



# 土木研究所資料

第1048号

## 道路気象情報システムの实用開発計画(2)

—雪害.土砂害に関する道路情報のシステム化について—

昭和50年6月

建設省土木研究所

# 目 次

## まえがき

1 序 論	1
1-1 道路気象情報システムの必要性	1
1-2 道路気象情報システムの目的と具備すべき条件	2
2 道路気象情報管理と道路気象対策の現状と問題点	3
2-1 降積雪に関する情報と道路交通の管理	6
2-2 凍結、圧雪に関する情報と道路交通の管理	9
2-3 視程障害の情報と道路交通の管理	9
2-4 強風に関する情報と道路交通の管理	10
2-5 崩災の情報と道路交通の管理	10
3 道路気象情報と道路交通管理の現状に関するケーススタデー	
- 福井・滋賀県における昭和50年1月豪雪 -	11
3-1 降雪と道路除雪の状況	11
3-2 人員動員数と使用機械	13
3-3 食糧と燃料の補給	14
3-4 市町村雪害対策本部設置および廃止の状況	14
3-5 福井県の措置	14
3-6 自衛隊の要請および活動状況	15
3-7 教えられた教訓	15
3-8 福井県内の被害状況	16
3-9 昭和50年1月の大雪写真	17
4 道路気象情報システムの実用化について	19
4-1 実用化の基本的な考え方	19
4-2 実用化に必要な検討事項	20
4-3 実用化の手法	21
5 道路気象情報システムの経済効果	40
5-1 道路気象情報システムの経済効果に関する一考察	40
5-2 昭和50年1月国道8号線(福井、滋賀)におけるケーススタデー	51
6 実用化の開発計画	53
6-1 全体計画	53
6-2 第一次計画	56
6-3 初年度計画	58

7 おわりに	61
参考文献	62
参考資料	63
北陸地方（北陸地建管内）における凍・圧雪と積雪（主として18号線）の状況	64

## ま え が き

日本列島は春夏秋冬の四季の美しい自然に恵まれている反面、台風・集中豪雪等の自然災害の常習地帯となっており、良しにつけ悪しきにつけ、気象現象は古来から我々の社会生活と密接なつながりをもって来たと言えよう。

昭和40年代に到って我が国の道路網が飛躍的に整備・拡充された結果、国土の有効利用に、地域格差の解消に、また経済活動を支える動脈として、更には日常生活並びにレジャー生活の維持に欠かすことの出来ない主役として道路交通がクローズアップされてきた。

しかるに日本列島は背陵山脈により南北に二分され、その北側の大部分では、冬期間豪雪地帯となっており、この厳しい気象環境における道路交通の確保の困難さが、無雪地域との格差を生む大きな原因の一つとなっている現状は否定出来ない。また、冬将軍の訪れと共に冬眠同様な生活を強いられてきた昭和30年代前半とは異なって、現在では道路交通に対する社会の依存度は質・量においてまさに隔世の感がある。

一方、道路交通による大量輸送時代を迎えた今日では、一旦土砂害、雪崩等による災害が発生した場合、一挙に多数の人命を失なう危険が増大したことは、飛騨川バス転落事故の例をあげるまでもなからう。

このような情勢のもとで、自然災害から道路を守り、道路交通の確保と安全を期するために道路管理者は不断の努力を続けている。

しかし、この自然災害の管理運営上特に必要な気象情報は、気象庁の天気予報やシノプテックスケールの気象情報を唯一の手掛りとしているのが現状で、時間的・空間的精度を満足させるまでには至っていない。そこで、自然災害を防除し、道路交通の確保と安全をより高いレベルで全うするために、広域かつ地域性を踏えた道路気象情報を適確・迅速に計測収集し、気象状況の予測等、これらのデータ処理を行ない、さらに、この結果にもとづいて対策への有機的利用を計る一連の体系、すなわち道路気象情報システムの開発整備が50年代前半の道路事業の大きな目標となろう。

なお、この資料は道路気象情報システム（I）を、さらに、検討推進させたものである。すなわち現在の計測、情報処理技術を可能な範囲で適用し、その効用を経済性等の諸条件と併せて評価しながら、活用発展させ実験的なステップを経て実用化してゆこうとするものであり、道路気象情報と道路交通管理の現状とケーススタディおよび道路気象情報システムの経済効果に関して考察を加えた。

昭和50年6月

新潟試験所

# 1 序 論

## 1-1 道路気象情報システムの必要性

多雪地をはじめ各種の気象災害多発地域における安全円滑な道路交通の確保は、近年の産業活動の進展、それにとまなう流通機構の充実化などにより、その重要度がいよいよ増大してきている。

すなわち、道路整備の面から全国的な状況をみると、昭和47年度末では、舗装率が一般国道90.4%、都道府県道61.4%、市町村道15.8%と改善されている。道路の整備が進むにつれて輸送機関の中で自動車輸送の分担するシェアが次第に増加し、国内貨物の場合、輸送トン・キロのシェアは、昭和30年度11.1%が昭和46年度43.0%に、輸送トン数で64.8%が89.4%に、また、国内旅客の場合、輸送人キロ（バス・乗用車）のシェアが昭和30年度16.6%が昭和46年度50.8%に、輸送人数が30.2%が60.3%に増加している。これは、自動車交通がもつ優れた面によるところが大きいといえよう。また、今後とも所得水準の向上と、道路整備の進歩が相まって、この傾向は続くものと考えられている。

このようなことから、道路、とくに主要幹線道路は、社会的・経済的基盤を支える流通機構の動脈の役割りを果たしてきており、道路の改良整備と保守のウエイトは非常に大きくなってきている。雪寒地の道路にしても都市間を結ぶ輸送パイプとしての役割りは年々増大し交通量も増加の一途をたどっている。

道路交通におよぼす道路気象障害には数多くあるが、なかでも雪寒地域のような雪によって派生する圧雪、凍結（スリップ・発進不能——交通渋滞等）、地ふぶき、なだれ、あるいは融雪期の地すべりなどがあり、また、降雨によるスリップ、ハイドロプレーニング、土砂崩落、地すべり、霧による視程障害に起因する渋滞、追突事故、強風による走行不安定などがおもな道路気象障害である。

このような道路気象障害が起りやすい道路を管理する上で、たとえば雪寒地では、冬期、雪氷障害にとまなう交通止や、交通渋滞を極力排除するよう雪寒対策がたてられ、除雪、塩化物散布、排雪などによる道路の確保と、事故防止のためのドライバーへの各種の情報提供手段が講じられてきている。

しかし、道路は線の状態では平野や山間地、盆地などにわたって伸びているため、道路各点の局地的な気象現象に支配され、その気象現象は、時間的・空間的にきわめて変動が大きいために、どのような対策を講ずるにしても、その現象を確実に把握することがいづれにもまして前提条件として要求されるわけである。

しかしながら、現状においては、路線にそっての降雪分布をとっても、その情報はきわめて少ない観測点で、かつ、ほとんど人手によつた観測から得られる情報である。このため得られる情報は、量的にも質的にも、有効な除雪対策や、ドライバーへの情報指示を行ないがたい。

すなわち、観測点の密度からは、峠一つ越えた降雪の状況が不明であるかなどという状況のほか、人手による観測、通報の制約から、北陸地方でもっとも降雪に見舞われている深夜から早朝（2時～7時）の時間帯にほとんどその情報が得られないなど、情報の不足と、時間的な情報性にとばしいのが現状である。

いわば、大雪で、その道路障害の大きい時ほど、情報が得られなく、その結果、除雪作業の遅延化という悪循環をくり返しているのが実情である。このような状況は、昭和50年1月中旬における福井～滋賀県境（国道8号線）の雪による停滞がその例である。1月10日から15日まで5日間にわたる積雪のための渋滞、交通止、1月18日から20日までの国道17号線における渋滞、交通止などの例をみても、雪情報の不足が大きな原因の一つといえよう。

このような降雪による交通の渋滞を防止し、あるいはこれを最小限で留めるためには、除雪作業の効率化や、ドライバーへの適切な情報提供・指示が必須条件となろう。このためには、単に沿線の降雪情報を、早急、適確に入手する体制確保のほかに、これらの情報の利用法、さらには、集積データをもとにした降雪分布の予測、除雪体制の事前確保へと発展させる必要がある。

現在、いくたの苦渋をなめながら、遅々としてこうした方向へ発展できない大きな理由の一つは、降雪の観測データが量的、質的に不足しており、降雪データをもとにした除雪作業の効率化、道路交通の確保などが具体的な便益として発展、検証できない点にあるといえる。実状としては大雪のたびごとに苦渋をなめながらも、ほとんど従来どおりの情報入手管理体制で、主として現地の経験とカンを最大のたよりにしているのが実状である。

すなわち、道路管理の質的な向上のために必要な情報は、量的には気象現象の空間的スケールや、地形、道路の条件に応じて、質的には気象現象の時間的スケールや、その要因、および除雪作業速度などの対策機器施設の能力に応じたものであり、経験やカン以上の科学的な積み上げ発展が可能なものでなくてはならない。

そこで、道路気象障害が道路交通に及ぼす影響の大きい、降雪、路面凍結・圧雪、崩災を対象として、これらが、いつ、どこで、どんな量で、どのように発生分布するかの情報を自動的に計測、入手し、この情報をもとにした対策処理、および障害の予知、予防対策などが、有効、適確にできるような情報管理に系統的にとり組む必要がある。

そして、道路気象障害の防止と、安全、円滑な道路交通の確保をはかることへ進めていくべきであろう。

## 1-2 道路気象情報システムの目的と具備条件

道路気象情報システムの目的は、道路交通に及ぼす影響の大きい降積雪、路面凍結・圧雪、土砂崩れなどの道路気象情報を、早急適確に計測、入手し、交通情報等とともにこれらの情報を、道路管理者をしては、道路管理対策に活かし交通管理者としては、安全交通の確保のため、道路利用者に適確な指示、規制、伝達を行なう有機的、効果的な道路交通の管理に資するものである。

すなわち、道路の維持管理対策としては、次の事項があげられる。

- 1) 除雪、融雪処理対策
- 2) 凍結、圧雪の防止、処理対策
- 3) 崩災防止、警報対策
- 4) そ の 他

また、交通管理対策としては、次の事項がある。

- 1) チェン携行、装着、脱着の指示
- 2) 速度規制
- 3) 交通止、迂回等の伝達指示
- 4) 走行注意、じゅん守事項の伝達

の各対策に、対策の必要性、必要区間、対策時期、対策方法、などに適確かつ効果的な判断を与えるものである。

このため道路気象情報システムの具えるべき条件は次のような事項としてまとめられる。

- (1) 対象区間の道路気象障害現象を正確、迅速に計測入手できるものであること。

[精度のよい情報の自動計測化と、情報入手のためのテレメータ化]

- (2) 入手された気象情報によって、対象区間の全体的、局所的な気象状況が把握でき、交通等の情報とともに具体的（時期、区間、出動方法、工法等）、有効的な道路交通の維持管理対策が判断できるものであること。

[入手された情報の効果的な処理、表示、機能]

- (3) 科学的な分析評価が可能な情報の集積、新しい情報の増設等により気象障害の予知、およびこれによる予防、事前対策対制確保などの将来性、発展性をもつものであること。

## 2. 道路気象情報管理と道路気象対策の現状と問題点

雪寒地域における道路交通は、冬期の雪水による影響が大きく支配するため、対策上必要な情報管理を行なう必要がでてきた。このため、雪水および視程障害に対する研究調査が一部で行なわれてきた。

道路の気象障害対策に関する研究調査は、昭和40年に国道1号線の滋賀県猪鼻地区と名阪国道桜橋地区で路面凍結の実態把握と路線上の温度分布測定、物理的解析が行なわれたのが初めてのようである。<sup>2)</sup> 次いで高速道路調査会、道路気象対策小委員会において、高速道路の路面凍結および降雪についての調査研究が名神高速道路彦根地区などを実験基地として実施された。<sup>3) 4) 5)</sup> この調査は、路面凍結の実態把握、凍結の機構の物理的解析、凍結予知手法の開発、路面凍結情報システムの開発、最深積雪深の再現確率計算などが行なわれた。これは昭和41年から44年まで行なわれた。凍結のほか雪、霧による視程障害に関する研究調査が昭和44年から47年まで行なわれた。<sup>6)</sup> そして、昭和43年に中央道大月地区および東

名道御殿場地区に路面凍結対策と霧対策に必要な道路気象情報システムが実用試験的に設置された。

その後、現在までに、特に高速道路を中心として表-1のような地域に道路気象障害対策として情報管理に必要な道路気象観測機器、観測データ収集のためのテレメータ装置、データ記録、処理装置、情報伝達のための道路情報板と、これのテレコントロール装置、その他融雪氷現地制御機器など一連のシステム機器が設置され実用化へ展開されてきている。

しかしながら、一般国道においては、主要国道であってもこのような試みが行なわれている事は極く一部を除いてほとんど皆無である。

融雪処理装置の自動制御、凍結の自動検出、積雪深の自動測定などが部分的に行なわれていることがあっても、情報の入手から対策処理までを有機的（システムの）な情報管理として実施された例はない。これらを含んで道路気象情報管理と、道路交通管理と問題点の概要を各障害毎に述べる。



道路名	管理所	管理区間			視測子局数 (箇所)	道路気象視測項目										おもな情報	対策時機の判断		情報提供	
		自	至	距離 (km)		ITV	VI	路	気	雨	風	水	検	他	崩		除排雪	塩化物 散布	人員 確保	情報板
名神道	彦根 栗東	八日市	関ヶ原	45.2	4		6	4	4	4	1					積雪地域の降雪検知	○	○	○	○
		大津	八日市	40.1	3			3	3							路面凍結の検知		○	○	○
		関ヶ原	小牧	42.7	4			4	4							霧の検知		○	○	○
東名道	豊田 豊川	小牧	岡崎	53.3	4			4						1	路面凍結の検知		○	○	○	
		岡崎	三ヶ日	42.3	3			3						1	霧による視程障害の検知・視認		○	○	○	
		御殿場	大井松田	45.4	11	2	2	9	1		4	1	1		橋梁部横風強風の検知	○	○	○	○	
中央道	大月 多治見	相模湖	河口湖	47.4	6		1	6	6	4	2	4		1	5	路面温度の検知・崩災検知		○	○	○
		小牧	中津川	27.5	4	1	2	4	4	4						路面水分判別		○	○	○
		飯田	駒ヶ根	72.1	10	3	3	8	8	5	11		4			霧雪の検知				
北陸道	小松 森本	丸岡	金沢	39.5	5		2	5	2	1	4		3	1	降雪状況の検知・確認	○	○	○	○	
		小杉	金沢東		5	2	1	5	5	1	5		2	1	路面温度の検知	○	○	○	○	
		福井	福井		2		2	2	1	1	1		2		海岸線部の強風検知	○	○	○	○	
名阪国道	奈良	天理	五月橋	31.6	4			2	2	3	2	2		2	路面温度の検知・予知	○	○	○	○	
															路面水分の判別					
東北道	加須 鹿沼	岩槻	佐野	55.0	2	1	1	2	2	2	2				路面温度の検知		○	○		
		佐野	白河	65.1	6			6	6	6	6					河川部凹地の霧検知		○	○	
		郡山福島	仙台南		9			7	8	5	5	7		5		おろし風による強風検知	○	○	○	○
京葉東関東道	千葉	武石	成田	34.0	4			4	4	3	4			3	橋梁部の凍結検知		○	○		
															橋梁部の強風検知					
北海道道 (札幌道含)	北広島	小樽	千歳	48.3	3			2	3	3	2	2			多雪地の凍結検知	○	○	○	○	
															霧、凍結の検知					
中国道	西宮北 津山	宝塚	滝野	43.1	2			1	1	1					路面温度の検知		○	○	○	
		美作	落合	42.4	2			1	2				2		霧の検知・凍結の検知		○	○	○	
		下関	小郡	59.6	2			2					2		路面凍結の検知		○	○	○	

注) ITV 監視テレビ, VI:透過率計または降雪計, 路:路面温度計, 気:気温計, 雨:雨量計, 風:風向風速計, 水:路面水分計, 検:降水検知器  
他:地中温度計・露点計等, 崩:落石・崩壊・検知装置

表-1 主な地域における道路気象情報システム設置例

## 2-1 降積雪に関する情報と道路交通の管理

現在名神道や、北陸道、東北道、中央道などの高速道路における多雪地域では、降積雪の情報を降雪計や、透過率計（V I計）、降水検知器などによって自動的に得ており、ほぼ実用的な効果をあげている。

すなわち、これらの道路気象情報によって、I.T.V.による路面状況の確認や、パトロールの実施、さらには除雪作業、交通規制等に活用されている。

しかし、降雪は、地形・気象条件等によってその降り方が著しく異なるため、地形の異なるところを縫って設けられた道路沿線での降雪状況は、数キロメートル程度離れた場所においても時期、量ともに変化（メソスケール以下）するため現状の観測体制では十分な現象把握が困難な場合も多い。

また、気象庁のシノプテックスケールによる気象情報や、天気予報を主体とした降雪の実況や、予報などの情報、そして交通情報等を含めた情報の総合的な入手利用法については、今後の問題として残されている点が多い。このため降雪状況の実態や、予報情報の不確実さが原因となって除雪体制の効果的な運用が阻害され、交通渋滞などがしばしば発生している。

いずれにせよ、雪情報のシステムの取扱いの第一歩がふみ出された現状であることには異論のないところであろう。

一方、一般道における雪に関する情報の収集管理は、ほとんど人手によって行なわれており、以下のような現状である。

### (1) 情報の収集

降積雪の情報 除雪基地、維持出張所などの観測地で、1日1回～2回（朝9時、朝9時と夕方17時）人手によって積雪尺をよむ。大雪時の観測回数は多少増す。

関連気象情報 気象庁から提供される広域的（直径40km～60km）な気象情報をラジオ、電話等で入手する。

道路交通情報 パトロールカー、作業車、委託国道情報連絡員、警察署、通行者等による通報（不定期）

### (2) 情報の伝達管理

通報された情報は、出張所へ集められ、出張所の責任者によって判断、指示される。また、これらの情報は、「道路情報記録簿」、「道路雪害状況連絡表」等にそれぞれ記録される。

また、重要な事項については、国道工事事務所の責任者によって判断、指示される。この間の伝達方法は、ほとんどが入手を介した局電話、マイクロ電話無線が利用されている。

このため、雪に関する情報および関連気象情報は、降雪基地等を観測点とした日降雪量と、広い地域を対象とした気象庁の予報、その他の情報程度で、これもまたすべて人手に頼ったものである。したがって、降雪がどのように変化し、対象路線にどの位の降雪があるのか、時間

的、地域的にどのようになっているのかほとんどわからない実状である。とくに、大雪時などもっとも情報の必要な時ほど、人手不足のため正確な情報がはりにくいということがしばしば発生してしまう。

除雪作業を完全に遂行するためには、降雪の時間的、地域的把握、あるいは、予知ができ、これによってあらかじめ機械の配置、人員の配置、対策出勤時期、出勤区間などが判断できなければならないが、現実には既述のような状況から、いきおい現場担当者、夜間は基地のオペレーターの経験と直感にたよって稼動しているのが実状である。

現在の除雪体制としては、表-2、3に示すように積雪深や、予想降雪深の階級で第一から緊急体制までが定められており、除雪の出勤基準としては、5～10cmの降雪があった場合出勤することとしているが

- ① 降雪の強度からすれば、大雪時1時間6cm前後の降雪強度となることが多く、最小限1時間以内の時間間隔での情報が必要である。
- ② 北陸地方では、降雪の時間帯が深夜2時から早朝7時頃に最も多いことが確かめられているが、現状で就寝後も基準降雪で除雪しようとする交替で不寝番を立てて監視せねばならず現在の人員では極めて困難な事。
- ③ 積雪の少ない時期の早期除雪と、多積雪後の除雪では、除雪の難易度<sup>7)</sup>(除雪スピードあるいは一種の積雪抵抗値ともみられる)が指数的に増加する。たとえば積雪10cmの時と積雪50cmの時では、除雪難易度から後者の方が約20倍難しいという計算結果がある。  
このことから雪情報の迅速な入手が除雪対策のきめ手ともなること。
- ④ 現状では、情報を入手した時には、すでにかんりの量の積雪のため渋滞が発生していることが多く、この渋滞のために新たな情報が入手されにくくなる。また、除雪作業が交通混乱のため現場に入れず不可能となる。

などの点から前述の除雪体制を確保するためには、これに見合った規模、時間間隔での降雪情報の入手とその管理が要求されている。

以上のように、現在の雪に関する情報の入手は、現行の除雪体制を確保するにも不十分であるほか、記録、集積される降雪等のデータも、その集積に伴って将来の科学的分析にたえられ、降雪分布特性の把握と、その予測等、現在、現場の経験とカンに頼っている事柄以上のものとして、発展されては不十分であるといわざるを得ない。

路線区分	昼間	夜間	備考
第1種除雪路線	5 cm	10 cm	巾狭小、交通量大の箇所では夜間も5 cm
第2、3種除雪路線	10 cm	10～15 cm	

道路除雪ハンドブック<sup>8)</sup>改訂版より

表-2 出勤基準

体制区分 本部・支部分		第一体制	第二体制	警戒体制	緊急体制	その他
本部	本局	1. 支部の過半数が第一体制に入った場合 2. 二以上の支部が第二体制に入った場合	1. 支部の過半数が第二体制に入った場合 2. 支部（富山、金沢を除く）が警戒体制に入った場合	1. 新潟県内の過半数の支部が警戒体制に入った場合 2. 富山または金沢の支部が警戒体制に入った場合	1. 支部が緊急体制に入った場合	
支  部	標準体制基準	1. 気象予報等から判断して管内の相当区間においてAcm程度までの降雪のおそれがある場合で待機または除雪を必要とする場合 2. 管内の一定区間で拡巾除雪、圧雪処理、防滑処理等の作業を必要とする場合	1. 気象予報等から判断して管内の相当区間においてBcm程度以上の降雪のおそれがある場合 2. 管内の相当区間で拡巾排雪、圧雪処理、防滑処理等の作業を必要とする場合	1. 管内の相当区間でCcm程度以上の降雪があり、除排雪、圧雪処理等を全能力的に実施する必要のある場合 2. 管内の担当区間で警戒積雪深（過去5ヶ年平均最高積雪深）の80%程度に達し、更にDcm程度以上の降雪のおそれのある場合 3. 管内の一部で数時間以上の交通障害が発生した場合	1. 異状降雪により相当区間で交通途絶のおそれのある場合 2. 急激な気象変化により相当区間の道路状況が一時に悪化し交通途絶のおそれがある場合 3. 管内の一部で長時間にわたる交通途絶が発生した場合	1. 支部長は支部の所在する県が警戒体制に入った場合は本部長の命により指示された体制をとるものとする。
	新潟国道	A=20 cm	B=20 cm	C=50 cm D=40 cm	※豪雪災害時における道路交通確保のための緊急措置要領抜すい（昭和44年）  各県管内の指定観測点のうちその大部分が警戒積雪深を大中に突破し主要路線における除雪状況、除雪強度その他を勘案し、緊急事態に陥いるおそれがあると判断した場合、関係地建局長が当該県知事と協議して緊急体制への移行を決定し当該体制に入るものとする。  指定雪量観測点および警戒積雪深（cm） 新発田市 60 魚津市 90 長岡市 140 福野町 100 高田市 150 八尾町 110 新潟市 40 金沢市 80 十日町市 220 輪島市 40 高岡市 90 小松市 60 富山市 20	
	長岡	A=30 cm	B=30 cm	C=60 cm D=40 cm		
	上越国道	A=40 cm	B=40 cm	C=80 cm D=40 cm		
	高田	A=30 cm	B=30 cm	C=60 cm D=40 cm		
	富山	A=30 cm	B=30 cm	C=60 cm D=40 cm		
	金沢	A=20 cm	B=20 cm	C=50 cm D=30 cm		

