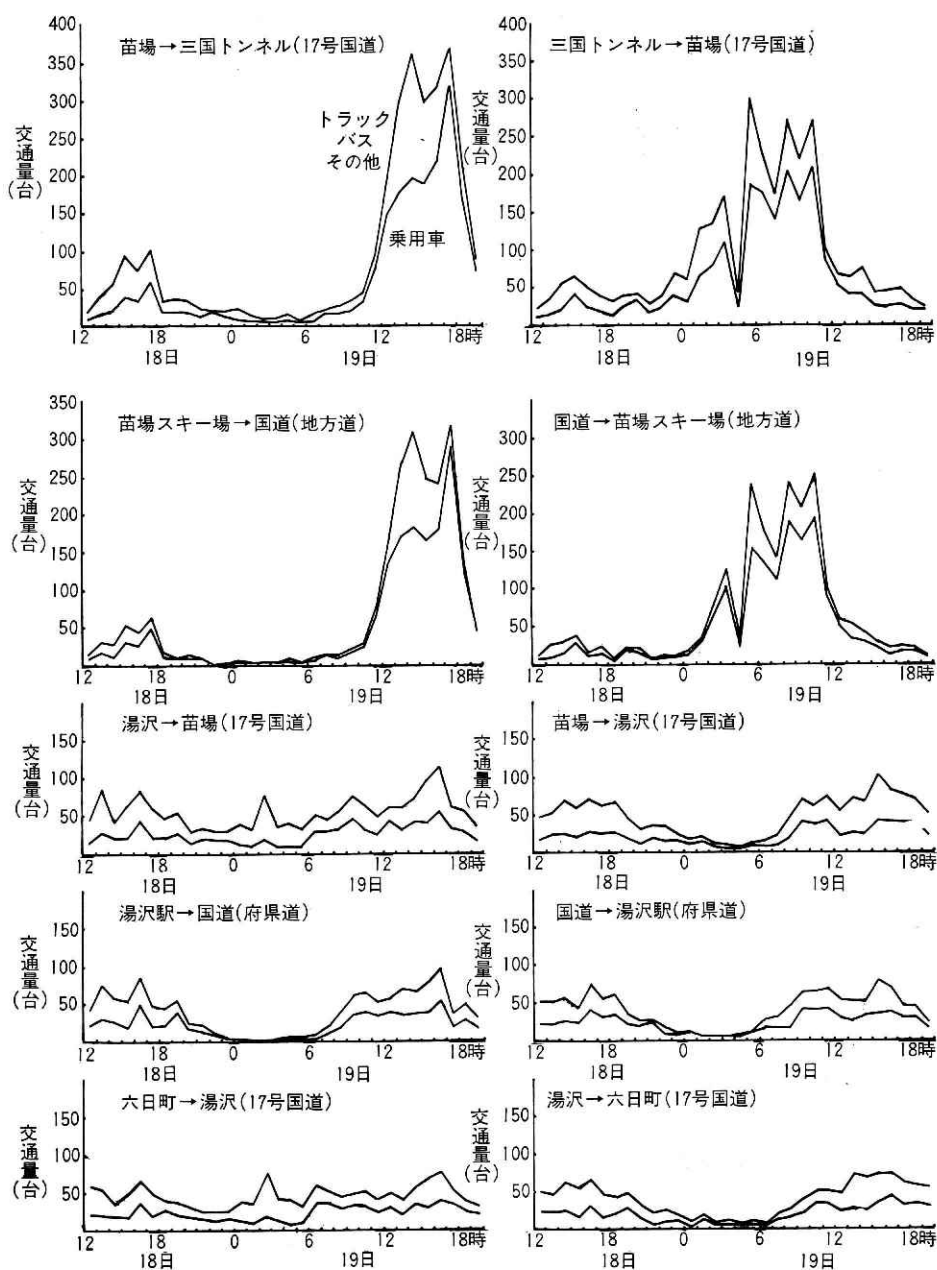


図 6(a) 時間交通量の分布 (昭和42年2月18日~19日)