道路除雪ハンドブック改訂版より

表-3 除雪体制区分

## 2-2 凍結・圧雪に関する情報と道路交通の管理

路面の凍結に関する情報は、名阪国道、東名道、中央道、北陸道、北海道道などで路面温度と路面上の水分、あるいは降水による水分の検出を組合わせた検知手法によって、路面凍結あるいは路面凍結の危険性を自動的に検出し、これをテレメータによって集中監視し、さらに道路情報板によって利用者への注意をうながしたり、速度規制の実施、凍結防止の薬剤散布などの方法が採用されている。

また、路面凍結予知<sup>9)</sup>情報としては、路面上の水分検出をベースに、路面温度の変化を予測するものとして、現在、名阪国道、東名道等において路面の熱収支に関連するおもな気象要素を用いた区間分割判別法による方式で、短時間（2時間先迄）予知としては86～95%の精度で、さらに高層気象データを入れた長時間予知（17時起点の翌朝8時迄）としては、81～91%の精度で予知情報を得た実績がある。

また、高速道路調査会の路面凍結対策分科会<sup>10)</sup>で、気象解説者と予知装置の路面温度による凍結予知実績の対比を行った結果、気象解説者の予報が87%、予知装置が92%となった事例もある。

このように、とくに高速道路を対象としては、長大橋や、トンネル出口などの凍結の危険ヶ所や、路面温度の地域分布測定解析等から選定された地点における路面温度の変化等を対象とした情報収集、監視、これらにもとづく対策が有機的に推進されつつある。

一方、一般国道における路面凍結の情報管理は、情報の計測、入手についても、降雪の場合と同じように、道路パトロール、委託モニタ、現場駐在員など入手による通報がほとんどであり、速報性、信頼性に欠け事故発生後などのものであることが多い。

予防対策に必要な情報としては、気象庁から発表される広域的な気温の低下や、降雪の情報が主体であり、路面凍結のような地形的、あるいは道路構造的に局地性をもった現象では不十分ことが多い。

このような点から、その対策についても、主として現地の経験とカンによってあらかじめ凍結防止剤を散布するなどの処理のほか、通報入手後その処理を行なうため、あらかじめ危険地点に塩化物やすべり止め砂などを用意して、近くの人や道路利用者に適宜散布利用させるところもある。

対策処理としては、この数年来、ほとんど同じような方法がとられており、効果的で、安全適確な対策とはいえない。対策に関する進歩も非常に遅いといわざるを得ないのが現状である。

また、情報の伝達に関しても前述の通報性によって可変情報板でドライバーに知らせることもあるが、多くは凍結の危険地域に冬期間中、常時、凍結、スリップ注意などの固定標識が立てられている状況であって、道路利用者は、これらの情報に不感性となってしまう効果が少ないことが多い。

## 2-3 視程障害の情報と道路交通の管理

視程障害対策として、霧、雪などによる視程不良については、名神道彦根、京都、東名道御殿場、

中央道、北陸道、北海道、中国道などの高速道路を中心とした地域のほか、霧発生が多い一般国道や、地ふぶき地域の国道の各地でV.I計、霧検知器などの視程観測器やI.T.V.により、その計測監視システムが採用されている。これらの観測機器により道路照明の点灯、道路情報板による注意の伝達、速度規制等と、道路交通の対策管理面でも一応の効果をあげている。また、北陸道、北海道などの降雪地域や、地ふぶきの発生地域では、雪やふぶきによる視程障害の情報として活用<sup>11)</sup>されている。

一方、視程障害の予知については、霧、地ふぶき等の発生機構の解明が十分でないため、まだ実施された例はない。

霧による視程障害対策の検討は、高速道路調査会の霧対策委員会で行なわれてきている。<sup>12)</sup>

#### 2-4 強風に関する情報と道路交通の管理

風に関する情報は、表-1に示めたように、<sup>13)</sup>地形的、道路構造的に強風の予想される地点や、長大橋、高架部、トンネル出口、沿岸強風部、高原台地部、盛切土境界部など風圧変化の大きい地点を中心に、風向風速計や、吹き流しなどが設けられ、道路情報板による強風や、横風の注意伝達を含めてドライバーへ情報提供され、一応の効果をあげている。

一方、強風の予知は、視程障害同様に、その発生原因がきわめて多く、機構解明が十分でないところから実施された例はない。

#### 2-5 崩災の情報と道路交通の管理

崩災は、落石と崩壊現象とに大きく分けることができる。崩災検知装置は、中央道の岩殿山や8号線親不知地域や、その他、山間部の危険地帯で一般に利用されはじめている。落石の検知は、対象斜面に張られたワイヤーや、光線が落石によって切断、伸縮、しゃへいされると電気的な信号を発する装置等が一般に用いられているが、落石の落下軌跡、大きさの大小等により検知ワイヤーや光線に把えられない場合もあり、さらに改良の余地が多い。そのほか、踏み板や金属パイプの接点にマイクロフォンを組み込んだ検知器も検討されている。その他予知としては発生メカニズムが確立されていないため実用化された例はまだない。まだ崩壊の検知・予知については伸縮計、傾斜計等が一般に利用されており、比較的信頼のある精度で、その検知・予知が行なわれている。しかし、崩壊危険ヶ所は道路延長上に極めて多数存在するために、すべての危険ヶ所を計測器でカバーすることは経済的に困難である。このため現状では、地域ごとの確率降雨量に基づいた危険降雨量を設定して道路規制等を行なっているが、道路崩壊は降雨と斜面条件の組合せにより発生するもので、降雨のみでその安全性、あるいは危険度を判定することには問題が多い。さらに降雨の分布は局所的な地形に大きく支配されるため現状の雨量計等の設置密度にも問題がある。





いずれにせよこのようにして得られた崩災や、雨量に関する情報にしても、危険地点で自動的に情報板やしゃ断機でドライバーへ伝達、交通止などを行なう試みがあるが、ほとんど、常時監視体制や、対策、ドライバーへの情報伝達などが有機的にむすびついておらず問題点が多い。

### 3. 道路気象情報と道路交通管理の現状に関するケーススタディー

昭和50年1月10日から15日にかけて滋賀県と福井県の県境に大雪が降り、自動車の渋滞が発生し、道路交通に大きな影響を及ぼした。以下その状況を述べる。





#### 3-1 降雪と道路除雪の状況

昭和50年1月10日福井県、滋賀県境では9時頃より雪がふりはじめ、福井県側の除雪車は10時から滋賀県側の除雪車は15時30分から出動した。

国道8号線疋田のA型道路情報板には15時55分から「  県境付近積雪チェーン必要」、国道8号線彦根のA型道路情報板には10日、0時20分から「 塩津付近積雪チェーン必要」、国道1号線山科のA型道路情報板には13時55分から「 福井県界積雪チェーン必要」の情報を出した。福井県下には16時10分大雪波浪注意報、滋賀県下には20時30分大雪情報が出された。建設省福井工事々務所、滋賀国道工事々務所とも17時から警戒体制に入りあらかじめ定められている要員を確保した。県境は雪がふりつづき新道峠では、10日、8時13cm（気温0.5°、曇）、15時、30cm（気温0°、雪）、24時50cm（気温-5°、雪）と積雪深がふえた。県境付近の交通の流れは11日0時では正常に流れており、11日0時40分頃から渋滞が始まり、11日、2時以降は交通の流れがほとんどとまってしまった。県境付近の沓掛（滋賀県側）においては積雪深が11日1時、38cm、2時45cm、3時50cm、新道峠（福井県側）においては11日1時52cm、2時55cm、3時55cmに達した。県境付近に設置した消雪パイプの延長は、滋賀県側が県境から木ノ本の区間に（延長6.7km）2,240m、福井県側が疋田から県境の区間に（延長5.9m）2,070mに及んでいるが、11日には滋賀県側で0時25分から1時37分までと2時45分以後は終日停電し福井県側は0時20分頃から終日停電したため、消雪パイプが11日はほとんど機能しなかった。

以上のように10日の天候、気象情報、道路情報で県境付近は「チェーン必要」の状態ドライバーは峠にかかる手前で情報をあたえられている。情報が与えられており、路面に積雪があっても、チェーン装備せずに行けるところまで行こうとし、走行不能になる車が多いが、新道峠にさしかかった車の中にも丸タイヤ、またはスノータイヤだけでタイヤチェーンを装備していない車、定期便の大型車でも後輪の一部にしかチェーンを装備していない車等が多く、降雪によって車の走行速度が低下し、じゅずつなぎの状態である状況下で、これらの車が坂路部や曲線部でスリップや横振れをおこし、通行不能になるものが続出し、連鎖的に後続車が次々に立往生する結果となった。10日、24時頃までは消雪パイプが動いていたため、滋賀側の除雪作業は消雪パイプのある地点より南側において実施していたが、停電があったからは急拠県境付近の除雪に出動したが、北進車が割り込みをし、下り車線に入って立往生するなど除雪車の作業がさまたげられ、後続の車にも狭まれて除雪作業は困難を極めた。福井県側は県境から福井県側約600mの地点から消雪パイプが設置されているので峠までの区間を除雪していたが作業車やパトロールカーがその前後に立往生した車の渋滞から脱出することができない状態となった。除雪のためには立往生し

た車を1台ずつ取り除かなければ除雪作業ができなくなった。

11日8時50分国道8号線疋田のA型情報板は「  福井県界積雪通行止」、8時50分国道8号線彦根のA型情報板に「 福井県界積雪通行止」、9時55分国道1号線山科のA型情報板に「 福井県界積雪通行止」を表示し、国道8号線武生市春日野から敦賀市にかけて停滞した車は国道27号線に迂回を指示した。通行止になり降雪がつづくので建設省滋賀国道工事々務所は11日12時30分に非常体制に入り、建設省福井工事々務所は12日8時から非常体制をとった。県境の峠付近で立往生した車の数は総延長約13kmの区間に約770台と推定されたがこれらの車の排除作業は滋賀県側は11日19時からブルドーザーで一車線除雪をしながら集福寺まで上りUターン箇所をつくって車の排除を始め、福井県側では12日11時から開始した。

通行止によって国道8号線の交通停滞がひどくなってきたので、福井県側では武生市春日野のしゃ断機を11日10時におろし下り車線を通行止めとし、滋賀県側では飯ノ浦と塩津の2箇所でしゃ断機を12日0時40分におろし通行止としたが12日6時30分には飯ノ浦のしゃ断機は交通止無視した車によってこわされるのを職員が発見している。国道161号線は除雪作業や流雪工等によって通行止にはいかなかったが、国道8号線の敦賀と疋田間の車の復そうのため11日23時頃に滋賀県側の海通で通行止とした。国道8号線の国道303号線との分岐点には11日(土)10時30分に標識板と建設省職員によって交通止とした。

滋賀県側では除雪作業を進めるため車の排除に努めた結果、12日2時頃片車線(下り)を確保したもののその後も割り込みがあって、上下線での突込み合いを起し、再び車の排除作業をおこなった。12日には、福井県方面への開通の見とおしが少ないことを説明し、Uターンを説明したがUターンをいやがるもの、燃料切れのもの、夜間に入っては運転手が車の中で寝てしまい12日3時には排除作業は中止し夜をまって排除作業を再開しなければならなくなった。13日には排除の誘導に応じるようになったが中には割り込み接触事故をおこす車もあった。県境付近は1車ずつ後退させて14日午前0時頃片側1車線を確保した。福井県側でも車線確保のため除雪作業と車の排除作業につとめ、14日午前0時頃片側1車線(南行き)を確保した。この時点から北進車の一方交通処理にして車の排除にあたったが、接触事故が生じ、再度事故車の排除と除雪をおこない、14日7時約70台の車を北進させることができたが、またまた接触事故があり、通過完了が午前10時すぎとなった。その間に峠付近の車10台を長浜市まで除雪区間の通行状況を確認するため南進させたが、25kmの南進に3時10分から6時30分までかかった。14日10時30分南方向のみ通行可とした。その後14日6時から国道303号線分岐点と疋田の間を警官の誘導のもとに上下方向一車線の交互交通とし、14日19時頃県境と疋田間に短縮した。放置中のため福井県側は車線が2車線確保できなかったが、14日夜から放置車を調査し、警察から車の持主に連絡をとり運転手が車にもどるようにするほか、車の移動をおこなった結果15日5時頃には2車線通行ができる状態になり交通を流した。国道161号線は14日6時30分に圧雪除去がおわり1車線確保ができる状態となったが、一車線交互交通とすると疋田において交通が復そうする心配があったので巾巾除雪によって2車線確保につとめ15日2時半から2車線通行可



能となった。

### 3-2 人員動員数と使用機械

国道8号線と国道161号線の道路管理者は建設省である。その実施機関たる近畿地方建設局が昭和50年1月10日から15日までに人員を動員した人数と使用した機械台数は表-4のとおりである。

	職 員 数	の べ 人 員	作 業 員 数	の べ 人 員	機 械 台 数 (散 布 車)	(グ レ ー ダ ー)	(フ ル ド ー ザ ー)	(シ ヨ ベ ル) (ロータリー除雪車)	(散 水 車)	(ダ ン プ)	(高 速 除 雪 車)
10 日	27		58		6	14			2		2
	6 シガ		22		2	5			2		
	21 シキ		36		4	9					2
11 日	59		104		4	16	5	4	2	3	4
	30 シガ		38		2	5	2	2	2	1	
	29 シキ		66		2	11	3	2		2	4
12 日	68		233		5	17	12	1 5	5	3	5
	40		82		4	6	3	2	5	1	
	28		151		1	11	9	1 3		2	5
13 日	100		268		5	19	31	4 3	4	11	6
	59		117		4	9	10	2	4	4	
	41		151		1	10	21	4 1		7	6
14 日	134		324		8	19	29	7 7	4	11	3
	79		148		4	8	14	2	4	6	
	55		176		4	11	15	7 5		5	3
15 日	119		194		3	9	18	3 7		18	2
	82		68			6	14	2		6	
	37		126		3	3	4	3 5		12	2
合計	507		1,181		31	94	95	15 26	17	46	22

表 - 4

### 3-3 食糧と燃料の補給

前述のように昨附近には数多くの車が雪の中に立往生した。そこで道路管理者である建設省では立往生した車の中に閉ち込められた人たちに対して炊き出しと燃料の補給を行なった。その数量は表-5.6のとおりである。

項目 \ 月日	12 日	13 日
たきだし(食)	にぎり 800食 (内市 500食)	にぎり 500食 (市)
(福井側)	カンパン 300袋 みかん(14kg入) 4箱	
たきだし(食)	にぎり 300食	にぎり 420食
(滋賀側)	パン 300食	
(ℓ)	ガソリン 400ℓ	
燃料	軽油 600ℓ	

表 - 5

### 3-4 市町村雪害対策本部設置および廃止の状況

市町村名	設置月日時間	廃止月日時間	設置期間
敦賀市	1月11日 12.00	2月4日 10.00	25日間
美浜町	1月11日 17.00	1月14日 17.00	3日間

表 - 6

### 3-5 福井県の措置(県消防防災課関係分)

#### イ) 災害警戒勤務体制

1月11日(土)大雪注意報発令中であるため課員災害警戒勤務体制を執り情報の収集に努める雪害状況収集機関

- A) 気象台 気象状況 積雪状況
- B) 各市町村の雪害における被害状況の把握
- C) 近畿地方建設局福井工事々務所、国道関係の交通等
- D) 県警察本部 交通状況 被害状況等
- E) 自衛隊(金沢、小松航空、第322地区施設隊)の派遣要請について

ロ) 敦賀市への指示事項

- A) 県境附近の車輛に閉じ込められている被災者の確認
- B) 食糧の炊出、および被災者の収容所の開設
- C) 消防署 被災者および急患者等の確認
- D) 孤立地区に対する交通確保

ハ) 近畿地方建設局福井工事々務所への伝達

- A) 国道においての車輛に閉じ込められた被災者の確認
- B) 被災者に対する、食糧、燃料等の早急に支給伝達

3-6 自衛隊の要請および活動状況

- 1月12日 21: 30 近畿地方建設局福井工事々務所から県へ派遣要請
- 1月13日 5: 00 知事名によって陸上自衛隊第 322 地区施設隊 (鯖江市) に派遣要請
- 7: 00 同隊現地 (敦賀市) 出動
- 1月17日 8: 00 同隊一部敦賀市より撤収
- 13: 00 同隊全員撤収

出 動 隊 員 お よ び 機 械		
隊 員	機 械	
15 名	ダ ン プ	3 台
	バ ケ ッ ト	1 "
	ブルドーザー	2 "
	ジ ー プ	1 "
	大型トレーラー	2 "
	計	9 台

作業内容

- イ) 敦賀市内を縦貫する国道 8 号線の除排雪
- ロ) 敦賀市内の除雪および孤立地区 (池河内) の除排雪

3-7 教えられた教訓

今度の降雪による通行止に関し、今後検討しなければならない事項としては下記のものが考えられる。

- イ) 積雪区間を通る車は必ずタイヤチェーンを装着させること。

道路情報板によって、チェーン装着の必要を表示し、積雪地区に入っても、車の運転手は車の通行ができなくなるまで、チェーンを付けず、普通タイヤのまま、走行しようとする。現状では建設省の職員が国道上で運転手に命じても無視されたり、トラブルがあって、効果があがらないので、警察の強力な協力が必要である。そして、チェーンを装着しない車は強制的に運行をストップさせるか U ターンして帰ってもらうことにしなければならない。

- ロ) 峠の前に広場を確保すること。イ) のためにはチェーン装着場と大型車の U ターンが可能な

敷地の確保と整備が必要である。

ハ) 積雪地帯の道路幅員は除雪作業を考慮した幅員を確保すること。

積雪は山間部に多いが、山間部を通る道路は地形的に、線形もきゅうくつで、ぎりぎり2車線線しか巾のないところが多い。

故障車が2台並んでとまっても、除雪車が通れるだけの幅員(最少3車線以上)となるよう道路整備をし、幅員の確保が困難な区間は、別の道路を整備し、上、下車線を分離して、幅員を確保することが必要である。

ニ) 除雪機械を増強すること

一般に使用されている、ブルドーザー、グレーダー等は確保しやすいが、民間にないロータリー除雪車などは道路管理者が必要な台数を整備しておく必要がある。

ホ) 道路情報板の整備

建設省が設置したA型情報板は近畿地建管内に24箇所ある。長距離を走る車にとっては峠附近にさしかかってから通行止を知らされても、多少の無理は承知のうえで強行に通過しようとするので、他の道路(名神、阪高)をふくめて遠隔地で情報が与えられるようにするため、さらに道路情報板を整備する必要がある。

ヘ) 無線装置の整備

現場では、無線連絡をとっているが、電波の波が2波しかなく片通話のため通話が復そうして連絡が遅れ現場内での作業打合せ、現場と出張所間の連絡がとりにくかった。このため現場状況の把握、作業の進捗状況が、適確につかめなかったので、無線装置の改善整備が必要である。

### 3-8 福井県内の被害状況

福井県消防防災課でまとめた50年1月豪雪による被害総額は809,254千円とされている。以下具体的に述べる。

イ) 建物関係

高 浜 町

- 高浜町音海 高浜合板の倉庫兼機械室1棟スレート平家約4,000㎡損害額約1億円
- 高浜町東三松 電線再生業 徐公直(47才)鉄骨平家建工場1棟約244.8㎡損害額約200万円
- 高浜町東三松 梅垣よね(50才)木造平家建1棟約50㎡損害額約300万円

美 浜 町

- 美浜町佐柿 北山木材ベニヤ工場 北山正信 鉄骨平家建60㎡1棟損害額約100万円

三 方 町

- 三方町気山 浦見川住宅産業 山口利三(55才)木造平家建150㎡1棟倒壊 損害額約200万円

ロ) 農林関係

小浜市

- ビニールハウス3棟崩壊 損害額施設約60万円野菜約10万円

ハ) 土木関係

敦賀市

- 敦賀市舞崎町 天筒山山系南端の山鼻(標高95m)土砂崩壊 流出土量約50m<sup>3</sup>

美浜町

- 美浜町日向地区 八坂山(急傾斜地指定地)土砂崩壊 面積40m<sup>2</sup>流出土量30m<sup>3</sup> 人家の軒先小破

- 美浜町和田地区 村上山 山腹崩壊 流出土量20m<sup>3</sup>所有者近藤信考

ニ) 通信電力関係 …… 16日全部復旧済

- 北陸電力管内

敦賀市中心 電柱倒壊80本断線ヶ所 260ヶ所停電(11日6180戸、12日3800戸、13日1980戸  
16日復旧済)

- 関西電力管内

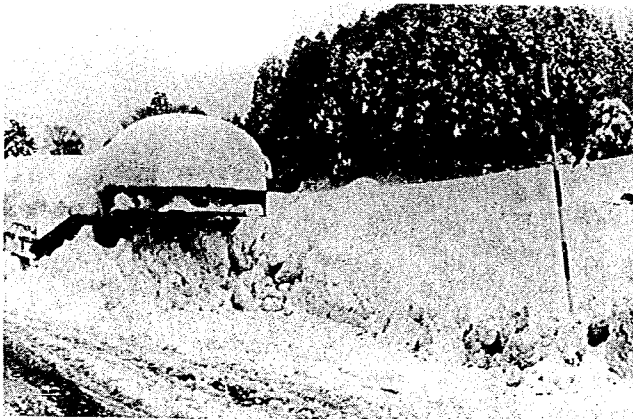
美浜、三方、上中町中心電柱傾斜42本断線 247ヶ所 停電(11日600戸、12日400戸、13日復旧済)

ホ) 孤立部落

敦賀市	越坂 11世帯 49人	刀根 50世帯 197人
	小河 31 " 149人	池河内 11 " 56人
	杉箸 57 " 118人	

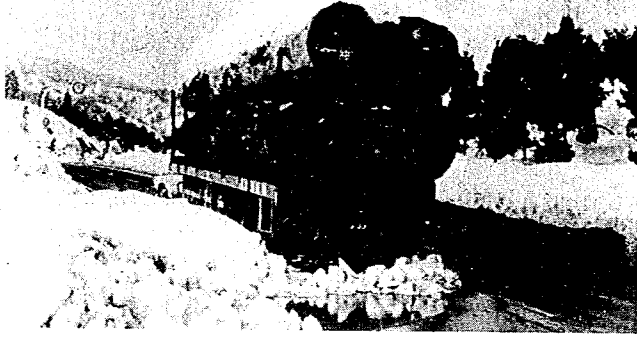
3-9 昭和50年1月の大雪写真

写真 No.1



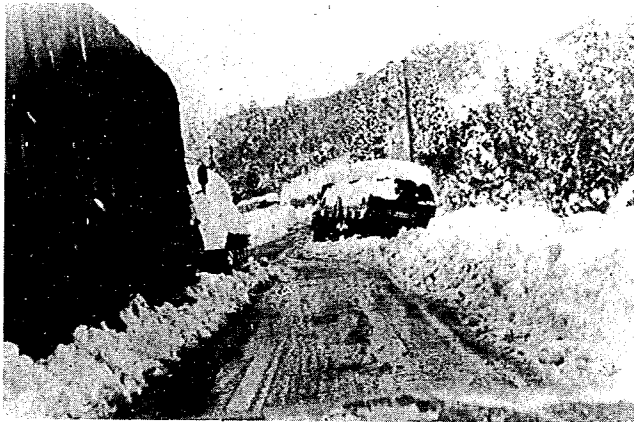
立往生した為に、道路端に放置されたトレーラー

写真 No. 2



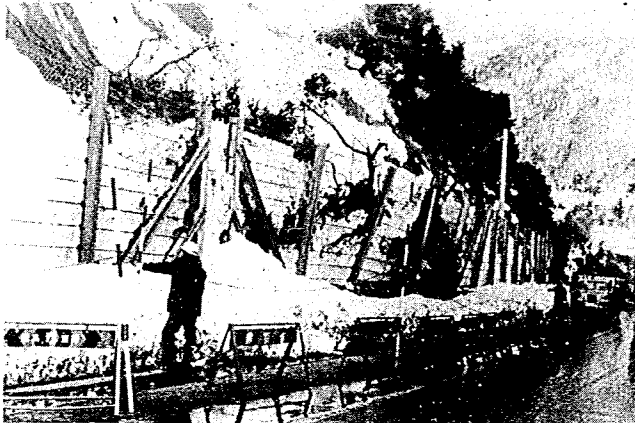
立往生した為に、道路端に放置された木材を積んだトラック

写真 No. 3



立往生した為に、道路端に放置されたトラック

写真 No. 4



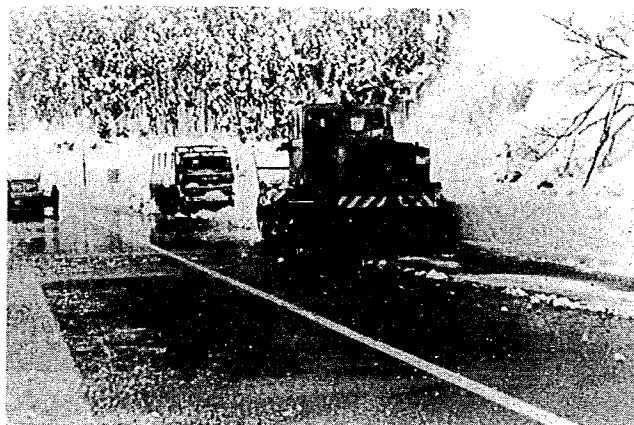
雪の重みで曲った落石防止柵

写 真 No 5



雪の重みで曲った落石防止柵

写 真 No 6



除雪するロータリー除雪車

#### 4. 道路気象情報システムの実用化について

##### 4-1 実用化の基本的な考え方

道路交通の管理に於ける道路気象情報の体系的、効果的な活用に関しては2章の現状の項で触れたように現在そのほとんどが「現場の経験にたよっている」というのが実情である。このため道路交通管理者の懸命な努力にもかかわらず雪や凍結等による道路交通の渋滞、事故等がしばしば発生し、雪寒地域を中心として経済生活にも重大な損失をこうむっている。

さらにこうした現状にもかかわらず現在までの道路気象等に関する情報管理で得られた集積、経験は、量的、質的にも貧弱で、将来に向かって道路交通の管理を効果的なものとして行く科学的な蓄積となっておらず、いわば「あいもかわらず雪氷にいじめられている」と言った、進歩

発展のきわめて遅い実情にある。

一方、雪や凍結の計測技術さらには予知技術はその対象や目的がそれぞれ異ったものを含め近年日々進歩している。また、情報の伝送、処理その運用と情報価値の評価などの情報技術は近年急速に進歩をとげているものである。

従って既述のような道路交通の効果的な管理の停滞的な局面を打破する方法、すなわち道路気象情報システムの実用化についての基本的な考え方としては、次のように考える。

「経験やカンによる情報を量的質的に活用発展し得る科学的な情報へ変えてゆく事であり、その方法は現在その進歩の著しい計測情報処理技術を可能な範囲で適用し、同時にこれらによる効用を経済性等の諸条件（P P B S分析）を含め評価しながら進める事である。従ってまづ糸口となるのは、活用発展し得る科学的な情報の入手、すなわち実験的なステップを含めた情報の計測、収集にある。」

#### 4-2 実用化に必要な検討事項

道路気象情報システムは、道路交通に於ける雪氷等安全交通の確保にとって最も問題となる気象障害を対象として、道路気象現象の観測体制から観測データの収集・処理体制、さらには得られた情報の活用体制までを有機的に結合した体系として構成され、道路交通の維持管理者と道路利用者の双方に必要な情報を提供するものである。

このシステムの展開、実用化にあたっては上述の3つの体制の有機的な結合を計る必要がある。このためには、各体制の確立に当って表-7に示めたような諸点についての検討が必要となる。これらの諸点は現段階で全て検討あるいは結論づけられているとは限らないが、重要な事は、実用化の基本的な考え方で述べたように将来の発展のために少なく共、実験的なステップを経て検討されるべき点も多い事である。

道 路 気 象 情 報 シ ス テ ム	観 測 体 制	1. 対象とする道路気象障害（入手すべき情報）の選定
		2. 観測機器とその精度、機器の選択、改良・開発
		3. 現象のスケール等に応じた観測密度（配置、計測間隔）
		4. 予測まで進めるために必要な観測要素
		5. 観測機器の保守管理
	処 理 体 制	1. データの収集される範囲、収集項目（検知に関するもの、予測に関するもの）
		2. 収集方法（テレメータ、Tel 通報、FAX等）と速時性、精度
		3. 気象障害の分布、規模などの路線全区間の把握方法（現況把握）
		4. 同 予測の把握方法
		5. データの収録、保存方法（特に予測等に使用できるものとして）
	情 報 の 伝 達 ・ 運 用 体 制	1. 道路の維持管理上特に必要とされる情報 除雪、凍圧雪防止・処理 崩災の重点監視パトロール等
		2. 交通管理、道路利用者特に必要な情報 装備や注意の必要性（チェーンの携行、装着等） 渋滞、作業中等の状況
3. 気象障害の防止施設の制御への利用 融雪、凍結防止等の装置		
4. 広域的な道路情報サービス 気象、交通情報（ラジオ、情報板等） 迂回路の指示、選択 装備の必要性		

表-7 道路気象情報システムの実用化検討項目



### 4-3 実用化の手法

前節では実用化に必要な諸検討事項について触れたが、ここではそれらの諸検討事項のいくつかについて、現在までに検討、開発、あるいは研究されているいくつかの手法、実績等について述べ、今後の実用化の参考としたい。

#### 4-3-1 必要な情報

道路気象情報システムで必要な情報は道路に沿っての気象情報をはじめとして道路交通の維持管理に必要な交通状況、対策作業状況等までが含まれたが、ここでは気象情報を中心に触れる事とする。

必要な気象情報には雪や凍結、雨などの現況把握に必要なものと、これらの予測に必要なものが含まれる。また時間的空間的に道路に沿って、少なくとも1時間々隔程度で必要なものと対象道路地域全体を含んで1日単位程度で必要なものがある。

前者を局地的な情報、後者をマクロ的な情報と呼ぶ事とすれば主として局地的な情報は現況把握に、マクロ的な情報は予測を行う場合、特に必要なものと云える。

以下、雪や凍結、土砂崩壊を対象として、その方法を具体的に述べる。

#### (1) 雪 情 報

##### i) 局地的な情報

道路に沿って配置された気象観測センターによって自動的に得られる情報として次のようなものがあげられる。

	自動観測機器
降積雪の強度	降雪計、積雪計
路面積雪状況(圧雪など)	路面積雪検知器、I.T.V.等
路側積雪状況(雪提など)	I. T. V
吹雪、吹溜りなど な だ れ	V I計、I.T.V なだれ検知器、I.T.V.

##### ii) マクロ的な情報

降積雪の予測などのために気象庁から発表される各種のシノプテックな気象情報や対象路線区間の各代表観測で得られる気象情報であり以下のようなものがある。

	入 手 先
地上天気図(気圧配置等)	気象庁FAX
地 方	無線放送及び各地方気象台発表地方天気予報など
高層天気図(等圧面高度、温度上層風向風速等)	気象庁無線放送
観測点の気圧 気温 風向風速 } の変化	対象路線区間の各代表観測(自動)
レーダー情報	気象庁レーダーFAX放送

これらの情報の具体的な項目については4-3-3の予測手法の項に使用される要素であり、その入手は現在気象庁や気象協会を通じて比較的容易にできるようになっている。

(2) 路面凍結情報

路面凍結に関する情報は、この現象のスケールから、そのほとんどが局地的なもの、すなわち対象路線で観測したものである必要が多くしかも、凍結の原因の多様性から雪や天候などの情報までを含まれる。従って局地的なもの、マクロ的なものとの明確な差で区分する事はできないが、現況把握と主として予測のために必要なものとして一応区分して述べる。

i) 現況把握に必要なもの

次のようなものがあげられる。

	自動観測機器
路面の水分状況(雪や水など)	路面水分計 路面積雪検知器 降水検知器
路面温度	路面温度計
気温	気温計

ii) 予測に必要なもの

	入手方法
地中温度 風向風速	観測点での自動観測 風向風速
純放射量(日射量)	純放射計(日射計)
露点温度(湿度)	露点温度
天気予報(雪予報、気温予報) 高層気象データ(高層気温、高層風向風速)	気象庁発表

(3) 崩災に関する情報

崩災に関する情報は地点や過去の履歴など危険地域がもともと持っている素因と雨や融雪水、風、地震など土砂崩壊や落石のトリガーをはたす誘因にわかれる。

素因的な情報はあらかじめの調査等で知られるので、必要な情報は誘因や前駆現象などを主体とするものとなる。崩災の場合、現況把握と予測に必要なものとの区分をもうける事は困難な場合が多いがあえてこれらをその順序で示めすと現況把握にとって必要な順に、次頁のような情報が必要となる。

降水量 (強度、積算雨量)	降水量計
前 駆 現 象	計
歪	歪 計
傾 斜	傾 斜 計
伸 縮	伸 縮 計
地 下 水	地 下 水 位 計
	I. T. V な ど
気 温 、 風 向 風 速	気 温 計 、 風 向 風 速 計
大 雨 予 報	
地 震 情 報 等	気 象 庁 より 発 表 さ れ る

#### 4-3-2 情報の観測方法

##### (1) 自動観測機器

降積雪、路面凍結、土砂崩壊に関連する雨について、その現況把握（予測要素の観測を含まない）を目的とした自動観測機器で現在道路気象観測上、実用あるいはこれに近い状況の機器の各方式、特徴を表-8に示した。

これらの機器の具体的な適用については設置される地域の対象とする現象の特徴と機器の特徴を適合する事が最も重要であり云わば各方式のあるもの程、この点の検討が必要である。たとえば凍結や圧雪を対象としてもこれらの全ての状態を知りうる観測方式は、いまだ皆無である。

なお、表-8には現在いろいろと改良されつつあるものも含めてある。

対象	機器名	計 測 方 式	特 徴 な ど
降 積 雪	降雪計	投光部より投射した光が雪粒子に散乱されての後方散乱光を受光部で受け大気中の雪粒子密度から降雪の強さを知る方式	① 雪をマスや板で受ける方式に比べ風による雪の捕捉率の変化の影響がない ② 雪粒子の形態（アラレなど）等から厳密な意味での降雪量はとらえられないが速応性に富んでおり、降雪の終始と強度の変化がよくとらえられる。 ③ 冬期の霧多発地帯では、霧との区別のため降水の検知器等が必要。
	降雪強度計	受雪板（10×10cm前後）上に積った雪がある一定以上の深さ（投受光間の光のシャ断で検出）となると転倒し、この頻度から降雪の強さを得る方式	① 受雪板上の雪の捕捉率変化が風雪時問題となる。 ② 転倒後の板下方の雪処理（ヒータでとくす）、雪寒時の可動機構の保守が重要
	積雪計A	対向した2つの立柱間で、投光器からの光りが積雪によってシャ断され受光部でとらえられなくなる事によって積雪の深さを得る方式	① 立柱や保守用温風機が大がかりで観測敷地がかなり必要 ② 観測間隔での測定値の差によって降雪量が求められる。
	積雪計B	1つの立つから水平に出たアーム先端より、下方に向けて積雪面の検知センサーが降りて積雪の深さを得る方式	① 積雪面検知センサーによって特に新雪などの雪面が乱される恐れがある。 ② Aに同じ
	その他の積雪計	その他、超音波式では風（10m以上）や雪面状態によって誤差が生ずる問題がある。アイトープ式では、その保守管理や、積雪の雪質による誤差等の問題がある。	

表-8-(1) 道路気象観測機器（降積雪を対象としたもの）

対象	機器名	計測方式	特徴など
路面凍結(圧雪)	路面水分計 A	路面に埋設した電極間の電気抵抗によって路面上の水分を検出する方式	① 凍結防止塩化物による外乱に対する保護が必要
	降水検知器	雨や雪等の降水の有無を電極間の電気抵抗から検出する	① 降水を主体とした凍結多発地域に有効
	路面光分計 A (光電式)	一方から路面に変調光を照射し、対向する投光器でこの信号を受け路面からの反射光強度で路面上の水分を検出する方式	① 路面や積雪の汚れによる影響を受け易くこの対策が必要 ② 道路を横断して設置する必要がある
	路面積雪検知器	同上のように変調光を照射するが、投光方向から路面の輝度を測りこれから路面の圧雪を検出する方式	① 少量や全く汚れてしまった路面積雪は検知できない
	路温計 (地中温度計)	路面に埋設した白金測温抵抗体(100Ω at 0℃)の抵抗変化から測定	① 交通、振動による破損防止上ある深さ(1cm程度)に埋める必要がある ② 導線の影響をなくすため3線式が用いられる。
	気温計	百葉箱(地上1.5m)内に設置した白金抵抗体(100Ω at 0℃)の抵抗変化から測定	① 百葉箱の風雪による雪づまり対策が必要 ② 路温計と同じ
雨	降水量計	20cm直径の受水マスで雨雪を受けこれを0.5mm(標準)毎に転倒する計量マスの頻度で測定 雪は附雪のヒータで融かし水量として測定	① 風による捕捉率の変化が問題 ② 雪の場合の融雪遅れや蒸発にも問題がある。

表-8-(2) 道路気象観測機器(路面凍結、雨を対象としたもの)

(2) 観測点の配置

気象観測点の配置を決める方法として、現在、以下のような各方法が取られている。

- (イ) 対象とする現象の気象的なスケール(時間的、空間的)に応じて決める。
- (ロ) 対象とする現象についての過去の発生、頻度、分布等の資料から統計的に決める。
- (ハ) 対象路線区間で、その現象やこれを支配する気象要素、道路や地形条件等を数回に渡って移動調査し、この結果から、これらの分布特性を求め配置する。
- (ニ) 対策機器、作業基地、管理機構の能力基準、必要性等にもとづいて決める。

最適配置を決定する方法としては、上述の各方法の統合、さらには経済性を含めた検討が必要であるが、この決定は得られる情報の有効性、しいてはそれをもとにした対策等次々と派生するため容易でなく、実際にモデル的に配置したシステムからP.P.B.S手法等によって研究、解析する事などで、この決定論の糸口が得られると考える。

観測点の配置に関して、これまで取られてきた例を以下述べる。

降雨や降雪などの気象擾乱には良く経験するように、さまざまな寿命や規模(もしくは波長と考えて良い)がある。

従ってこれらの寿命や規模に応じて、ある観測点密度と観測間隔で観測点をもうければ必ずこれらの擾乱が検出し得る確率が算出できる事になる。降雪や降雨などの降水現象について触れる。

北陸地方における大半の降雪は過去の研究から、西高東低の気圧配置により、シベリアからの寒気が日本海を吹送ってきて、湿潤寒冷な気団が発生し雪をもたらしている。この降雪メカニズムについてさらにその詳細を時間的・空間的なスケールでみると、シベリア大陸の高気圧や、これに伴う寒気の吹き出しなど、空間規模でおおよそ半径500 km前後、時間スケールで1日以上シノプテックスケールのじょう乱の中に、列状雲や局地低気圧などの空間規模での半径50 km前後、時間で2～5時間程度の中規模じょう乱(メソスケール)があり、さらにこれらの中に無数の対流性の降雪細胞(降雪セル)が空間規模半径5 km前後、時間で10～30分のじょう乱の存在が知られている。<sup>14) 15)</sup>(図-1参照)

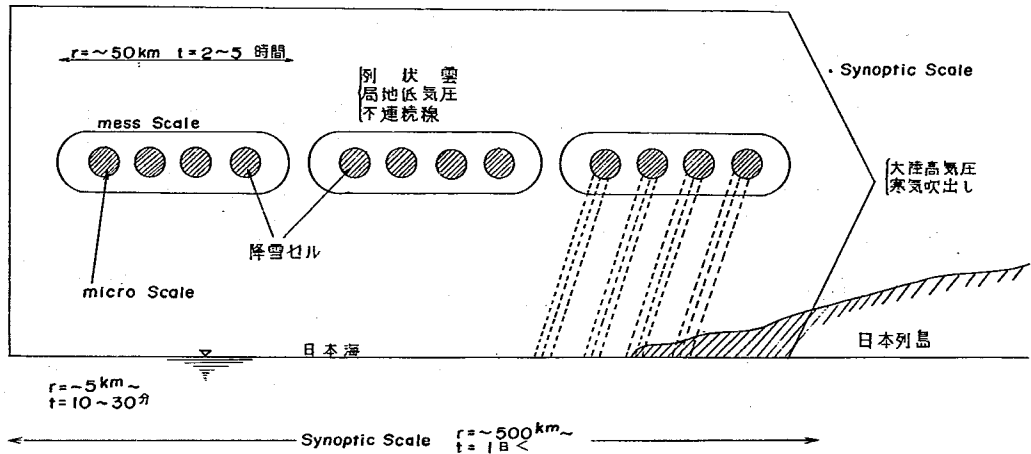


図-1 北陸地方の降雪メカニズム(季節風型)

また、降雨については、台風や低気圧など200 km前後に渡って降雨を持たらすものもある他、雷雨や積雲対流など10 kmあるいは数 kmの規模のものまできわめて広範囲に渡っている。

雪や雨のいずれにせよこれらの降水現象は基本的なエレメントが積雲対流にある。ここで降水域を支配する積雲対流の上昇域が全体に占める面積比は日本海の降雪でも、台風でもほとんど一定(5～10%)である事が知られている。すなわち雪や雨などの降り方は最小10分程度で烈しく変動している事が知られている。これは降水現象の最小単位としての積雲細胞によるものであり、移動速度から、その細胞の規模は10 km前後とされている。

<sup>16) 17)</sup>  
このように現象の規模と寿命について調べた結果では図-2に示めすように、気象現象のスケールと寿命の間には直線的な関係がある事が知られている。

路線に沿って、局地的な大雪や大雨の差が見られるのは図-2に示めした中規模以下の現象のためである。

すなわち擾乱のスケールとしては

規模 100 km 前後

時間 3 時間 前後

である。

このように  
 道路交通上必  
 要とする現象  
 のスケールが  
 わかると、少  
 なく共観測の  
 空間的、時間  
 的間隔はこれ  
 より密である  
 必要がある。

ここで高橋<sup>18)</sup>  
 (1961) の採  
 用した方法に  
 より、擾乱の  
 規模に関する  
 確率密度から、  
 観測点間の距

離  $\ell$  で配置した観測点のどこかに、この擾乱がひっかかる確率が次のように与えられる。

$$W(R) = \frac{2R}{\ell} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\ell}{2R}\right) \right]$$

$W(R)$  : 検知確率

$R$  : 擾乱規模 (半径)

ここで中規模擾乱の規模  $R=5$  km を入れて  $\ell$  と  $W(R)$  の関係を示めたのが表-9  
 である。また表-10 は降水強度の短い変動 (10分~30分) までに対応した降水細胞の  
 場合について参考に示したものである。

観測点間の距離 (km)	1	5	10	15	20	50	100	200
検知される確率	0.995	0.976	0.952	0.929	0.907	0.787	0.632	0.432

表-9 中規模擾乱 ( $r_0=50$ km) 検知確率

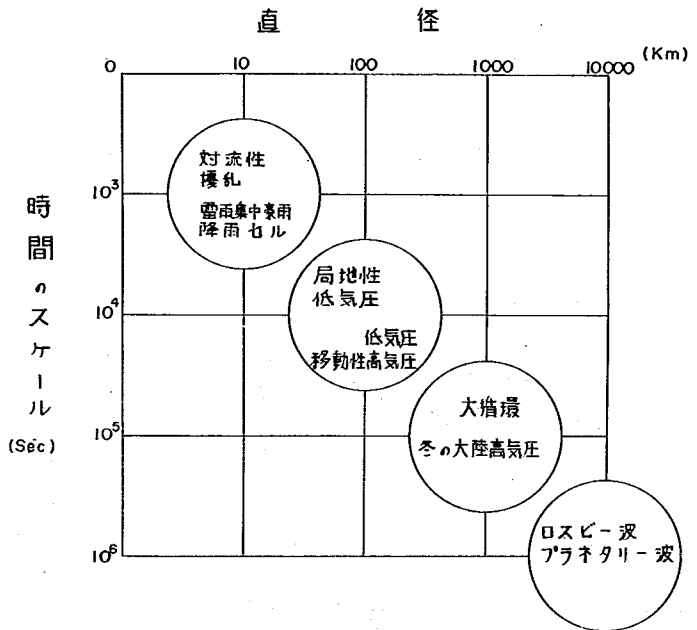


図-2 擾乱のスケール

観測点間の距離 (km)	1	2	3	4	5	10	15	20
検知される確率	0.952	0.907	0.864	0.824	0.787	0.632	0.513	0.432

表-10 降水細胞 ( $r_0=5$  km) 検知確率

ここでさらに注意したい点は、このような算定は単に降水現象のスケール、云いかえれば天空に於ける降水機構にもとづいたものであって実際に地上へもたらされる雨や雪は、これらの現象に重畳して、地形的な収集や発散、雪であれば風によってかなりの移送するなどの効果を受け、一般的にはさらに局地的になものとなる事である。

従って上述の算定値は最小限この程度の観測点配置が必要と云う事である。

次に、路面凍結に関する観測点の配置法の一例を示すこととする。図-3は、対象とする路線区間を、厳冬に数回にわたって路面温度の地域分布を中心として移動観測を実施した結果である。

移動観測は、冬期の冷え込みのつよい晴天、深夜に実施し、路面温度は車両に搭載した赤外放射温度計によって測定し、1回の観測はできる限り短時間で終了させ、時間変化の効果を少なくした。さらにこの効果は、定点観測点での時間変化で補正してある。

なお、観測では、さらに路面の凍結などの目視観測、気温観測もあわせて実施している。

このようにして路面温度の地域分布特性、さらにこれと対応した凍結状況の観測資料が得られると、次のようにして観測点の最適配置が得られる。

図に示すような路面温度分布データすべてを使用して、仮にA地点で路面温度を測定した場合、このデータがとなりのBあるいはC、D……の各地点とどういう関連、相関があるかを評価する。これをBやC、D……を基準とした場合も同様に行なうと、各地点データの地域代表性が得られる。路温としての地域代表性がなく、独自の変動をする区間も見出せる。

この結果、たとえば平地部ではほぼある一ヶ所で代表でき、山間の谷あい部では、北斜面と南斜面の両方で観測が必要であるという状況が気象統計的に決定される。

図-4の・印は、このような解析を行なって配置した路面温度の観測点を示す。

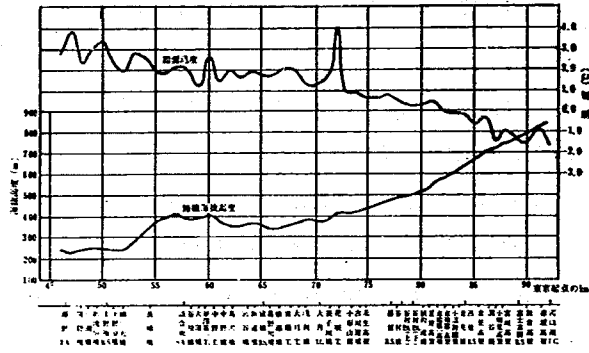


図-3 中央高速道路の夜間における路面温度および気温の分布  
 (昭和44年1月13日～3月17日までの20回の現地移動観測  
 による測定値の平均値)