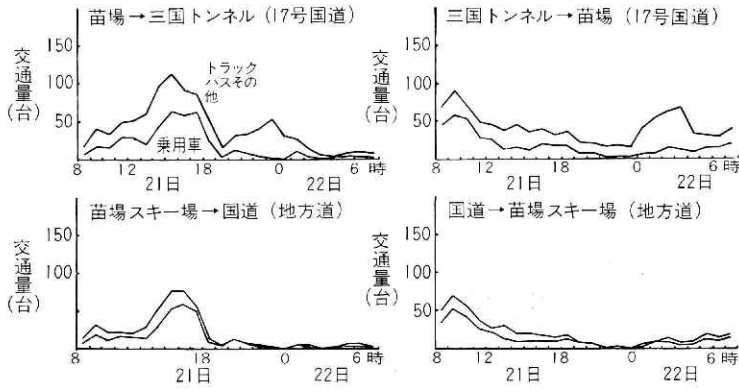


図 6(b) 時間交通量の分布 (昭和42年2月21日～22日)

2,000 台がスキー場にはいっている。苗場スキー場を過ぎて湯沢町に向かう間の交通量は、32 時間で 1,000 台程度に激減し、乗用車の比率も落ち、交通の時間分布は午前 8 時から午後 8 時までが各時間ほぼ均一で、夜間が少ないという標準の分布型を示している。

湯沢の駅へはいる地方道の交差点での交通調査の結果は、図で見るように国道筋では32時間交通量は 1,200 台で、その時間分布は湯沢～苗場間のものに似ている。ここで面白いのは国道筋でも湯沢駅へはいる地方道でも、長岡方面から南下する交通は夜間になっても交通量が落ちずに 1 日じゅう 50 台/時の程度を保っている。これに対し北上する交通は、夜間 10 時から朝 6 時まで激減している。特に国道から湯沢駅へ向かう地方道では零に近い。ここに地方道の冬の交通特性が見られる。さらに町村道などでは 1 車線除雪区間の交通時間はもっと短いであろう。

ロ) 火曜から水曜にかけての交通量

平日における苗場付近の交通の時間分布を見ると図 6 (b)に示すように、三国トンネル苗場間では24時間交通量 1,200 台ぐらいであって、時間分布は北へ向かうものは午前 3 時と 10 時にピークがあり、南下するものは、午後時ころピークがあり、これをスキー場への分岐交通と比較すると、夜間のピークは通過交通によるものであることがわかる。

4. 除雪計画についての考察

速度調査と交通量調査の結果をもとにして、除雪計画について若干考察してみたい。ここでいう除雪計画とは、国道や府県道の一定区間について、どのような考え方で除雪の規模を定めるべきかということに問題を限定する。したがっていかなる除雪機械の組み合わせで、除雪体制をどうするか

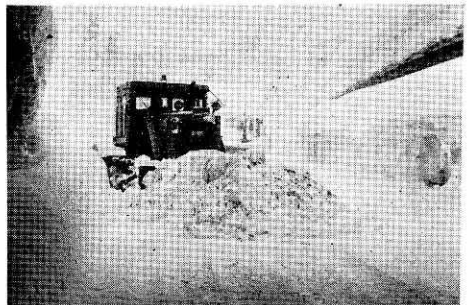


写真 4 除雪作業の一例

といった問題には触れないことにする。除雪計画を立てるにあたって次の三つが問題となる。

- 1) 路線上の降積雪予測。したがって計画降雪量をどうおさえるか。
- 2) 当該路線区間およびこれと接続する道路の交通需要量。したがって計画交通量をどう押えるか。
- 3) 除雪の規模。したがって確保する車線数、除雪幅、計画走行速度、除雪量をどう押えるか。

(1) 計画降雪量の決定

河川の計画降雨の考え方をスライドさせれば、既往最大、可能最大、確率年、などのいろいろの取り方が考えられよう。河川の場合にははらんした場合は被害の大きさが身にしみているので、大きな値をとるようになってきた。道路除雪計画の場合にはあまり過大なものを採るのは適当でない。なぜならば除雪は毎年5か月間にわたって行なわれるもので、いったんある計画で踏み出せば、毎年止めるわけにいかなくなる。過大な計画降雪量をとったため、遊休機械をつくることになる。計画決定で問題になるのは資料の点と確率の押え方の点である。最近では全国的に道路事業が進んで雪国の降積雪量も注目されるようになったが、路線沿いに日降雪量および積雪深が測られている期間は短い。古い記録のある気象官署や、鉄道や、電力関係の観測値と対応させて求めてくる必要があろう。次に確率の押え方であるが、全年の降雪量を確率でとらえ、これを12月から4月に分配して考えるものと、各月ごとに確率を求めていく方法とあるが、毎年の月別降雪量の順序が乱れるようなところは各月別に確率を求めた方がよいと思われる。何年確率をとるかは道路の重要性、計画交通量、その地域の雪害のひどさによって異なるわけであるが、年降雪、月降雪、日降雪、時降雪という区分で3~5年ぐらいのものを考えておき、それを越した年は受持路線間の転用、他地区からの応援によって処理すべきであろう。17号国道上越工事事務所の例では、交通量の伸びに伴って除雪機械を増しており、受持区間内の転用を図っている。