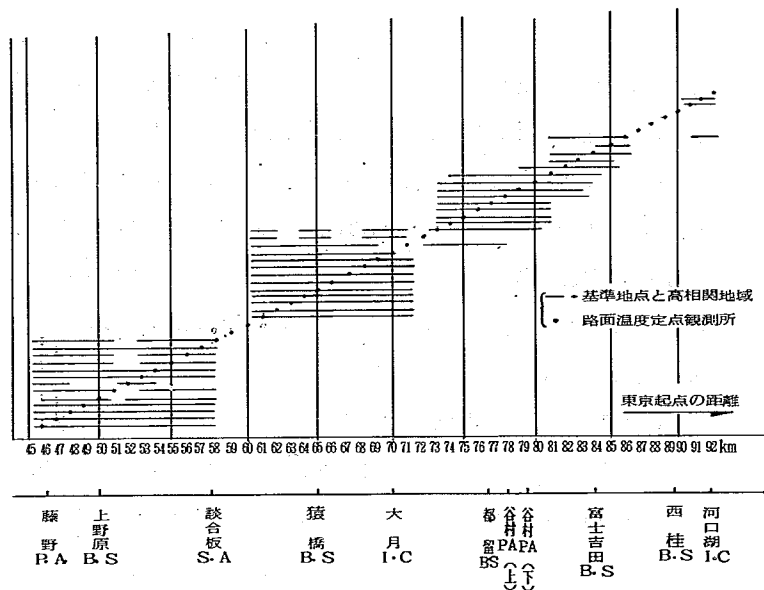


図-4 各地点を基準にしたとき路面温度で高い相関(相関係数0.95以上)を示す地域



### 4-3-3 道路気象の予測手法とその実績

道路に沿ってのある地点あるいはある区間での降雪量や降雪量の分布が数時間前に予測できれば道路交通の維持管理はより効率的に実施できるに違いない。

ここではある地点あるいは地域での降雪や路面凍結の予測手法としてどんな方法があり、これらの各方法がどんな予測因子（気象データ）を必要とし、さらに予測の実績がどの程度であるかについて触れる。

これらの内には既に一部で実用、現業に使用されているものも、また現在実験研究的に開発改良されつつあるものも含んでいる。いづれにせよ、これまで幾度か述べてきたようにその予報の時間的、空間的スケールの問題から、それが道路交通の維持管理の目的に適用あるいは応用できる範囲の手法にとどめる。

#### (1) 降雪量の予測

降雪の量的予測の手法としては従来より、降雪量に関連する幾多の気象因子と降雪量との間の相関をもとにした統計的な手法（多重相関回帰式）が行なわれてきた。

また、この方法はさらに気圧配置や高層気象状況など過去の状況と最も似た状況を選び、そのパターンの類似性を重畳した多重回帰式による予測（類似法）なども進められている。一方、降雪の、機構および風や地形等による降雪粒子の移送など、降雪分布のメカニズムまで立入った。気象理論的な予測方法は、これらの各メカニズムが十分に明らかにされていないため現在まだ実施された例はない。

すなわち、降雪量の予測は、過去からの雪や気象のデータが十分に存在する所で統計的な手法を中心に開発、検証されつつある現状である。これらいくつかを示す事とする。

石原、福原<sup>16)</sup>(1973)らは、北陸地方および新潟県内の既存の気象管署（北陸4県で131ヶ所）の昭和37～42年の5年の降雪観測資料と288項目の気象要素との間の単相関を求め、その中で最も相関の高い因子から日降雪量の予測式を完成している。図-5は北陸地方の実測の日降雪量（北陸を各地区に分割しその各地区での日最大降雪量の平均）と予測計算式による値とを比べたものである。

図の例は昭和37～42年の各データで完成した多重回帰式によって、昭和44年の降雪量の検証をしたものである。

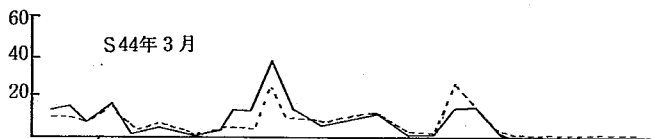
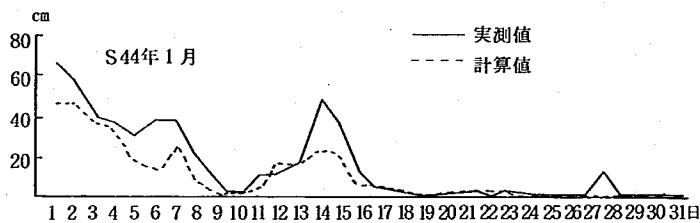


図-5 北陸地方日降雪量の実測と計算値

この計算式を構成する気象要素は、輪島における当日21時（あるいは21時に重点を於いた加重平均）での高層気象データ（東西流、等圧面高度）である。

この計算式では北陸地方、新潟県内と地域が狭くなる程、また予測時間が短くなる程精度が下る事が知られているが、日降雪量の相関係数（ $r$ ）および標準偏差は

$$\text{北陸地方} \quad r = 0.73, \quad \delta = 9 \text{ cm}$$

$$\text{新潟県} \quad r = 0.56, \quad \delta = 13 \text{ cm}$$

が実績として得られている。

このような、多重回帰式による方法は、さらに地域を細分化（新潟県で言えば9区域）して提出されている。

<sup>19)</sup> 日本鉄道技術協会（昭45.3）では、東海道新幹線の関ヶ原地区の降雪量の予測として同様な多重回帰式による降雪予測式による降雪予測式を提示しており、この場合は高層700mdの気温と降雪量との相関、850md高度での気圧の谷の通過時刻と降雪開始の間の相関などを予測因子としている。

<sup>20)</sup> 中村ら（1973.8）は、この予測式を統計的な決定理論の考えにより、この予測式による予報を受けて、すぐ対策を実施した場合とそうしないで損失をうけた場合などの経済

的な効用、損失を算出し（P.P.B.S解析）、予測の価値を求めた。

この結果20~30%の実現確率のある予報でも情報価値がある事を確認している。

比較的短時間の降雪や関連気象データのそろった所、たとえば彦根（地方気象台）では、さらに短時間での降雪の予測方法が開発研究されている。小海ら<sup>21)</sup>（日本気象協会昭49.3）は交通気象予測手法のシステム化（日本船舶振興会補助事業研究）の一環として、上述のような多重回帰式による予測手法にさらに気圧配置の類似度を加味して予測式を完成し、さらにこれをレーダー情報等で修正して行うものである。

この方法は、地上気圧配置パターンを類似示数行列解析（野本、巽、1970）によって分類し、この類似性の判定から季節型の気圧配置の場合を中心として、多重回帰予測式を6~12時間予測毎にそれぞれ作成するものである。

この予測式を構成する気象要素は、彦根およびその周辺の地上および高層（850~500m）の気温、等圧面高度、気温の時間変化など99の要素から統計的に選別して求められている。この結果、9時における各気象要素の観測値から9~15時、15~21時、21時から翌日9時および9時~翌日9時など6~24時間単位での降雪量の予測を行う事ができる事を示めている。図-6はこの一例を示めたものであり、同図のように降雪が連続して起る場合などはかなりよい精度を得る事を示している。さらにこれらの予測式にレーダーエコーの情報や高層風を情報から知られるいくつかの事実で修正すれば、予測の外れをかなり修正できる事が確認されている。

このような類似法と多重回帰式による降雪量の予測は、新潟気象台に於いて地域降雪予報の方法として現在現業にも生されつつある。

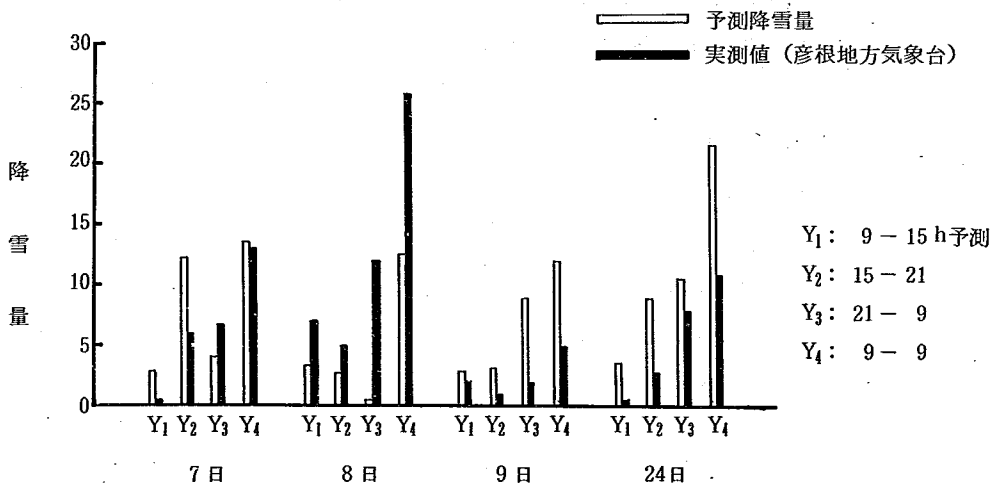


図-6 時間別降雪量予測の検証

以上のように、降雪の予測は、観測点に於ける降雪量や気温、風等の連続的な観測データをもとにして、これに気象庁から発表される気圧配置や上層気温、等圧面高度、上層風などのシノプテックなデータを取り入れることによって、統計的な方法が可能となっているのが現状である。

## (2) 路面凍結の予測

路面の凍結は云うまでもなく、降雪や降雨、融雪等によって路面が濡れている時、路面の温度が低下して発生する。(凍雨などの場合もまれにある)このようなことからこの予測は、路面上の水分と路面温度の低下を対象として行う事となる。しかしながら路面上の水分は降水として天空から持たられる場合と、路側からの融雪水、地下水漏水、車両持込み等非常に多くの原因によっており、且つそれらの過程が複雑多岐であるためこの水分は測定器で検出し、一方では路面温度を測定する手法が路面凍結予測として現在最も多く行なわれているものの一つである。また、その他の路面温度の予測方法としては、路面に於ける放射や、伝導、対流、潜熱等を含んだ熱収支理論 (Berland<sup>22)</sup>、1956、井上、高田<sup>23)</sup>、1971) あるいはこれを簡略にした理論 (Groen<sup>24)</sup>、1947、Brunt<sup>25)</sup>、1939、Jaeger<sup>26)</sup>、1945) などがあるが、これらは理論式をとくのが難しいのと、データの限界から準定常を仮定したり、近似を行なったりしている。すなわち、路面の熱常数や、地形、天候の変化などをどうとり入れるかで予測が大きくはずれることがある。このため、このような熱収支解析等から選定される路面温度を支配する気象因子を含めた統計的、あるいは確率的な方法が現在よく用いられている。

一方シャープ<sup>27)</sup> (1969) では、路面の凍結温度以下になるか、ならないかを求めるための予測因子として、路面温度 (-1 cm)、地中温度 (-5 cm)、気温、露点温度、純放射の5因子を選定し、この5因子による5次元空間格子によった区間判別解析法を開発し、数ヶ所でこの方式を実用してきている。この方式は、現時点の5つのデータから2~4時間先の凍結危険度を予測する短時間予知として、さらに気象庁から入手される高層気象データとして、周辺の高層気温を数量加えて17時の時点から翌朝8時までの間の凍結危険度の可否を予知する長時間予知の双方について行っており、この結果を表-11に示した。短時間予知では、スキルスコア (S.S) 65%以上、パーセントスコア (P.S) で85%以上の、長時間予知では、S.S 55%以上、P.S 80%以上の実績をあげている。

また、気象解説者が各気象データから判断した方法と、この方式で自動的に予測した場合とを比較すると、表-11に示すように、ほとんど同程度、あるいはこれ以上の実績をあげることが示されている。

吉田ら<sup>21)</sup> (1974) は、路面温度についての理論や、従来の方法、入手しうるデータ等の考察から、天候別の気温、路面温度の変化解析を行ない、その時間変化量と風速、上層気温等の路面温度に関係する諸気象要素を用い、多重相関解析を行ない、その結果、最

適な方式として、天候別の予測回帰式を得ている。

この方式は、18時の時点で予想される夜間天候を8通りに分類し、翌朝8時までの路面凍結危険温度を各予測式で予測するものであり、予測式を構成する予測因子は、平均風速予測値（15～7時）、15時の気温と湿度、当日および翌日9時の850md高度の気温などからなっており、夜間天候や、風、高層気温等の予測は、別途の予測システムシノプテック気象情報等から得るものとなっている。

この結果、最低路温の予測として、御殿場の例から、最低路温予測の標準誤差は、1.7℃になったことを示している。

さらに路面凍結予測に関し、最低路温を予報する方法として、この統計的方法が実用的であり、このような方法をさらに向上、完成するためには、気温、湿度、路温、（路面下1、5、10cmなど）、風向風速、日射量、路面水分状態等の記録データが少なくとも3年以上整備される必要があることを述べている。

大月		予 知			
		凍結危険温度以上	凍結危険温度以下	計	
S 44.11.7 S 45.3.31	実測	凍結危険温度以上	328	136	464
		凍結危険温度以下	0	523	523
		計	328	659	987
		S.S=0.719		P.S=0.862	
御殿場 S 44.11.7 S 45.3.31	実測	凍結危険温度以上	229	93	322
		凍結危険温度以下	0	389	389
		計	229	482	711
		S.S=0.729		P.S=0.869	
針 S47 月 3月	実測	凍結危険温度以上	322	41	363
		凍結危険温度以下	21	104	125
		計	343	145	488
		S.S=0.683		P.S=0.877	
神戸口 S47 月 3月	実測	凍結危険温度以上	264	35	299
		凍結危険温度以下	21	90	111
		計	285	125	410
		S.S=0.667		P.S=0.883	
妻 荘 S 41 S 43	実測	凍結危険温度以上	1417	96	1513
		凍結危険温度以下	3	356	359
		計	1420	452	1872
		S.S=0.845		P.S=0.947	

表11-1 知期予知実績

大月		予 知			
		凍結危険温度以上	凍結危険温度以下	計	
S 44.11.7 S 45.3.31	実測	凍結危険温度以上	28	15	43
		凍結危険温度以下	2	95	97
		計	30	110	140
		S.S=0.688		P.S=0.879	
御殿場 S 44.10.21 S 45.2.28	実測	凍結危険温度以上	34	12	46
		凍結危険温度以下	1	62	63
		計	35	74	109
		S.S=0.747		P.S=0.881	
妻 荘 S 41-43 A方式	実測	凍結危険温度以上	156	30	186
		凍結危険温度以下	15	65	80
		計	171	95	266
		S.S=0.618		P.S=0.831	
妻 荘 S 41-43 * B方式	実測	凍結危険温度以上	151	36	187
		凍結危険温度以下	15	65	80
		計	166	101	267
		S.S=0.577		P.S=0.809	
龜 山 S 41-43	実測	凍結危険温度以上	114	27	141
		凍結危険温度以下	10	98	108
		計	124	125	249
		S.S=0.703		P.S=0.851	

\*妻荘A、B方式は格子の判定条件による（予測因子は同じ）

表11-2 長期予知実績

表-11 路面温度の予知結果 (文献27)

		路面温度予知装置				気象解説者			
短 時 間 予 知	観 測 場 S44.1111- S45.228	予 知							
		非危険	危険	計					
	実	非危険	110	89	199				
	測	危険	0	389	389				
		計	110	478	588				
S.S=0.621 P.S=0.849					現 状 で は 不 可				
長 時 間 予 知	観 測 場 S44.1111- S45.228	予 知			大井松田-観測場 S45L12-331	予 知			
		非危険	危険	計	S45L12-331	0℃以上	0℃以下	計	
	実	非危険	29	8	37	0℃以上	13	5	18
	測	危険	1	62	63	0℃以下	8	53	61
		計	30	70	100	計	21	58	79
S.S=0.827 P.S=0.917					S.S=0.558 P.S=0.835				
予 知					観測場-沼津 S45L12-331	予 知			
						0℃以上	0℃以下	計	
	実				0℃以上	16	2	18	
	測				0℃以下	8	53	61	
					計	24	55	79	
					S.S=0.678 P.S=0.873				

両者はデータの収集期間等が異なるので対等に評価することはできないが大体的な目やすとして見る事までできる。

表11-3 区間分割判別方式による予知装置と気象  
解説者による路面凍結予測結果の対比

#### 4-3-4 情報の処理運用法

こゝでは、入手された降雪や、凍結、崩災等に関する情報を道路交通の管理に効果的に活用していくため、得られた情報をどのような方法で処理、表示すればよいか、予知などへ展開を進めるための情報整備等、その具体的な表示、監視、記録などの例を、その効果とともに述べることにする。

道路気象障害対策を情報管理上から遂行するために必要なハードウェアは、テレメータや、コンピュータ、データロガー、各種ディスプレイ機器などであるが、これらについては現在多くの文献に詳しく述べているので、ここでは直接ふれない。

まず降積雪情報について示すことにする。対象道路区間の各観測点からの観測データ、たとえば降雪の強度データは、図-7に示すようなフローチャートにそって、路線にそっての分布をグラフィックディスプレイし、この分布を作業機械、作業人員の配置から、除雪指示、その作業状況を容易に監視、判断できるようにする必要がある。(なお除雪機械の作業速度は図-8に示す。)

除雪指示はたとえば入力される降雪量を時間毎にタイプライターやCRT入力表示装置で記録、表示すれば図-9に示すような資料が得られる。これから縦軸を時間、横軸を路線とし

た降雪量のイソプレットを画くことができる。この図からは、

1) 降雪量の等値線の密なところが、降雪のつよい地域時間帯である。除雪の重点をここに向ける。

2) 除雪は降雪の少ないところからスタートして、多い方へ向って行なうことほど効率的である。たとえば図中に示めすA、B行程で除雪を行なう場合

Aコースは、降雪量のピークに向って除雪、

Bコースは、除雪のピークをはずしての除雪

である。地点No 3では、A、Bコース共、地点通過時刻にあまり差がなく、除雪後の雪の降り方にも大した差はない。しかし、地点No 2、5では、除雪後の雪の降り方に大きな差がある。これから、コースAの方がよいといえる。

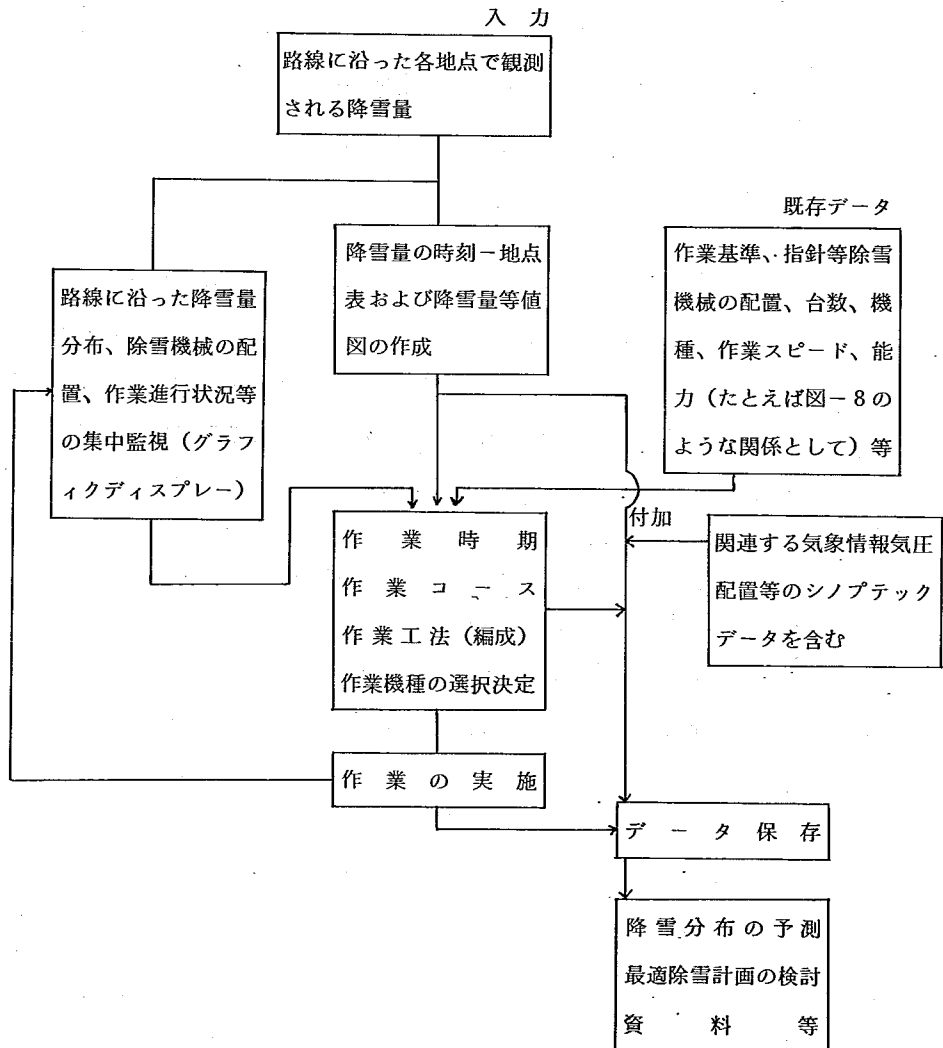


図-7 除雪、作業決定のフローチャート

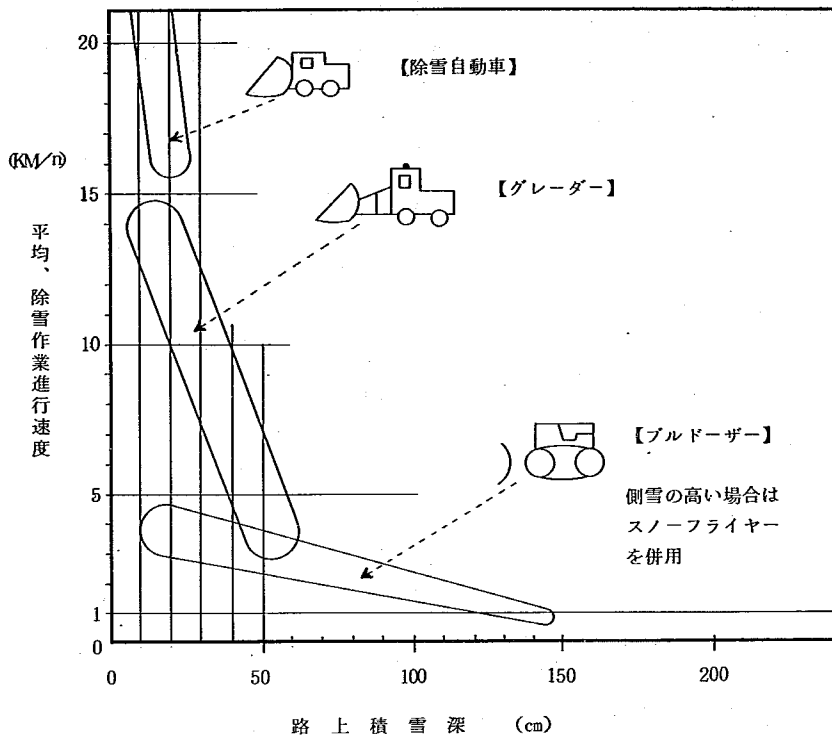


図-8 除雪機械の作業速度 <sup>28)</sup> 文献による

すなわち、図-9のような除雪計画イソプレットを用意すれば図-7に示されるようなフローチャートを用いて、除雪の出動時期、作業コース、工法（編成）などが選択指示されるはずであり、これらの必要データ記憶や、情報処理は、計算機を利用して可能であり、降雪時に短時間で抽出完了、判断ができる。

さらに、この工程で得られた降雪量の時刻、地点表やイソプレットは、各図表にその時の気温、風、さらには、気圧配置、高層気象データなどを付記して保存するものとするれば、これらは、将来の降雪予知や、最適除雪法の検討のための有効な資料となる。

次に降雪の予知情報は、降雪の予知が外れて実施した事前対策が無駄となったり、逆にその無駄を恐れて十分な対策を実施しておかなかったため被害が大きくなったりする場合があります、この情報活用は経済的な面を考慮した損失、効用を検討する必要がある。

<sup>20)</sup> 中村らは、この問題にP.P.B.S手法を用いてとり組み、統計的な対策の決定理論を提唱した。

この分析では、降雪量に応じて、降雪や、凍結防止対策に必要な経費、待機、緊急呼出しに伴う人件費、不正確な情報による対策費損失、雪水による交通量や交通速度の低下による損失等を検討し、昼間の降雪では30%程度、夜間については20%程度の低い実現確率の降雪予知でも価値があることを示している。

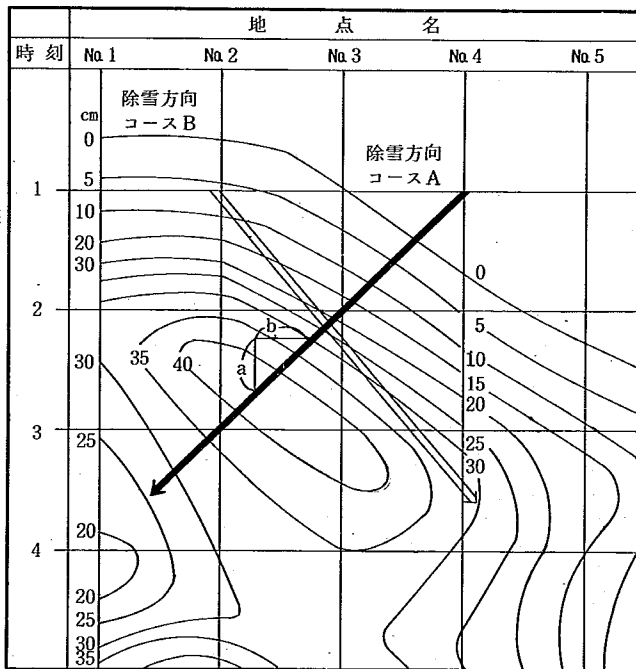


図-9 除雪計画イソプレットとその関連

時刻	地 点 名				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
1.	00	00	00	00	00
2	00	00	00	00	00
3	00	00	00	00	00
4	00		00	00	00

降雪強度データはCRTディスプレイやタイプライター上に記録される。

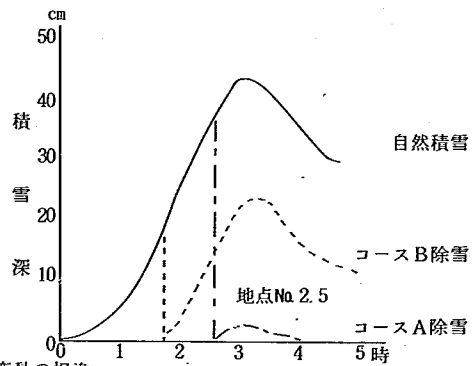
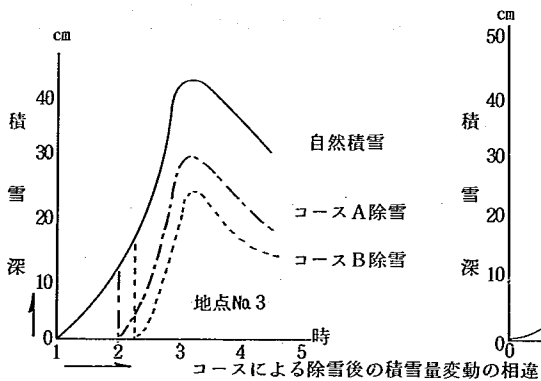
降雪深データ



No.2.No.3は除雪基地

$\frac{b}{a}$ : 除雪速度

表示された降雪強度の分布に等値線を入れ除雪方向の検討と判断を行なう。



コースによる除雪後の積雪量変動の相違

次に、路面の凍結に関する情報の運用としては、入手される路面の温度、路面水分の現況、および前節で述べたような凍結、あるいは路面温度の予知結果を路線に沿ってグラフィック表示し、これらの分布、警報表示等とともに全体として監視するようにする。

こうした分布は、あらかじめそのデータの地域代表性を検討しておくことにより、図-10のように道路にそって連続的に表示することができる。

また、ある地点、区間毎に路面凍結、あるいはその予測結果で自動的に警報されれば、このグラフィックにより、凍結防止剤の必要散布区間の決定、道路利用者への情報伝達、表示、チェーン規制等の指示が容易に判断できる。

路面温度や、路面凍結等のデータは、気温や風などの現地観測データや天候、高層気象データなどのシノプテックな気象情報などとともに、タイプライター等によって自動的に収録し、将来の凍結予知の開発、改善資料として活用する必要がある。

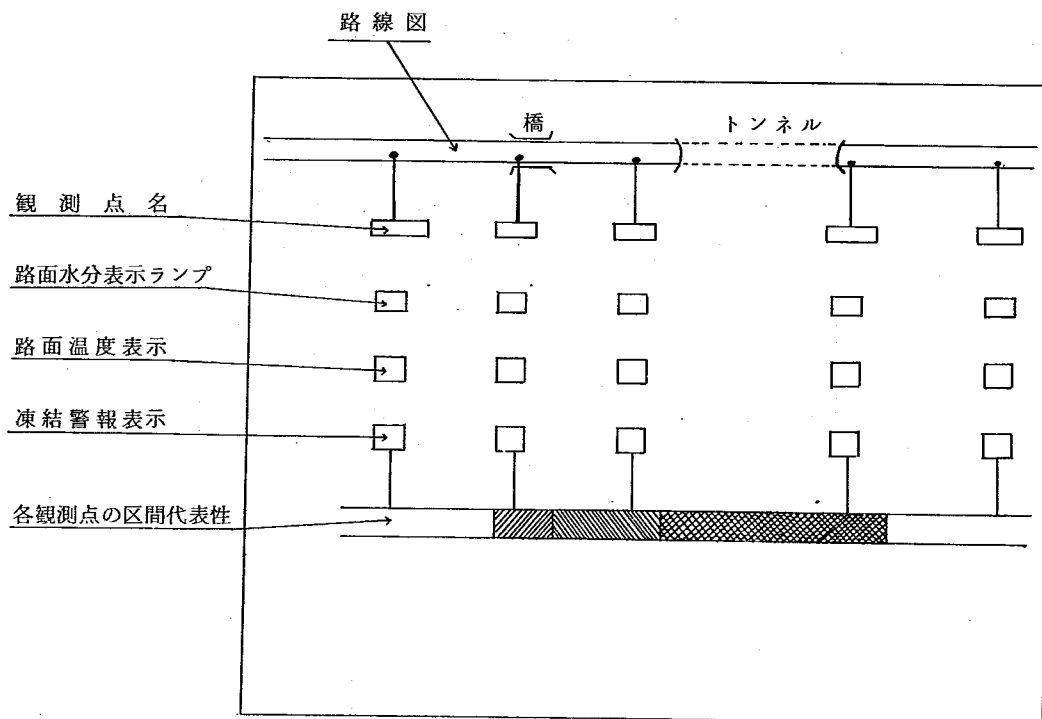


図-10 路面凍結情報の集中表示監視盤

崩災に関する情報として入手される降水量、地下水水位等の誘因や、歪傾斜、伸縮などの前駆現象の情報は、災害の性格上、危険予知を主体として活用していく必要があり、このため、まず実際の崩災の発生との関連を評価する目的から、数年にわたるデータの収録、分析が必要であろう。この場合、たとえば、降水量のデータは、時間強度や積算雨量、有効積算雨量等として算出しておく必要もある。

こうしてデータが集積されれば、崩災発生が誘因や、前駆現象とどういった関係にあるかが統計的（相関解析等）には算出できよう。

なお、崩災の発生、斜面の傾斜、地質などの素因によって、たとえ誘因や前駆現象が同じであっても発生する場合と発生しない場合があるから、前記のようなデータ収録、分析は、各危険斜面や、その区間毎に行なう必要がある。これらの範囲の決定は、素因や履歴に関する現地調査によることが多い。

こうして、崩災発生と各誘因や、前駆現象の関係式ができあがると、以後はこの関係式をコンピュータ等に記憶しておき、次々入手される降水量や、伸縮等のデータを、この関係式により判断させその結果を注意、警報等の段階で監視盤に表示し、この結果をもとにしてパトロール等の体制を確保することとなる。

なお、一旦作成した予測式も、活用段階において次々に増えていくデータによって、さらに精度のよいものへ改良されていくことになる。

一方、こうしたデータ解析が可能となるまでの期間は、第1段階としては、仮に降水量や、その強度、積算雨量、前駆現象、発生情報（伸縮計等から知られる）などに、従来のデータや経験から知られる基準をもうけ、これによって注意、警報を得るなどの方法がとられるべきであろう。

30

雨量強度と崩災との関係を求めた一例として、昭和38年～43年の暖候期（5月～10月）に新潟県内で起った崩災で、土砂くずれ、崖くずれに伴って主として交通障害中心に災害をもたらした事例を表-12に示した。この関係の中で起災までの時間が12～24時間、その間の雨量が約70mmというケースが最も多いこと。また、全体の約60%（太線の範囲）のケースが起災時までに注意報基準に達しない雨量であることが注目される。これは明らかに短時間強雨が原因とした災害である。

時間h 量 mm	1 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	12 - 24	24 - 36	36 - 48	48<	計
10 以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 ~ 20	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20 ~ 30	0	3	1	0	1	0	0	0	5
30 ~ 50	4	2	1	2	3	1	0	0	13
50 ~ 70	2	3	5	0	7	3	0	0	20
70 ~ 100	0	1	1	1	10	4	2	0	19
100 ~ 140	0	0	0	1	4	2	0	0	7
140 ~ 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200 以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	6	9	9	4	25	10	2	0	65

表-12 起災までの降雨時間と雨量の関係  
(度数)

## 5 道路気象情報システムの経済効果

### 5-1 道路気象情報システムの経済効果に関する一考察

#### 5-1-1 雪寒地の経済格差

雪が降ることによる経済格差がどれだけあるかを比較するには次の方法が考えられる。

- ① 地域比較法
- ② 季節比較法
- ③ 前後比較法

##### 1) 地域比較法

地域比較法というのは雪の降らないまたは雪が降っても経済活動に殆んど影響のない表日本と冬になると雪にとじこめられる裏日本との経済比較を行うものである。

図-1に都道府県単位の民力を示す。このグラフから表日本と裏日本の民力の比較を求める。なお裏日本とは雪寒地であって、北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟、富山、石川、福井、長野、鳥取、島根の14都道府県のことを云う。表日本とは他の都府県のことを云う。

図-11のグラフから全国平均を100とした場合の1人当たり民力水準の表日本と裏日本の都道府県単位の単純平均は、表日本は93であり、裏日本は89である。全国を1,000とした場合の民力総合指数の表日本と裏日本の都道府県単位の単純平均は、表日本は25であり、裏日本は14である。以上の民力に人口を勘案して、1人当たりの民力の表日本と裏日本の比率は95:83である。この95:83という比率が表日本と裏日本の経済格差を表わしていると考えて良い。

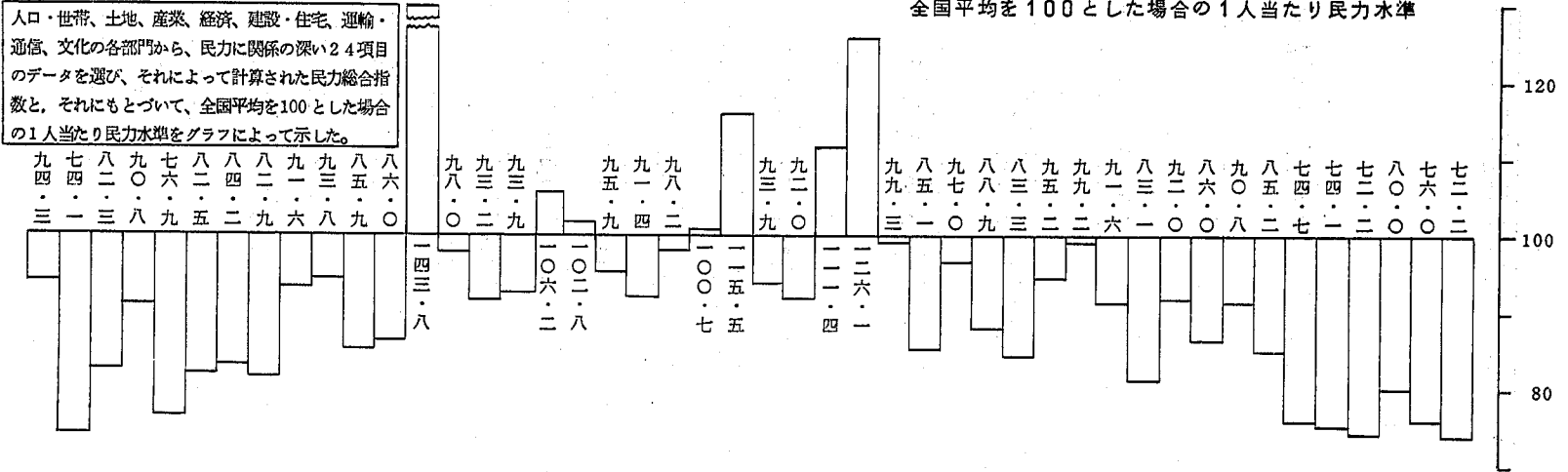
表-13は年次別1人当たり民力水準を示したものである。この表から広島県と新潟県を比較してみる。広島県は表日本を代表する県とし、新潟県は裏日本を代表する県とする。どちらも人口が200万を越える県であり、広島県の県庁所在地広島市が中国地方の中心地であるならば、新潟県の県庁所在地新潟市が北陸地方の中心であることも類以している。

1人当たり民力水準は1974年において広島県は99.2であり、新潟県は93.2である。1961年から1974年までの14年間の平均をとると、広島県は98.9であり、新潟県は87.9である。

このように表日本と裏日本の経済格差を民力水準で比較すると以上のように格差がある。このほかに商品取引高、工業製品出荷高などの経済諸指標から比較し

人口・世帯、土地、産業、経済、建設・住宅、運輸・通信、文化の各部門から、民力に関係の深い24項目のデータを選び、それによって計算された民力総合指数と、それにもとづいて、全国平均を100とした場合の1人当たり民力水準をグラフによって示した。

全国平均を100とした場合の1人当たり民力水準



全国を1000とした場合の民力総合指数

(注) 都道府県名の下段の数字は、民力総合指数による順位を示す。

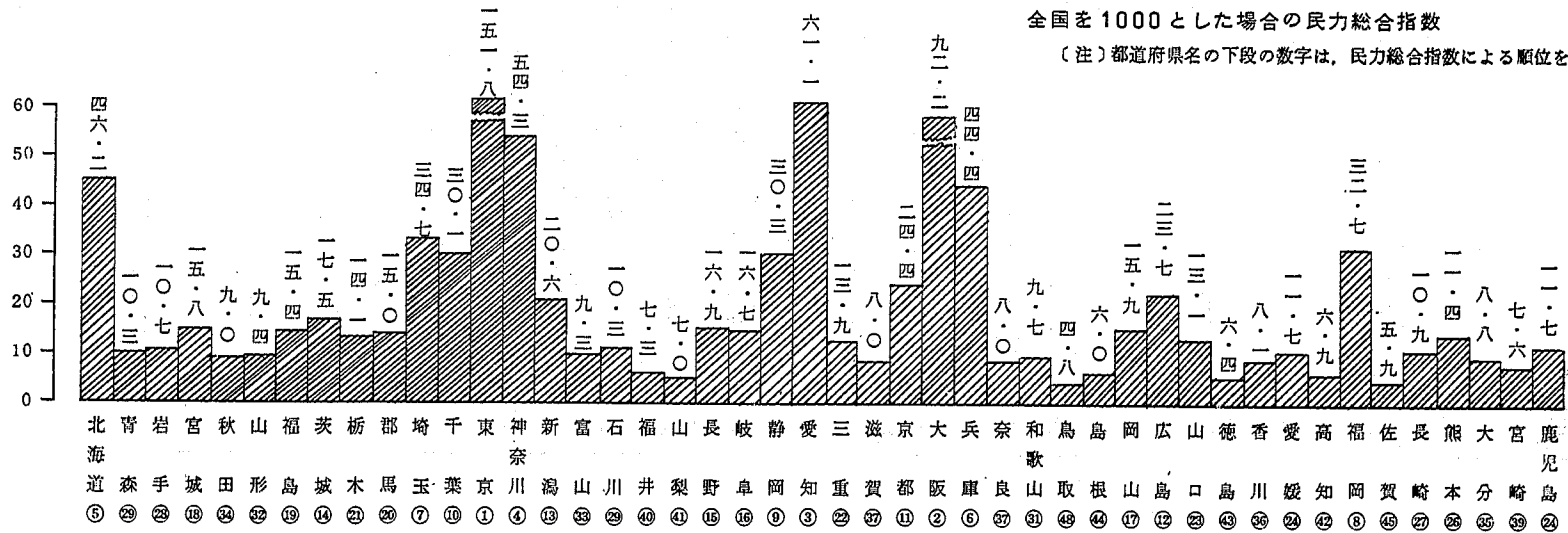


図-11 都道府県の民力

表-13 年次別1人当り民力水準

個別指数の実際

	年次別														基 本 指 数						産業活動指標 ⑦ 農業生産額
	1961年	1962年	1963年	1964年	1965年	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年	1971年	1972年	1973年	1974年	①人口	②世帯数	③事業数	④個人所得	⑤国 税	⑥地 方 税	
全 国	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	107,174,297	3,158,8354	5,198,409	53,270 (51,434)	98,164,16	265,1809 (265,1805)	50760 (50761)
北海道	996	978	974	937	946	937	938	958	929	924	930	925	943	943	108,202,038	3,190,782	5,243,513	22,4239	25,513	27,872	3796
青森県	752	732	697	695	699	691	709	720	743	733	729	725	721	741	5,263,074	1,586,363	2,242,339	55,513	57,61	46,031	1,7382
岩手県	800	774	769	753	755	757	781	792	796	788	791	783	823	823	1,486,368	3,808,10	6,3144	5,761	4,6031	1,7382	1,7382
宮城県	861	834	867	854	853	863	878	883	888	887	898	891	880	908	1,398,425	3,353,886	6,0621	5,470	3,3534	1,6239	1,6239
秋田県	720	699	699	686	688	713	722	748	760	748	750	754	748	769	1,864,698	50,480	8,3513	8,199	12,8535	35,444	1,400
山形県	787	745	746	748	750	769	773	802	806	820	817	822	819	825	1,256,699	30,9273	5,9968	5,142	3,9703	15,223	1,203
福島県	736	714	717	726	740	732	743	774	781	777	775	788	805	842	1,226,918	2,982,226	6,3064	5,325	35,111	16,371	1,398
茨城県	721	721	725	736	749	745	770	778	782	796	807	819	829	829	1,959,404	49,0412	8,9891	8,082	55,541	2,8776	1,744
栃木県	802	802	813	835	828	838	851	856	855	875	869	908	903	916	2,259,424	9,50183	15,9183	9,291	115,409	4,3858	2,358
群馬県	793	799	855	879	878	833	851	907	906	913	907	932	944	938	1,649,069	42,2280	8,3998	7,233	97,183	37,658	1,387
埼玉県	800	800	815	824	830	833	833	834	826	836	834	846	852	859	1,718,499	44,1242	8,8550	7,927	112,128	34,675	1,552
千葉県	830	846	874	829	833	852	859	870	856	845	861	839	858	860	4,332,602	1,227,586	1,56832	21,791	24,8328	85,861	1,549
東京都	*1514	*1561	*1560	*1661	*1547	*1534	*1513	*1488	*1490	*1467	*1510	*1460	*1461	*1438	37,47355	1,056,662	1,26376	18,005	25,0376	73,179	1,719
神奈川県	1125	1136	1194	1175	1169	1130	1087	1052	1021	1045	1021	1013	989	983	1,132,4417	41,92996	64,0700	8,4642	27,9817	53,3818	235
新潟県	831	851	828	810	844	833	885	913	911	914	917	912	915	932	2,16337	34,135	21,6337	3,4135	17,3078	17,3078	695
富山県	937	856	843	916	906	924	932	941	941	940	920	939	949	939	2,368,392	59,4794	1,30337	10,390	105,260	41,544	1,752
石川県	981	971	971	1000	970	1020	1020	1031	1031	1041	1052	1041	1052	1062	1,055825	26,2397	63,976	4,924	6,2674	23,806	613
福井県	963	963	1000	1013	1026	1026	1040	1041	1027	1041	1056	1014	1014	1028	10,383311	10,62628	64,925	4,962	5,6028	24,196	523
山梨県	833	833	840	889	913	886	897	922	905	883	920	905	923	929	76,0427	1,89469	4,9152	3,442	40,566	15,930	406
長野県	849	878	895	903	906	895	904	908	912	906	900	910	914	914	77,9049	2,00622	6,4799	3,435	22,966	12,670	670
岐阜県	903	931	932	931	931	926	925	936	931	947	942	965	976	982	1,987,557	52,7693	10,4012	8,679	82,913	38,559	1,649
静岡県	1031	1054	1116	1092	1071	1058	1051	1044	1024	1017	1007	1013	1017	1007	1,818,712	46,4383	10,2378	8,606	101,729	38,554	840
愛知県	1220	1253	1264	1261	1258	1214	1199	1179	1168	1180	1168	1169	1158	1155	3,223,094	8,40041	17,0331	15,827	24,4244	90,135	1,726
三重県	912	956	981	938	950	936	936	929	941	940	940	940	946	939	5,670,196	16,56236	28,3615	31,583	70,1157	200,816	1,599
滋賀県	878	878	900	898	875	985	872	894	894	894	906	895	930	920	1,589,493	42,9395	8,0132	7,658	9,2332	33,711	797
京都府	1188	1155	1121	1136	1159	1132	1137	1123	1117	1126	1106	1115	1110	1114	9,31179	2,48197	47,598	4,327	40,006	21,417	551
大阪府	1477	1463	1473	1465	1431	1399	1391	1321	1303	1310	1288	1303	1267	1261	754,456	137,381	1,2865	265,560	64,739	461	461
兵庫県	1092	1073	1050	1026	1012	985	973	986	991	975	962	975	984	993	7,838,722	2,571,655	41,1393	48,886	1,226,782	282,777	440
奈良県	869	881	923	892	892	880	869	882	907	874	854	856	859	851	4,482,8231	1,482,8231	21,8286	25,740	51,0528	11,6924	1,226
和歌山県	1000	1009	972	990	981	981	990	1000	980	980	970	960	970	970	1,006,389	27,5776	42,190	4,151	37,977	16,999	390
徳島県	875	859	857	774	771	833	831	847	845	860	857	873	889	889	1,071,907	310,414	5,8645	5,049	65,029	21,455	526
香川県	884	863	849	824	809	851	859	902	938	885	934	865	849	833	579,636	1,57945	2,9357	2,469	21,045	8,861	553
岡山県	866	844	850	871	886	902	906	918	929	946	935	952	970	952	770,159	1,11378	4,3549	3,978	18,029	9,492	510
広島県	1009	937	966	979	983	987	983	996	987	988	987	983	996	992	1,789,822	5,18891	9,84701	8,823	11,9280	34,378	1,102
山口県	1000	983	965	938	939	950	950	987	968	961	959	959	944	916	2,561,456	79,1882	1,22818	12,947	206,990	63,609	858
島根県	758	736	747	775	713	791	798	807	848	825	835	833	844	831	457,041	721,84	7,234	8,9432	32,065	685	685
徳島県	847	816	796	804	821	851	860	890	900	899	888	909	920	920	82,1898	2,23638	4,3000	3,795	24,870	11,661	664
高松市	826	801	805	789	792	809	812	819	834	845	836	848	861	860	93,8003	2,66966	5,1175	4,381	52,438	15,105	707
愛媛県	846	824	804	791	809	841	860	882	904	886	886	895	899	908	1,459,803	5,30340	6,98781	6,720	58,326	23,418	1,023
高知県	900	869	837	833	816	831	835	833	840	838	823	830	842	852	2,599,992	44,314	3,807	4,314	29,817	12,616	601
福岡県	703	782	680	698	691	714	711	708	736	733	747	753	750	747	1,211,017	19,2849	20,391	20,391	259,554	81,432	1,378
佐賀県	718	713	670	658	661	680	708	710	705	*708	720	719	720	741	84,1818	2,09345	40,457	35,02	22,885	10,977	774
熊本県	704	673	665	*644	*660	703	709	721	713	715	714	*713	*714	*722	1,579,506	43,9913	6,9942	6,400	41,769	19,380	754
大分県	820	789	763	767	740	781	786	805	810	797	793	804	820	800	1,697,857	46,6276	7,7802	6,509	48,600	20,512	1,638
宮崎県	719	678	664	667	684	696	711	737	775	750	752	757	752	760	1,178,285	33,1599	5,6632	4,537	49,964	17,695	767
鹿児島県	*652	*633	*622	662	663	*675	*691	*693	*703	718	711	726	739	*722	107,1248	21,2518	48,524	40,81	267,03	13,755	991
沖縄県	862	928	938	917	887	859	822	795	787	759	799	747	747	716	1,739,929	54,7461	85,585	58,20	442,91	18,771	1,366
レンジ															1,027,741	24,9428	45,104	(3,390)	(-)	15,338	(-)