(2) 計画交通量の決め方

雪国の道路の計画交通量はもちろん雪のない時期の交通量が基準となって路線規格が定められているが、冬期間計画交通量はどうして求めるべきか、基本交通量、誘発交通量、開発交通量などの和と考えられるべきものであろうが、六口町、湯沢、苗場の実測からみると、

- イ) 路線区間別、月別平均日交通量を何年か測定して春、夏、秋のデータの内容を分析し、冬期間でも存続しうるものを捜し、別に冬特有のスキー場交通、材木運搬、特定工場運搬、鉄道便の転換分などを加えて推定する。
- ロ) 以前から除雪をして冬期交通を許している路線の交通量調査をもとにして、未除雪区間にはいってくる通過交通量、域内交通量を推定する。(近傍路線の値を参考とする。) 別にその路線独得の需要交通量を加える。

ハ) イ)およびロ)とも経済の発展による年々の伸びを実測より推定し、これから何年か先を補外法で推定して計画量を改訂していく。

最近雪国の高速道路の計画も調査段階から建設段階に移ろうとしており、無雪自動車専用道路の実現も近いことであろうが、一方には鉄道の駅から国道に出る府県道さえも除雪されずに残されているところもあるわけで、国道、府県道、市町村道を連ねて、地方全体の冬期交通網の需要基本調査を行なって、除雪するしないにかかわらず、全体の交通流を予察しておくことが必要である。

(3) 除雪計画規模の決定

計画降雪量、計画交通量(台/日)が与えられて除雪計画の基本である除雪の規模を決定する際に、次のことが問題となろう。

- イ) 車線数をどうとるか。
- ロ) 自動車の平均走行速度をどう押えるか。
- ハ) 1車線の場合待避所をどう設けるか。
- ニ) 除雪幅をどうとるか。
- ホ) 除雪作業を低速で行なうか、高速で行なうか。
- ヘ) 除雪の費用と効果の比較。

日交通量 (N_D 台/日) と車線数 (n)、自動車の平均走行速度 (V km/h)、自動車の平均車間隔 (b km)、1日の走行時間 (T 時間)の間には n が2の倍数をとるとき

$$N_D = n \cdot V \cdot \frac{1}{b} \cdot T \quad (1)$$

V と除雪幅 w との関係を $V = k_1 w$ とすれば

$$N_D = n k_1 w \frac{1}{b} \cdot T \quad (2)$$

となる。

2車線以下の場合には待避所を造らねばならないが、 N_D と V に対して、待避所の間隔 (L km)、待避所の長さ (s km) をどう定めていくかということについて、これは上下対向方向の車の間隔のバラツキがどういう分布になっているかの推定の仕方によって変わってくるもので、この待合わせの解析は厄介なものである。大づかみに上下方向の車の平均速度も車間隔も同じとし、やや集団運行的に運転規制が行なわれるとすれば

$$\frac{N_D}{2} = \frac{V}{k_2} \cdot \frac{1}{b} \cdot T, \quad 1 < k_2 \leq 2,$$

$$N_D = \frac{2}{k_2} V \cdot \frac{1}{b} \cdot T,$$

したがって

$$N_D = \frac{2k_1}{k_2} w \frac{1}{b} \cdot T \quad (3)$$

となる。上向車，下向車ともランダムに到着し，待避所で待ち合わせてすりぬけるという時間計算は，モデルを作って計算機で算出し，1日の間に所要交通量ははけるかどうかを当たり，はけるように待避所の間隔をつめ，待避所の長さを増すことを考える。