注) \*印は、最大値または最少値を示す。

てみる必要があり、今後の調査を必要とする。

## 2) 季節比較

季節比較法というのは、雪寒地における雪の降らない季節と降る季節の経済比較をいう。図-12に示すように新潟市における消費者物価指数は積雪期間においては全国平均より高く積雪期間以外においては全国平均より低い。つまり、普通ならば新潟地方は物価指数が全国平均より低いにもかかわらず、雪の降る季節ともなると、雪のため交通が不便となって逆に高くなるというのである。図-12は新潟市だけの統計指数であるので、他の代表的な数都市についても調査する必要がある。

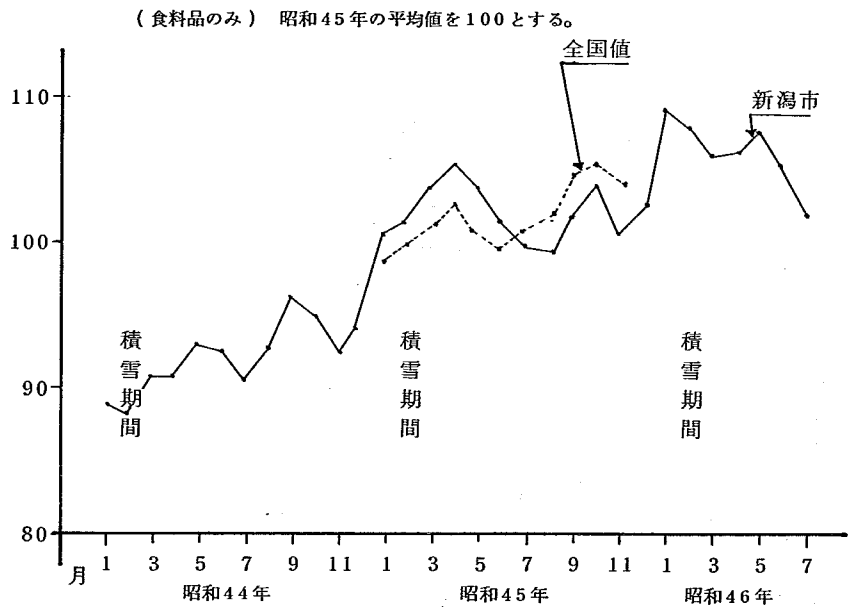
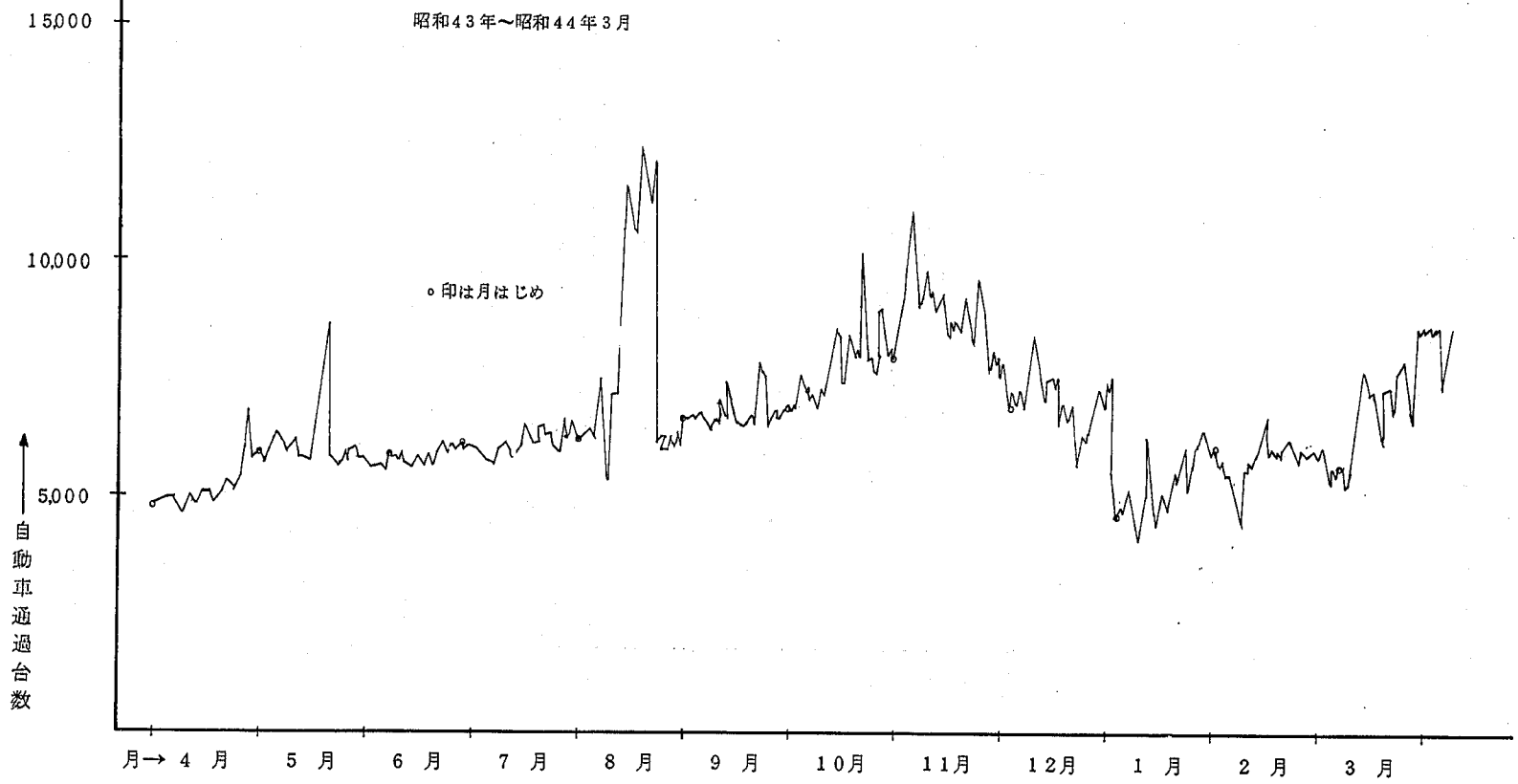


図-12 新潟市消費者物価指数

また消費者物価指数だけではなく、工業製品出荷高や商品取引高などについても1年間の統計をとり、積雪期間とそれ以外の期間とを比較してみる必要がある。工業製品出荷高や商品取引高などの経済諸指標の変化は経済力の変化を示している。また経済力の変化を示すものに自動車交通量の変化がある。図-13は国道17号線の六日町における1年間の変化を示したもので、冬に交通量が減っていることを示している。冬にスキー客の交通量が増えているにもかかわらず、全体としての交通量が減っていることは、経済活動が縮少している証拠である。この交通量の内容の変化を調査してみる必要がある。また自動車の走行速度の変化を調査する必要がある。

図-13 六日町における国道の交通量の1年間の変化  
 (冬期は雪のために交通量が約1/2になっている)





### 3) 前後比較法

前後比較法というのは簡単に言えば昔と現在とを比較することである。その間に何かの大きな変化があった場合、その変化によるインパクトが測定できる。この測定から将来のことを推定するわけである。

表-13において新潟県をはじめとして雪寒地の1つの特徴として、1967年頃から急に民力度が向上している。これはその少し前から雪寒対策事業が国として急に整備され、特に道路除雪が急速に拡大されるようになったからである。

1967年頃からは、余程の豪雪でない限り、降雪があったために全面的に道路交通が途絶するようにはなくなった。

1958年つまり昭和38年のいわゆる三八豪雪までは道路は冬の降雪と共に自動車が通らなくなっていたのである。この三八豪雪を契機として道路管理者は除雪を行なうようになった。その効果が1967年頃から現われはじめ、表-13でみるように民力度が向上したのである。この道路除雪をするようになった以前と以後について、工業製品出荷高や商品取引高について調査し、前後比較法による道路除雪の経済効果を測定する必要がある。道路除雪を行なう以前と以後の交通量の変化をも調査し、交通量との関連を求め、道路気象情報システムを整備することによる交通量の増大道路交通の質の向上を計り、その経済効果を予測することができる。

#### 5-1-2 要望される道路交通のサービスレベル

自動車交通の最大のメリットはDOOR TO DOOR という戸口性と個別性、そして自由にどこでも行ける自由性である。どんなときにも自由にどこでも走行できることが自動車交通のメリットである。

ところが昭和35年頃から大都市を中心として道路交通の渋滞が始まった。自由に走り廻ることができなくなり、希望するスケジュール通りに自動車が走れなくなった。道路交通のサービスレベルの低下である。そこへ世界にも類をみない道路交通情報なるものが日本で誕生した。交通渋滞をラジオ放送し、情報を流すことにより少しでも交通渋滞を避けられるようにし、サービスレベルの向上をはかるようになった。それは昭和36年6月、場所は、東京警視庁交通規制課の中の一つの机の上にマイクを置いただけである。

この頃は交通渋滞も現在ほどひどくはなく、特定の限られた交差点にきまっていた。それでアナウンサーは放送5分ぐらい前になると、警視庁交通規制課の中から、その決っている交差点にある交番へ警察電話をかけて渋滞状況を聞く。何箇所か渋滞している交差点から「信号何回待ち」とか「何百米渋滞」とかの情報を聞き、それをまとめて時間がくると、マイクを通じて電波にのせた。

これが案外と好評を博したので、さらに整備をはかることになり、警視庁の屋根に建物を新築し、交通情報センターとし、その中に交通状況表示板を中心として、バトカーとの無線交信台、電話による問い合わせ応答台、放送ボックスなどを設けた。そして交差点にある交番の中で、警官が交通状況を目でみて判断し、所定のボタンを押すと、警視庁の交通情報センターの交通状況表示板のその交差点の所に所定のランプがつく。ランプは渋滞度により色が変わる。バトカーからの情報も合わせて、交通状況表示板の上には東京都内の交通状況が表示される。これを見て放送ボックスの中でアナウンサーが放送し、電話応答台では電話による問い合わせに応じる。この設備ができて使用を開始したのが昭和38年1月で、ラジオ放送も回数が増え、放送する局の数も増えてきた。

案外の好評に東京の警視庁だけでなく、大阪府警察本部もほぼ時を同じくして同じような設備で交通情報センターを発足させた。そして交通情報番組はラジオ放送番組の中で一番聴取率の高い番組となった。丁度この頃からテレビの普及でラジオを聞く人は減る一方で、せいぜいラジオを聞くのは自動車の中か病院のベッドの中かといわれるようになったことも交通情報の発達した一因となっている。

東京の警視庁や大阪府警察本部だけでなく、他の府県警察も同じような設備をするようになり、施設もたとえば情報収集を交番で警官がボタンを押すといった原始的な方法から、ループ式や超音波式によるディテクターから交通量の情報を自動的に収集する方法がとられるようになり、また、コンピューターも導入して情報の収集と処理を行ない、信号機をコントロールして交通管制を行なうようになった。東京の警視庁や大阪府警の設備も改善され、神奈川県警、埼玉県警、愛知県警、福岡県警、その他の県警でこのコンピューターを導入した交通管制システムが行なわれるようになった。

以上は交通警察が交通取締りの玄関から行なって来たもので、道路管理者としてはサービスレベルの向上のためには何もしていなかった。ところが昭和43年に有名な飛騨川のバス転落事故が発生した。これを契機として道路管理者も道路情報なるものを流すようになった。道路工事による片側交互通行とか通行止とか、災害による通行止とか、雪による通行止やチェーン規制とかの情報を流すようになった。ただ方法としては最初の電話による道路管理者への問い合わせだけに依っていたが、昭和45年に日本道路交通情報センターの発足と共に交通情報と合せて情報を主としてラジオによって流すようになった。

以上のように交通警察のサービスである交通情報にしても道路管理者のサービスである道路情報にしても、道路交通に対するサービスレベルの向上にある。道路交通の自主性の向上に対するサービスである。交通警察はコンピューターを使っ

信号機をコントロールし交通管制を行っているが、そのほかは単にドライバーに情報を流すだけである。その中でサービスレベルの向上という点からみて、雪寒地における道路交通の確保という点が未だに不十分である。道路除雪は行われていても、十分とは云えない。雪のあるときとないときと、道路交通に差異が無いのが理想的である。交通警察が交通管制によりサービスレベルを向上させたなら、道路管理者としては道路気象情報システムによりサービスレベルを向上させる必要があると思われる。

### 5-1-3 直接的経済効果の検討

道路気象情報システムを設備することにより、道路交通のサービスレベルを向上させ、それによる経済効果のうち直接的なものについてのべる。直接的経済効果とは道路利用者が直接受ける便益であって次に述べるとおりである。

#### 1) 走行費の節約

十分除雪された道路と、積雪道路を走行するのに走行費は差異がある。ガソリンの消費増大、車両修繕費の増大、車両償却費の増大、運転手の人件費の増大などである。積雪道路を走行するとき、どれだけガソリンを余計に必要なとするか、夏と冬との修繕費の差は幾らあるか、積雪道路走行による時間の遅れから車両償却費と運転手の人件費の増加を検討する。以上のように走行費用は自動車1台が1キロ走行するのに必要な経費を算出する。費用としては燃料費、タイヤチューブ費、車両維持費、車両償却費、人件費、税金などである。

#### 2) 荷傷みの減少と梱包費の節約

十分に除雪されていない道路を走行するときは自動車が左右前後にゆれ、そのためトラックに乗せた荷物が傷む。積雪道路を走行するときの積雪による衝撃度が雪の無い道路と比べてどれだけ差があるか測定してみる必要がある。それによって梱包の程度が異ってくる。衝撃度さえ測定すれば、それに耐え得る梱包は従来運送会社の実績があるので、これから梱包費の費用の積算ができる。

#### 3) 輸送時間の節約

雪のため道路が通行止めになったり、時間が余計にかかったりする。またその不安があったりする。これが路面上に雪が無い場合には輸送時間が短縮される。輸送時間の短縮でどれだけ経費が安くなるかは、交通機関を利用している貨物の金利が少なくなり、物によっては鮮度を保ち、また倉庫費を節約することができる。交通機関を運営する側からみると、運転回数を増し、それによって輸送力を増し、運賃を低くすることができる。以上の実情を例えば新潟県の一地方をテーマにとり、冬と夏の実情を調査する必要がある。

・走行時間の短縮を費用換算する。首都高速公団および阪神高速公団で用いた時

間便益車価は、乗用車9.<sup>円</sup>60/分貨物9.<sup>円</sup>83/分であり、アメリカではA・A・S・H・Oで乗用車0.86ドル/時間でありフランスでは乗用車180フラン/時間となっている。なお業務以外の交通では節約時間の評価は無理で、例えばレジャー交通を対象とする場合、輸送時間の節約は問題とならない。

実際の計測には積雪期間と非積雪期間に分け、道路延長、日交通量、走行速度、車種別費用便益費を用いて、期間の総費用を算出し、積雪期間と非積雪期間の差を出す。それが十分な除雪体制、道路気象情報システムの経済効果の数値となる。

#### 4) 交通事故の減少

雪の無い道路と、積雪道路では、後者が交通事故が多いのは当然である。雪国の人々は積雪道路を運転するのに馴れているが、他県から来た車が事故を起す。雪の中の運転に馴れていないからである。それで冬期間は夏期間に比べて交通量は少ないにもかかわらず、交通事故件数は大体同じという傾向にある。ということは事故率は冬の方が高いということになる。積雪道路では事故率は高くなる。道路気象情報システムの完備により、交通事故が冬でも夏と同じ事故率となれば、それだけ経済効果が上がったこととなる。積雪期間に発生する事故件数と、十分除雪体制ができ、道路気象情報システムが完備されていると仮定したとき、つまり非積雪期間の事故件数を対比して、その差から事故に対する経済効果を計量することができる。

米国での安全協議会の基準によると、交通事故による死亡者1人の損害は平均して負傷者35人の損害、若しくは210件の物的損害にあたりと云われる。

#### 5) 快適性と便利性

道路利用者は快適性と便利性に価値を求めている。しかしこれを計量することは難しいが、A・A・S・H・O.では快適性と便利性の欠如にもなり費用を自由、普通、制限の3つの運転形式に分けて、1車・1マイルあたり普通形式の道路で0.5セント、制限形式の道路で1.0セントの費用を追加している。つまり、運転中、しばしば制動をかけたり、停止したりすることなく運転できることは快適価値が高いということになる。積雪道路で十分除雪体制のできた場合と、できない場合では、以上から0.5セントの差があると考えて良からうと思われる。

#### 5-1-4 間接的経済効果の検討

道路気象情報システムを設備することによる経済効果のうち間接的なものについて述べる。間接的経済効果とは、道路利用者ではなく沿道が間接的に受ける便益であって、次に述べるとおりである。

##### 1) 商品取引高

前に述べたとおり積雪期間と非積雪期間を比較して商品取引高の比較をする必

要がある。ただ積雪期間なるがために商品取引高が落ちているのが、または雪とは関係が無く、時節的に落ちている場合もあるので、地域比較法によって似たような地域と比較してみる必要もある。

## 2) 工業製品生産高

工業製品生産高は通常屋内作業になるため積雪期間も非積雪期間も変化が無いはずである。ただし、建設業のように屋外作業の場合には積雪期間と非積雪期間では当然生産高は下る。しかし道路交通とは関係が無く、単に雪が降るために生産高が下るのであって、冬期間道路交通が確保されているようが、いまい関係は無い。道路気象情報システムが存在しようと、しまいと関係が無い。

道路気象情報システムが設けられることにより道路交通が確保されるかどうかにより工業製品生産高が上がったり下がったりすることはまづ無い。というのは原材料の輸送は数日ぐらい交通が停滞しても支障が無いぐらいのストックは平常からあるし、製品の出荷も数日止まっても倉庫もあって月間にすれば均らされる。だから実際上の被害は無い。

しかし従来から雪国では冬期間交通途絶の場合を考えて、何んでもストックしている習慣がある。これが生活の智恵であって生活必需品全部に至るが、工業製品の原材料についても云える。また製品の出荷についても一時的に倉庫に入れるので倉庫が広く必要となる。それで雪寒地における工業用原材料のストックが非雪寒地に比べて多いか同じかを調べてみる必要がある。もし多いとすれば道路気象情報システムの完備により道路交通が絶えず確保され、前述のようなストックや余計な倉庫が不必要となってくる。

## 3) 生鮮食料品

食料品のうちお米とか麦とかの穀物だけは鉄道輸送に頼っているが、それ以外の食料品は現在殆んどトラック輸送に頼っている。トラック輸送は自由性があるが、鉄道輸送は貨車の手配とか手続に手間がかかる上に、出発してから相手に届くのには時間が不確実という欠点がある。それで等別な場合を除き、生鮮食料品はほとんどトラック輸送となっている。

生鮮食料品のうち、ジャガイモのようなストックがきくものと、菜葉類などのような軟弱物とがある。ストックのきく物は絶えず流通課程に必要なだけ準備されているので道路交通が数日停滞してみたとところで関係はない。ただ軟弱物だけはストックがきかないので、1日でも道路交通が止まるとたちまち価格が上る。これは後で述べる昭和50年1月10日から15日までの滋賀・福井県境の大雪の実例でもよく現われている。もし道路気象情報システムが完備しておれば、軟弱であっても値が上がることは無かるう。

軟弱物の値上り分が経済損失と云えるが、また輸送中のトラックが道路交通の停滞にぶつかって、品物をくさらせてしまう場合もある。この品物をくさらせてしまう損失を防ぐのも道路気象情報システムの経済効果とも云えるが、この計測は難しい。

#### 4) 倉庫の建設

前に述べたよう雪寒地では生活の智恵として冬ごもりのための物資のストックをする。個人生活でもそうであるが、企業としても、また流通課程でも同じである。長年の経験からその必要量だけ確保する。

道路気象情報システムが完備することにより、冬期間の生活に何ら支障が無いとすれば、倉庫などが少なくてすむ。雪寒地方における倉庫の商品取引高や工業製品出荷高に対する比率が非雪寒地方と比べてどうあるかを資料にて調査する必要がある。

#### 5) 流通課程のストック

物が生産され、消費者の手に渡るまでの流通課程というものは、

生産者→中間卸売業者→小売業者→消費者

である。

どの課程をとりあげても物の流れを良くするためには適当なストックが必要である。個人の消費者であっても、ある程度のストックがなければ生活ができない。以上は交通が何ら支障無く動いているとしての前提である。天変地変が発生したり、大きな災害が発生することは考慮には普通入れていない。緊急時の備蓄という事は云われてはいるが。

しかし雪寒地では前述のように生活の智恵からどの過程をとりあげても備蓄が少しづつ行われている。それは不時の交通のストップである。過去の経験から必要量をストックしている。鉄道輸送の方は運行をプロが行なうので、交通がストップしても回復が早く地方経済に影響を与えるほどのことはまづは無い。しかし道路交通は雪のためストップする。

雪寒地における流通過程のストックと非雪寒地におけるそれとを比較すれば、道路気象情報システムの経済効果も計測される。

#### 6) 滞 貨

生鮮食料品の項で述べたように、道路交通が停滞すると滞貨が生ずる。そのための損害としては

- イ) 品物の傷み
- ロ) 輸送費の値上り
- ハ) 倉庫費の嵩み

## 7) 観光地に及ぼす影響

雪寒地域の冬の観光客と云えばほとんどスキー客が多い。また温泉地が多ければスキー客以外の観光客も多い。もし大雪のため道路交通が遮断されるとすれば、そのために観光客は激減する。観光客が減ったためにレジャー産業は売上げが減少する。地方によって観光客が1人あたり地元におとす金額は過去の統計から判明している。この金額に減少する観光客の人数を乗ずれば、道路交通の遮断による損失が計測される。そしてその数字が道路気象情報システム設置による経済的効果である。

### 5-2 昭和50年1月国道8号線(福井、滋賀)におけるケーススタディー

3章で昭和50年1月10日から15日にかけて滋賀県と福井県々境の大雪による災害状況について述べたが、これによって、自動車への損失、あるいは、地方経済にも大きな影響を与えた。以下その状況について述べる。

#### 5-2-1 走行費の増大と滞貨による損失

雪の中に多数の車が閉じ込められた結果、乗っていた人たちはまづ食べることと暖をとることであった。近くに旅館があっても収容人員は知れたものであり、民家に宿めてもらうとしても、限度がある。道路管理者たる建設省が炊き出しと燃料補給を行ったことは前述のとおりであるが、かかるときは十分には行届きはしない。道路管理者としては除雪することだけで手が一ぱいである。

そこで附近にあるドライブインが食事の唯一の機関となる。しかし当時の新聞が報ずるところによると、狂乱物価となり、たとえば、牛乳1本60円を200円、にぎりめし3個150円を800円、ハイライト1箱80円を180円、チェリー1箱100円を200円、みかん3個60円を200円と云った高い値であったと云う。

また長岡市から大阪市へ肉牛15頭を輸送中のトラックが雪の中に閉じ込められて4昼夜の停滞となった。死ぬ牛もあり、助かっても元気のない牛は買いたたかれてしまう。200万円の損害と報じられている。

#### 5-2-2 地域経済に与えた影響

50年1月13日付の毎日新聞地方版は次のように報じている。「滋賀県・福井県境附近が通行不能となったため、岐阜・愛知方面から福井市中央市場に入る青果物の10トン車18台が12日から立往生、13日朝の同市場は閑散となり、取引高は平日の半分以下となった。特に果実は取引高34トンと平日の約2割、ホウレン草、青菜、ネギなどは入荷ゼロ鮮魚も海のしけと輸送難のため取引高は平日の約半分の27トン。いきおい値段はホウレン草300グラムが92円~110円と平常の約2倍の高値、他の野菜も2~3割高となった」

また50年1月14日付の読売新聞地方版は次のように報じている。

「教賀青果中央市場への野菜の入荷は、その日も2トンと平日の5分の1、ネギ  
 ホウレン草は豪雪前の2倍の高値を呼んだ。岐阜・愛知方面からの交通が十分回復  
 していないためだが、同市場では今日が最底、15日からは平常に戻りそうと云っ  
 ている。鮮魚類は金沢・福井方面から順調に入荷したが、買い出しの足が鈍く、取引  
 はいつもの1割程度。値段も全般に1～2割安となった。

次にこの豪雪前後の福井市場における青果物卸売価格の推移を表-14に示す。

昭和50年1月分		上段数量・下段価格 単位(トン, kg当り)								
品目	日	6	7	8	9	10	11	13	14	16
ダイコン		10	14	7	12	11	14	9	4	14
		36	31	27	27	29	31	31	29	22
ニンジン		5	2	2	2	2	10	—	6	7
		47	68	80	80	130	105	—	83	107
ハクサイ		5	19	11	4	17	4	4	2	16
		44	36	31	30	35	35	36	67	39
キャベツ		13	20	8	12	4	10	6	21	33
		40	35	32	28	32	30	38	50	
トマト		3	3	4	2	0	1	—	1	
		467	538	500	525	563	438	—	575	
キュウリ		9	5	9	5	7	5	—	10	
		193	190	177	185	185	180	—	215	
ナス		2	2	1	1	3	2	—	2	
		188	175	190	190	189	188	—	218	
ピーマン		3	0	1	2	3	1	—	3	
		278	300	288	233	240	247	—	269	
バレイショ		5	18	—	—	4	—	26	2	
		85	83	—	—	90	—	96	90	
タマネギ		20	1	8	10	11	24	—	3	
		74	65	73	75	70	75	—	75	
レタス		1	7	3	4	2	1	3	1	
		300	147	113	94	108	40	110	95	
ホウレンソウ		4	3	4	2	3	4	0	1	
		163	100	121	75	107	108	308	275	

表-14 福井市場に於ける青果物卸売価格の推移



## 6 実用化開発計画

### 6-1 全体計画

全体計画としては、図-14および図-15に示すようなトータルシステムであり、これらは次のような情報管理の対象と、範囲をもつ構想である。

- 1) サブセンターは管理区間道路の除排雪や塩化物散布、自動消雪などの雪寒対策および防災のための交通規制等に関連する必要な観測網を展開し、これからの情報をリアルタイムで収集し、中央管理所に伝送する。さらに中央管理所で広域なデータにより総合的検討された情報を受け具体的な効果、交通規制を行なう機能を有する。
- 2) 中央管理所は、統括管理範囲の広域的な状況を把握するためサブセンターから必要情報を収集する伝送系、データ処理系をもち、一方、気象管署からの天気予報、防災予報や建設局、地方自治体等からの各種情報を入手する機能をもち、総合的な監視、判断を行なう。

また、交通流情報、雪寒対策情報、道路情報、防災情報などとともに、メソスケールの降雪予知なども行ない、それらの情報はサブセンターへフィールドバックさせる。サブセンターへの情報内容は対策面にすぐ活用可能な形態をもつものとする。

気象情報や道路情報をもとにした道路利用者への情報提供（情報板等の制御）、交通管制機関との相互連携、他の中央管理所間の情報交換（広域道路情報）も行なう。交通流の総合的、広域的な運用管理も実施できるようにする。

- 3) 中央管理所間や建設局、地方自治体、道路公団管理局、気象庁等、関連機関相互の情報交換は気象障害、交通障害および道路障害などの発生時や発生危険時にスムーズに行なえるようにする。
- 4) 中央管理所の統括管理範囲は、おもに雪寒対策に重点を置き、次のように想定する。
  - (1) 北海道地方は、道央、道南部の主要交通路を対象。
  - (2) 東北地方は、東北6県内の主要道路を主対象。
  - (3) 北陸関越地方は、新潟・富山・石川・岐阜・長野・群馬の各県の主要道路を対象。
  - (4) 他の地方については、道路交通利用率、雪寒対策と防災対策の程度をはじめとするウェイトの大きい地域から上記3地方について進める。

また、この全体計画を進めていく方法としては、道路気象情報と、道路交通管理の現状や、システムの実用化に関する考え方、その手法、およびこれら手法の現状をふまえた情報の観測体制、収集処理体制、伝達運用体制の有機的な結合をはかる必要があり、およそ次のような1次～3次計画として進めていくものである。

#### (1) 第一次計画

- 1) 必要な観測機器の開発、改良

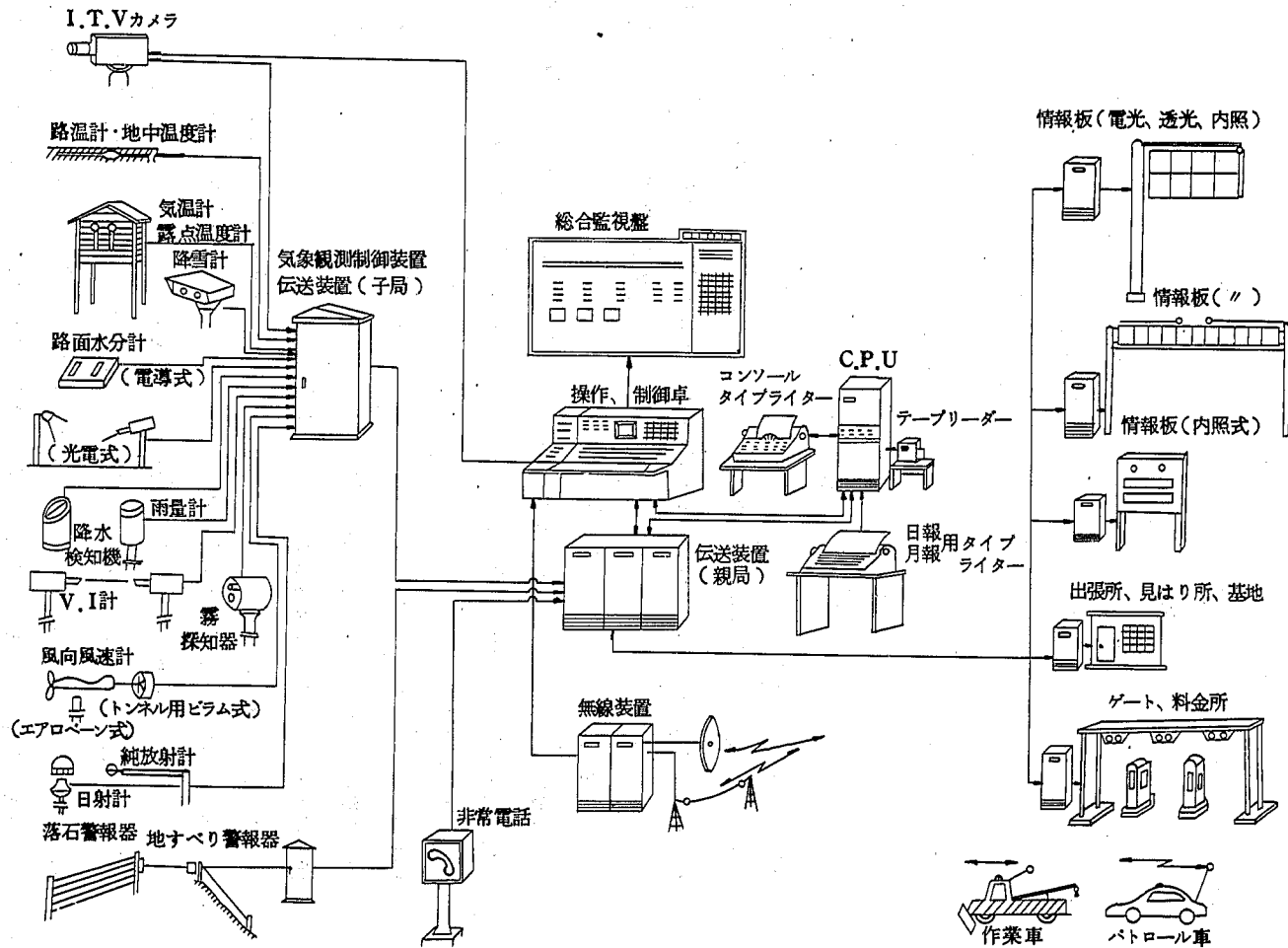


図-14 道路気象情報システムの機器構成

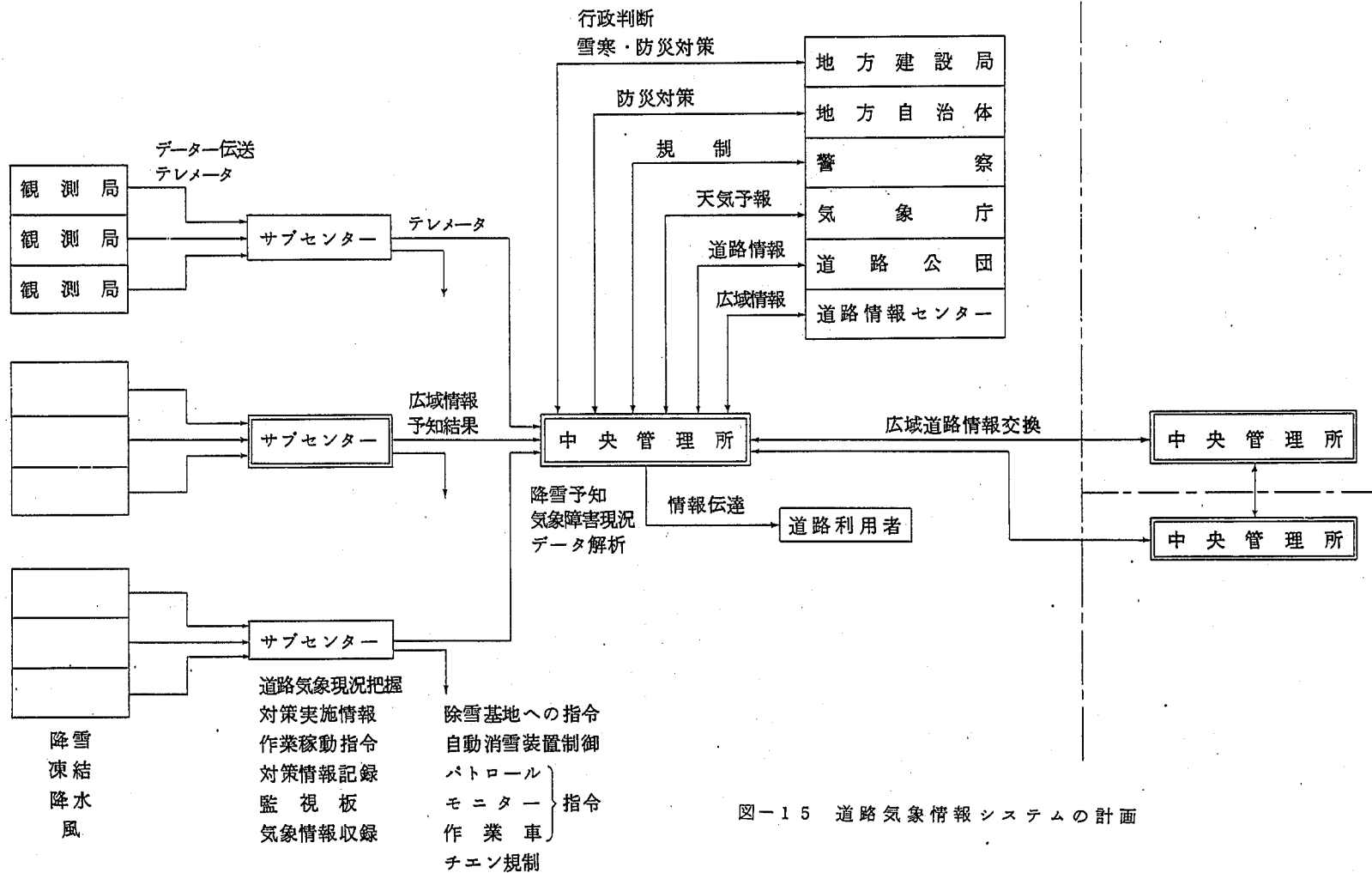


図-15 道路気象情報システムの計画

2) 比較的確立した観測機器による現況の把握体制の確立

3) 同上のシステムによる道路交通の効率管理方法の開発、効果の検証

(2) 第二次計画

1) 各種観測機器による現況把握体制の確立

2) 同上で得られる情報の処理、運用のシステムの開発、検証

3) 予知技術の開発、精度の検証

(3) 第三次計画

1) 現況把握、予測の各情報による情報の処理、運用法の確立

この各段階の計画は、およそ3年前後を必要とするものと考えられる。

6-2 第一次計画

第一次計画の構成は、図-15によるトータルシステムのうち、その1構成単位であるサブセンターまでを対象としたものであり、雪、凍結、崩災に関する情報のうち、現在、その計測技術、利用法の比較的確立したものについて、この効果を確認しつつ実験的に展開するべきものとする。

このモデル対象としては、現在冬期交通量も多く、雪氷障害のひんぱんな国道18号線（直江津～妙高高原）と親不知など崩災の多発する区間で知られる国道8号線（玉の木～直江津）の上越地区に設定した。

道路気象情報システムの構成は図-16のとおりであり、基本的には道路気象障害の要因となる気象要素の観測機器（表-8参照）、サブシステムセンターにおけるデータ処理部と監視記録部、およびその間を結ぶデータ伝送部とからなっている。

1) 気象観測機器（観測局）

降雪、凍結及び圧雪、崩災の各道路交通障害の検知・予知に必要な各気象要素を時々刻々連続して観測する。

観測局の位置と観測項目は図-16のとおりであるが、特に降雪の検知・予知を目的としたものには（雪）を、凍結および圧雪のそれには（凍）を、崩災のそれには（崩）をそれぞれの項目の後につけてある。

2) サブシステムセンター（親局）………〔ここでは高田工事事務所〕

中央監視局における監視表示及びデータ処理項目には次のようなものがある。

(1) 監視・表示項目

降雪、路温、気温、風向風速、雨量、路面水分状態、等

(2) データ処理項目

日報、月報等の作成、及び降雪等の予知に関するデータ処理

この中央監視局は、これらを行なうために必要な次の各装置で構成される。

(3) データ伝送装置親局



(4) 監視盤(グラフィックパネル)

ランプ表示、ニキシ表示、メータ表示、警報ブザー等

(5) 記録計盤

トレンドレコーダ

コンピューター、タイプライター(入出力用、作表用)、入出力制御装置、

時計装置等

3) データ伝送装置

観測局とサブシステムセンターを1:1で結ぶよう構成されており、観測項目の少ない(3量以下)局ではアナログ簡易型を、多い局ではサイクリックデジタル型を採用している。

なお、観測局とサブシステムセンターの間が近い高田観測局については伝送装置を介さず、直接信号を中央へ送る直送方式をとるものとする。

また、この第一次計画の目標は、計測技術、その利用技術の現状を勘案して、次のような年次計画として策定した。

① 1年次

- I) 路面凍結情報の計測、収集と、この情報処理、監視方法の検討、確立
- II) 崩災にかかわる降雨情報の計測収集と、このデータ処理、監視方法の開発、検討
- III) 降積雪の計測技術の開発、改良

② 2年次

- I) 降積雪情報の計測、収集と、この情報処理、監視方法の開発検討
- II) 路面凍結、崩災の予測技術の開発、検討

③ 3年次

- I) 降積雪、路面凍結、崩災に関する観測、監視体制の確立
- II) 同利用法、運用法の改良確立
- III) 同予知技術の開発、改良

6-3 初年次計画

初年次計画は、その計測技術、利用技術等に、比較の実績をもつ路面凍結の計測、監視体制と、崩災にかかわる雨量情報の計測、監視体制の確立、および実用的にさらに改良の余地がある降積雪(新積雪や積雪など)、路上の積雪の計測技術の開発、改良を対象に設定した。

この構成は、図-17に示すとおりであり、観測局として、路面凍結用5局、うち妙高高原局は、この区間の最大積雪地区であり、ここで降積雪の計測技術の開発、改良局としている。

さらに、崩災対策としての雨量情報は、4局となっている。雨のデータは、アナログテ

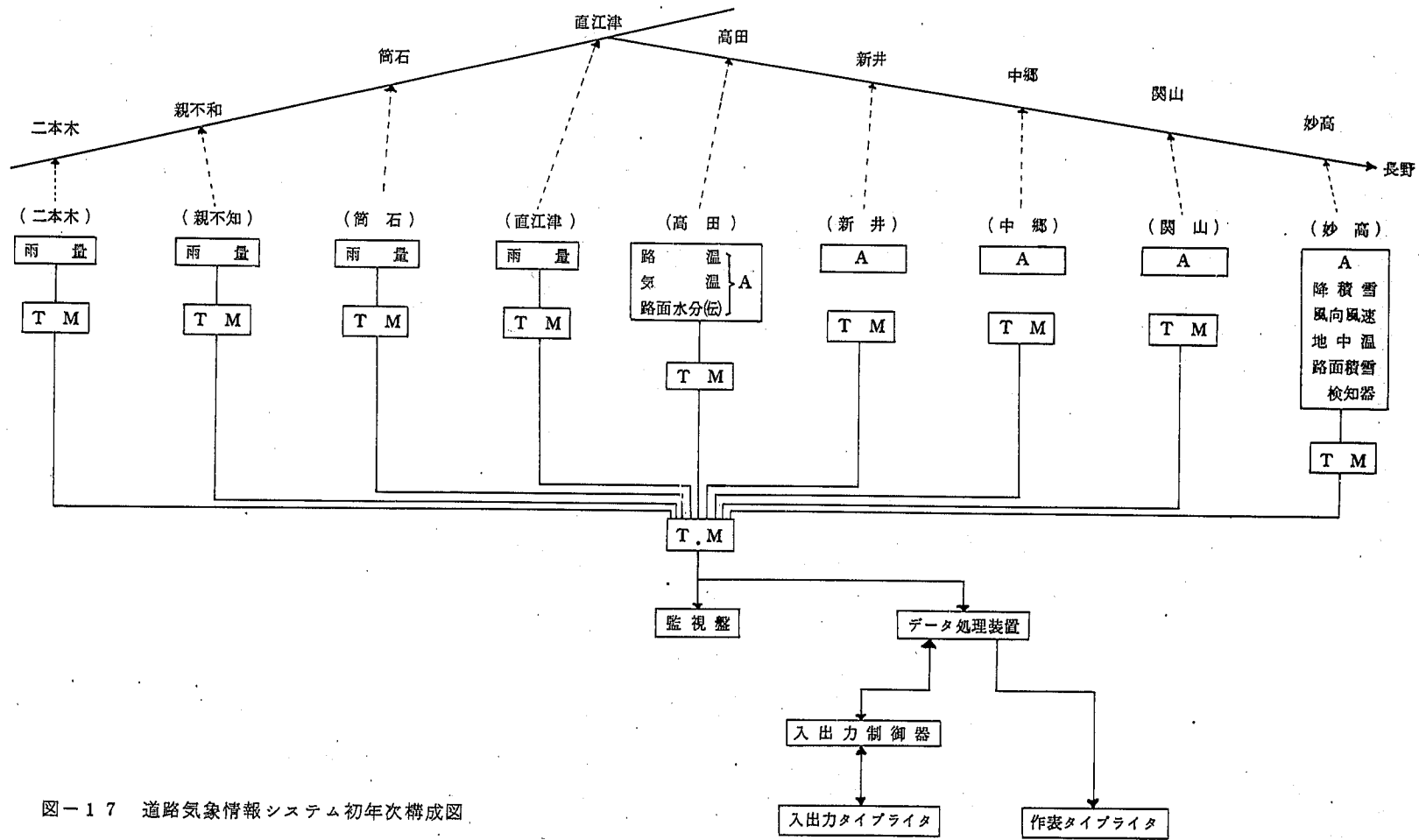


図-17 道路気象情報システム初年次構成図

レメータで高田国道工事事務所内に収集され、必要な処理、および表示、監視を行ない、これらをタイプライターで記録することとした。

なお、この初年次計画の予算概要を表-15に示す。

道路気象情報システム機器名	数量	備考
降水量計(発信器、制御部、設置ポール含)	4 台	
降積雪計(本体、制御部、設置ポール)	1 台	
気温計(検出部、変換部、百葉箱含)	5 ケ	
路面温度計(検出部 変換増巾部、埋設セット含)	5 ケ	
路面水分計(本体、制御部、判別部等)	5 ケ	
路面積雪検知器(本体、制御部、判別部、設置ポール含)	1 ケ	
風向風速計(発信器、変換増巾部、平均化装置、ポール)	1 ケ	
屋外収容筐体(2重筐体、耐雪耐候構造)	9 体	
電源制御部、記録部(電源スイッチパネル、コネクタパネル、モニター部)	5 式	
テレメータ装置(子局)アナログ型	4 局	屋外筐体含まず
テレメータ装置(親局)アナログ型	1 式	屋内収容ラック含
テレメータ装置(子局)デジタル型	5 局	屋外筐体含まず
テレメータ装置(親局)デジタル型	1 式	屋内収容ラック含
監視盤(グラフィック板、指示計、警報器リレー気象表示ランプ表示、時計装置等)	1 式	
データ処理用CPU(CPU12KW、入出力タイプ、出力タイプ2、時計、入出力制御装置、ソフトウェア、その他)	1 式	
予備品、保用品	1 式	
運送梱包費		
現地総合調整費(機器設置、調整、点検、試験等)	1 式	
設置工事費(基礎工事、運搬、取付、施工管理)	1 式	
設計、完成図書	1 式	
第一次予算総額		127480

表-15 道路気象情報システムの予算計画(初年次)



## 7 おわりに

以上、道路気象障害に対する道路の安全管理体制の一環としての気象情報システムの一般的な考え方と実験システムとして、上越地区（国道8号、18号線を対象）に降雪、凍・圧雪、崩災の検知、予知のための道路気象観測（情報）システムの計画について述べた。しかし、気象災害現象は既述の通り気象、地形、および道路構造等の関連要因が多く地点地点によって現地特有の現象が現われる場合があり、ここで設けた観測体制では不十分な場合もありうる。このため理想的な道路気象情報システムを確立するに当っては、観測点等を密にするか、あるいは計器の精度の向上を計ることも必要であるが、できるだけ完全なソフトウェアをつけることが必須条件であり今後の研究課題と言えよう。

しかし、道路気象情報システムは、最近の道路需要の増大から見ても道路交通を安全に確保する上で重要視されその期待は大きい。このようなことから一日も早くこのシステムが確立されることを願ってこのむすびとする。

なお、今後はこの気象情報システムの開発に当って気象現象の経済性を考慮した観測体、あるいは、観測データの収集、処理方法、さらには得られた情報の活用体制までのいわゆる一連の有機的な体等としての検討を加えていく予定である。

おわりにこのシステムの開発計画の作成に当って東洋大学土木科教授石井一郎氏（前土木研究所道路部長）、シャープ株式会社情報処理事業部の高田吉治氏、重野忠史、佐野雄二氏および北陸地建、近畿地建の御協力を得たことをここに付記する。