さて前述した問題点のイ) からへ) の間で最も重要なことは車線数の決定である。(図7参照) 交通量が少ないうちは0車線で N_{D1} に至って1車線除雪することになる。この限界は道路の重要性からくる要素が多く，経済計算で

限界を出しうるかどうかわざかしいところである。 N_{D1} と N_{D2} の間は交通量を通す最小限の除雪を行なうという条件で決めていくべきで， N_{D2} 以上は除雪幅を増すことによって交通容量を増すことができる。ロ) の自動車走行速度，ハ) の待避所間隔，ニ) の除雪幅

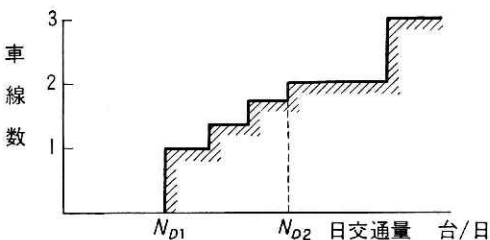


図7 車線数と交通量

は相互に関連する要素で交通量を基本として関連して考えていく。ホ) の除雪速度はその路線の降雪の強さ，雪質，時間交通量に関係する。高速になると体制の強化と高級な機械の使用，出費の増大をもたらし，現在では幹線国道か，高速自動車道路や特に交通量の大きい市街地道路などにおいて考えられるべきものであろう。へ) の除雪の費用と効果の比較は，除雪して路面抵抗を少なくすれば，通過自動車の燃料や維持費が減少するというような狭義の経済比較と，新たに開発効果が上がって地域の生産性価値が高まるといった広義の経済比較をあわせ行なうことによって知られよう。ここでいう除雪計画では車線数と自動車の走行速度と，1車線の場合の待避所の構成が大きな問題であり，この解決のためには雪国の除雪した道路上のいろいろな区間にわたり交通量，交通速度，車の間隔のパラッキ，それらの除雪幅と圧雪深，待避所の構成との関係などについて詳しい実態調査をする必要があらうと思われる。ごく簡単に考

表4 冬期交通量に応ずる除雪幅計画例(試算)

交通量 台/日	最大時間 交通量 台/h	車線数	除雪幅 m	自動車 平均速度 15 km/h 実体 7.5 20 実体 10 25 実体 12.5	自動車 平均間隔 km	待避所 平均間隔 km
100	16.7	1	3	7.5	0.9	0.9
200	33.4	1.3	4	10	0.6	0.6
500	83.5	1.6	5	12.5	0.3	0.3
1,000	167.0	2	6	30	0.36	—
2,000	334.0	2.3	7	35	0.21	—
5,000	835.0	2.6	8	40	0.10	—
10,000	1670.0	3	9	45	0.054	—

備考
 1. 日交通量は12時間交通とし最大時間交通量は平均の2倍とする。
 2. 日交通量 100 台未満は車線数0とする。

えたときの各交通量に応ずる車線数，除雪幅の試算例を表4に示す。

あ と が き

雪国の冬期交通障害を完全に排除することは雪国の人々の悲願であるが，道は遠いものがある。筆者は雪害研究の一分野として，冬期交通の調査がその地域の雪や除雪作業と関連して行なわれ，これのつみ上げの上に除雪計画の立て方が合理的にされてくることを期待したい。本報告はその初歩的段階であって，今後関係者の研究を望みたい。

本調査にあたり東京大学生産技術研究所の川浦潔氏，国立防災科学技術センターの斎藤博英氏のご援助を得たことを深謝するとともに，この報告書のまとめに水谷武司技官の協力のあったことを付記する。

参 考 文 献

1. 谷藤正三 (1951) : 除雪と交通. 道路工学特論, p. 114.
2. 市原 薫 (1957) : 除雪の経済効果に対する考察. 土木学会第12回年次学術講演集, p. 397.
3. 古川 巖 (1958) : 多雪地帯の自動車交通確保の方式と限度. 雪の Report, No. 4.
4. 国民経済研究所 (1963) : 積雪が北陸地方の産業に及ぼす影響調査報告書, p. 50~58.
5. 国民経済研究協会 (1965) : 積雪が運輸通信および公益事業に及ぼす影響に関する調査, p. 219-310.

(1969年4月14日原稿受理)