新潟試験所

所長 青木 忠男

研究員 下村 忠一

石平 貞夫

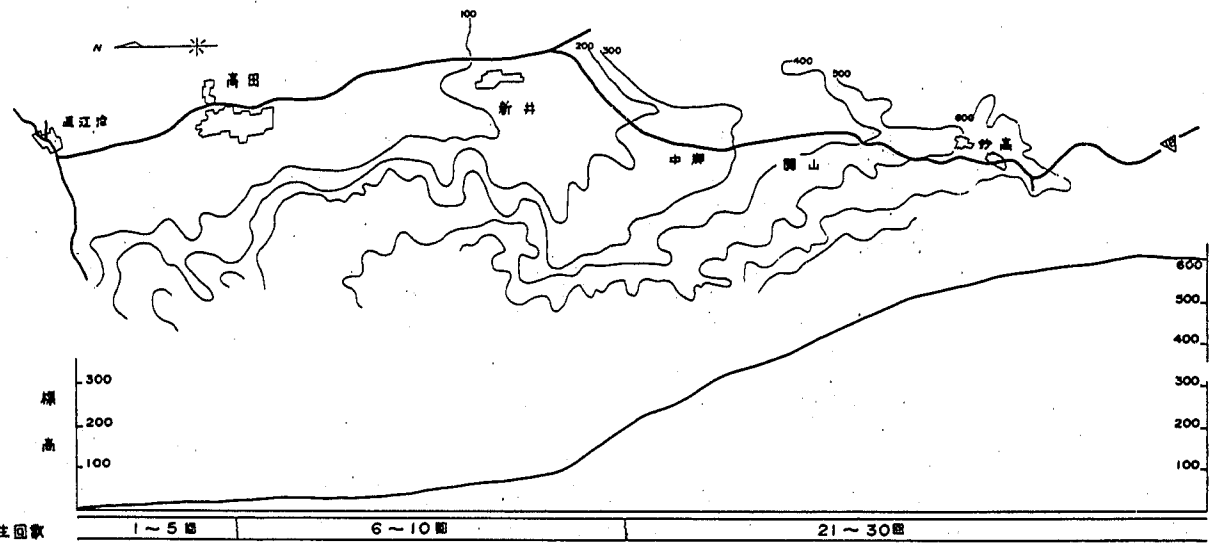
## 参 考 文 献

- (1) 今井 勇 :自動車交通と生活環境 交通工学No 2、1974
- (2) 早川電機工業 :道路管理のための凍結研究Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、1966
- (3) 高速道路調査会 :道路気象 雪氷対策その1、1966・8
- (4) // :道路気象 雪氷対策その2、1967・5
- (5) // :路面凍結予知機器に関する研究、1968
- (6) // :道路の視程障害、1973
- (7) 日本積雪連合 :多雪地滞の冬期交通渋滞の原因についての解析 1964・3
- (8) 日本建設機械化協会 :道路除雪ハンドブック 改訂版 1972・1
- (9) シャープ技報 :道路気象情報システム、1974・3
- (10) 高速道路調査会 :道路気象情報システムに関する研究(未印刷)
- (11) 高速道路調査会 :ふぶき、吹留り対策に関する調査研究報告書、1973
- (12) 高速道路調査会 :中国道の霧対策について、1950・2
- (13) 防災ハンドブック編集委員会:防災ハンドブック(技報堂)、1964
- (14) 松本 誠一 :北陸豪雪の総観モデル:気象庁技術報告第66号、1968
- (15) 瀬下 慶長 :降雪細胞 : // 、1968
- (16) 気象庁 :予報作業指針その7雨量予報(雪を含む) 1973・3
- (17) 気象庁他 :測候時候、1962
- (18) 高橋 浩一郎 :気象統計 地人書館、1961
- (19) 日本鉄道技術協会 :新幹線除雪予報方式に関する研究報告、その2、1970・3
- (20) 中村英夫ほか:土木学会論文:気象予測に基づく防災対策の決定モデル
- (21) 日本気象協会 :交通気象予測手法のシステム化の開発研究、1974・3
- (22) Berliand, M. E :最低温度推定法と霜の予想について(遠藤浩訳)  
東京管区気象台地域気象調査資料:1956
- (23) 井上元哉、高田吉治 :道面凍結の予測システム、雪氷33、1971
- (24) Groen, P : Note on the theory of nocturnal radiational cooling  
of the earth's Surface. :J. Met. :1947
- (25) Brunt, D. : Physical and dynamical meteorology. 1939
- (26) Jaeger, J. C. : Note on the effect of wind on the nocturnal cooling.  
:Quart. J. Royal Met. 1945
- (27) 高田、重野ほか :道路気象情報システム、Sharp Technical Journal 1974  
:1974・3

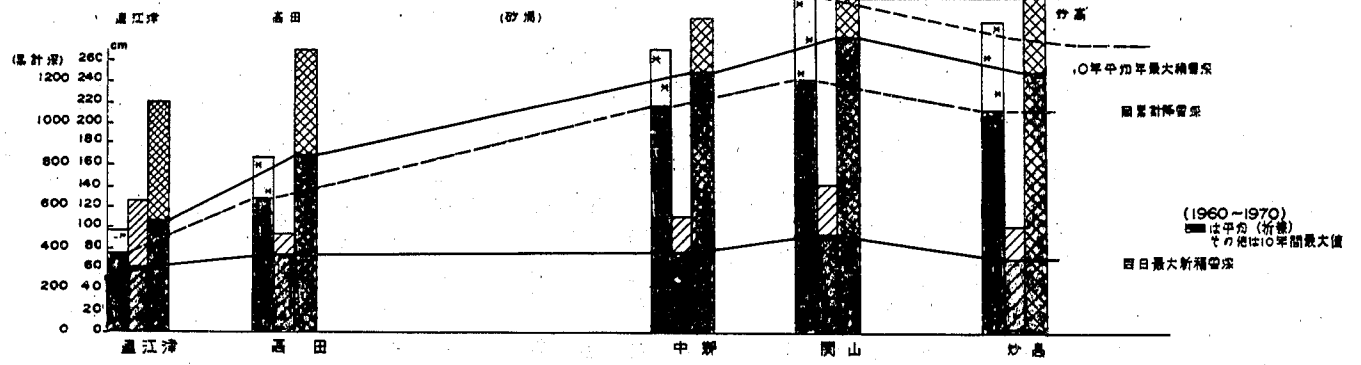
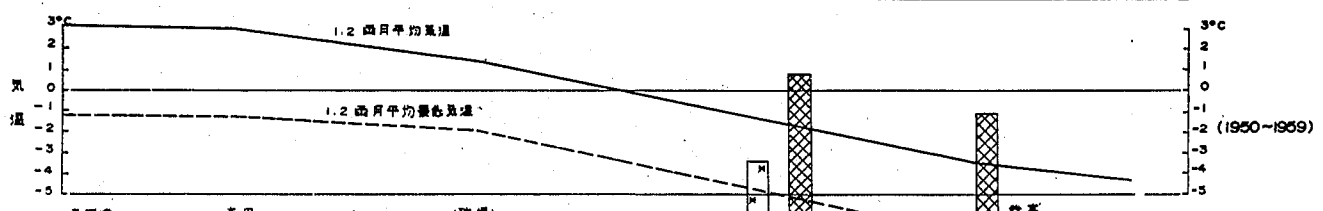
- (28) 日本積雪連合 : 冬眠道路をいかにすべきか……答える : 1961
- (29) 建設省北陸地建上越国道工事 : 国道17号線における積雪期交通渋滞原因分析調査  
事務所 1974・3
- (30) 新潟地方気象台 : 北陸地方予報作業指針 その1 1971・9
- (31) 日本気象学会 : 気象研究ノート Vol.16, NO.2 1965・12
- (32) 日本気象学会 : 気象研究ノート Vol.15, NO.1 1964・5
- (33) // : // 第95号、天気予報に関する特集 1968
- (34) // : // Vol.12, NO.4 予報技術とその基礎1962
- (35) 気象庁 : 降雨予報に関する調査報告、1966・3
- (36) 気象庁 : 研究時報 Vol.27, NO.2 1975・2
- (37) 建設省北陸地建 : 降雪2000万 $m^3$ の対策 1973
- (38) フジ産業気象センター : 天気予報を利用して金もうけ 1970・11
- (39) 北陸地建 : 市街地の除雪システムに関する調査試験 1974・8
- (40) 日本積雪連合 : 図で見る冬期間の増加費用 1958・6
- (41) // : 雪と寒さでどれだけ経費が増すか 1950・12
- (42) // : 積雪寒冷に伴なう自治体の歳出についての考察 1965・3
- (43) 建設省福井工事事務所 : 昭和49年度雪寒対策計画
- (44) 日本建設機械化協会 : 機械経費と積算 1972・2
- (45) // : 建設機械整備標準工数および標準料金 1973
- (46) 気象庁予報部 : 最高気温、最低気温の予報に関する米国気象局の技術指針  
1975・3
- (47) 日本積雪連合 : 雪中作業と疲労度 1951・7
- (48) // : 積雪寒冷地帯の財制負担 1954・6
- (49) // : 積雪寒冷地の経済力と財政負担 1952

## 参 考 資 料

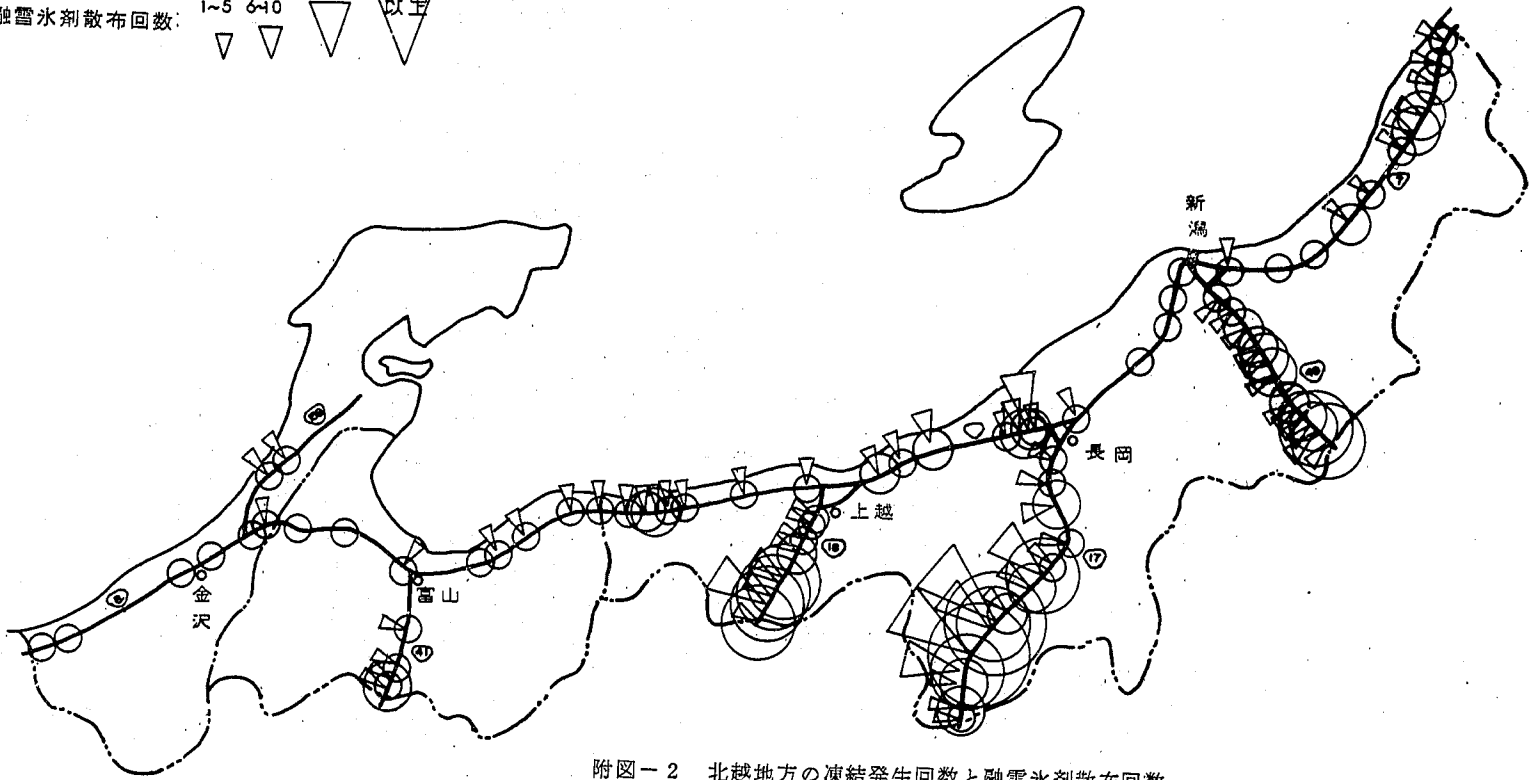
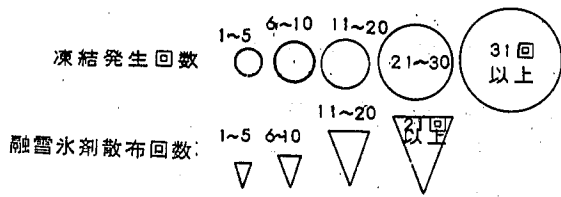
- 附図-1 : 国道18号線の凍結、圧雪と環境(北陸地建資料による)
- 附図-2 : 北陸地方の凍結発生回数と融雪氷剤散布回数( // )
- 附表-1 : 路線別凍結実態表( // )
- 附図-3 : 国道18号線藤沢地内における圧雪の発生状況(一例)
- 附図-4 : 国道18号線(高田~野尻湖間)の主要地における路温と気温の相関



凍結発生回数



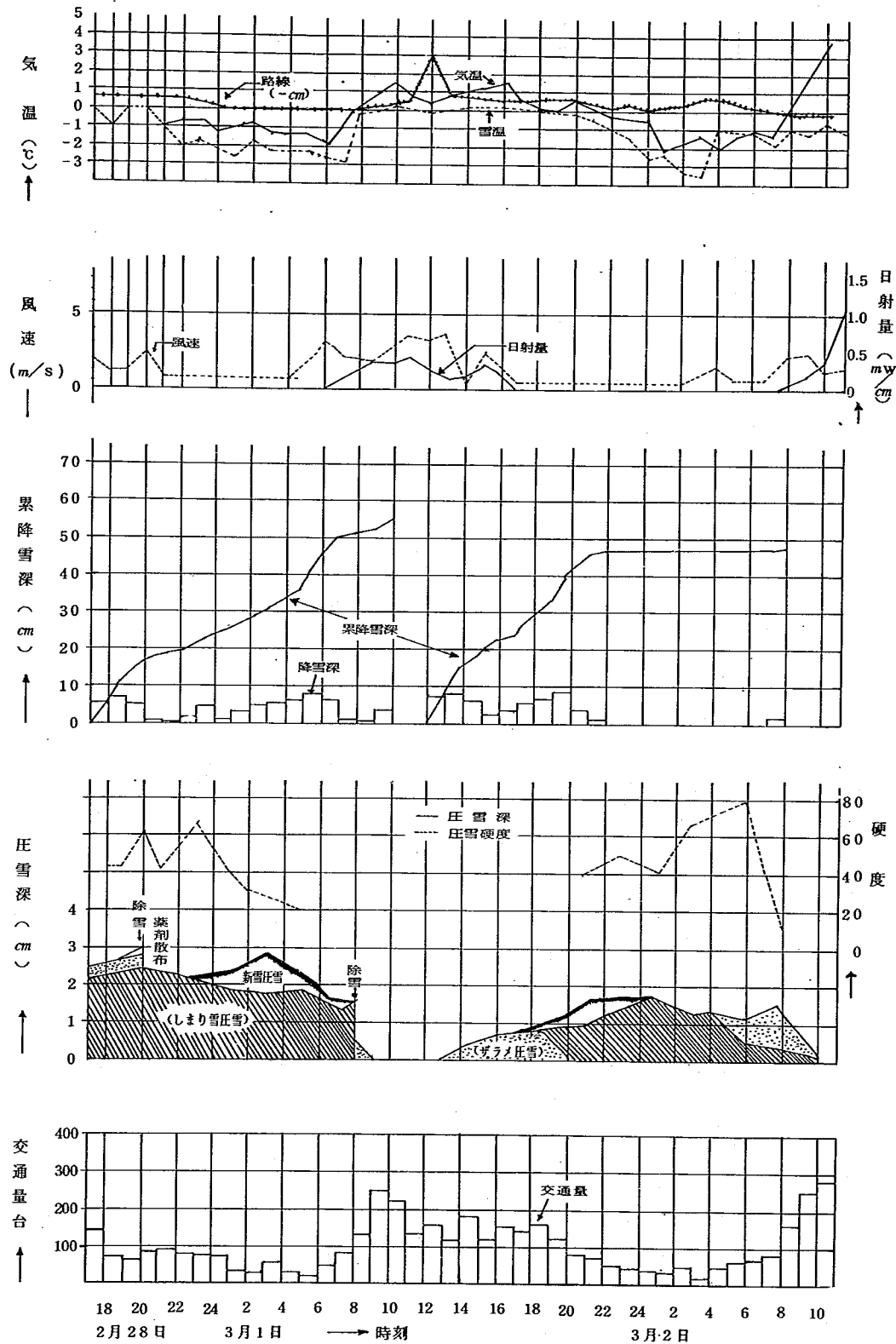
国道18号線の凍結、圧雪と環状



附図-2 北越地方の凍結発生回数と融雪氷剤散布回数

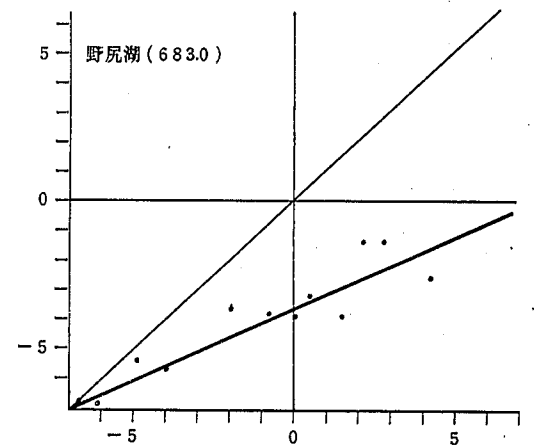
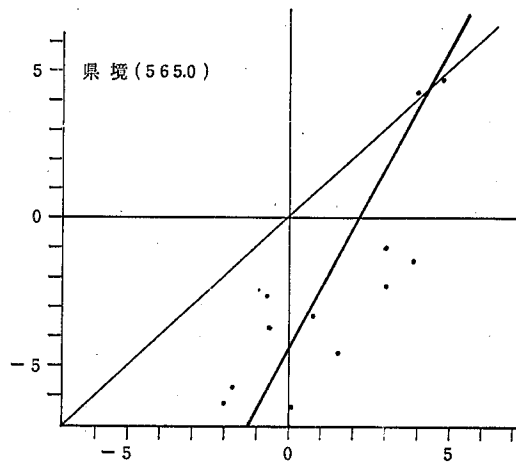
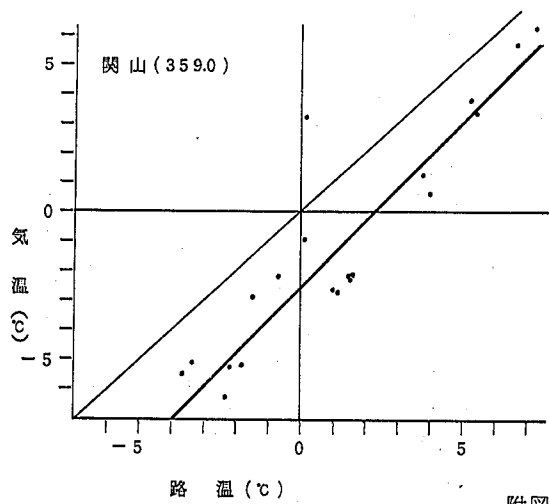
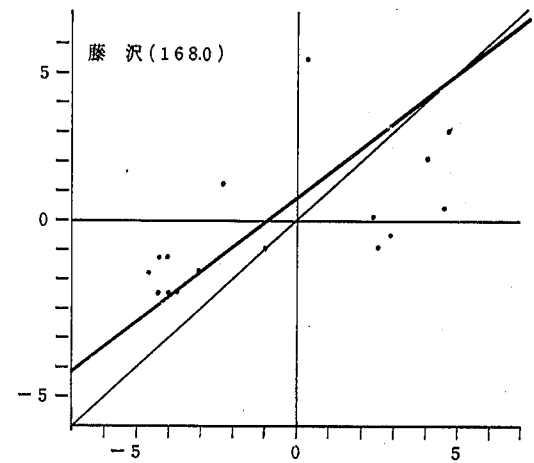
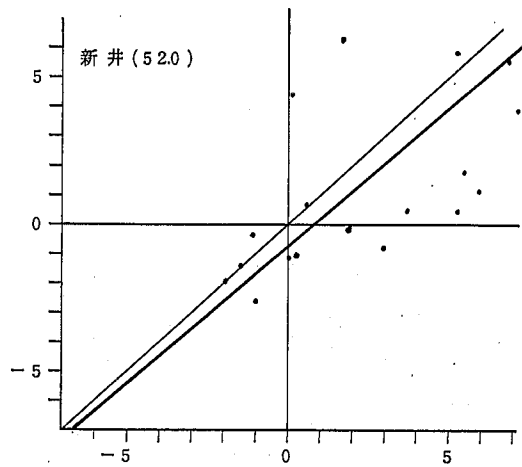
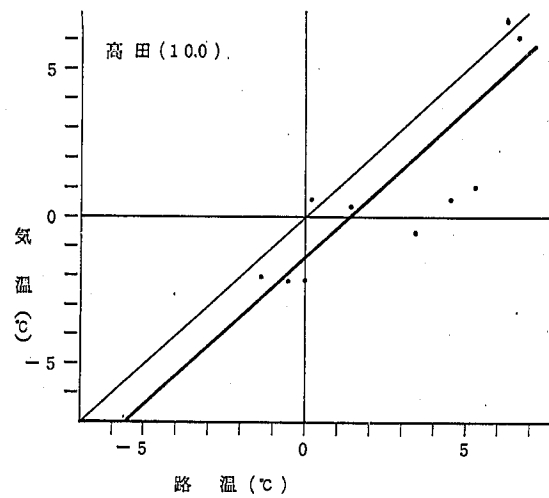
路線別	(調査) 延長	地形と年間発生頻度		発生地点	原因別	発生の規模	融雪氷剤の散布状態						備考	
							時期		時間帯			方法		
							凍結前	凍結後	8:00 ~ 17:00	17:00 ~ 24:00	0:00 ~ 8:00	機械まき		手まき
▽7	107.8	勾配部 曲線部 直線部 橋梁 その他	16回 26.6% 26 43.3 2 3.3 5 8.3 11 18.3	凍結発生の80%が山地部であり、特に勾配部及び曲線部の凍結が多い。	路側の雪の融水が急冷する。 冠水による凍結もある。	凍結距離500~2,000mで発生箇所は山地部に集中している。平地部は100~300m程度	% 7	% 93	% 10	% 6	% 84	% 100	% 0	
▽8	196.1 (新潟県内)	勾配部 曲線部 直線部 橋梁 その他	35 25.0% 33 23.6 16 11.4 44 31.4 12 8.6	山地部70%、平地部30%、山地部は勾配部、曲線部、平地部では橋梁部は日陰部が多い。	日中の暖気で融水したものが、または湧水が気温急冷で凍結している。日陰冷気による凍結もある。	凍結距離100~300m程度のものが多い。平野部では2,000mの凍結が10回発生した。	0	100	7	30	63	64	36	
▽17	102.2	勾配部 曲線部 直線部 橋梁 トンネル(スノセット) その他	43 16.5% 39 15.0 3 1.2 65 25.0 90 34.6 20 7.7	山地部95%圧倒的である。 トンネルスノセットの中などが多い。 日陰部が多い。	大部分が路側、雪の融解水の凍結である 消雪パイプの前後にも凍結がある。	この路線の凍結の規模は大小混合で、50~15,000mの範囲で発生経路、質ともに複雑である。	90	10	66	14	20	67	33	
▽18	39.0	勾配部 曲線部 直線部 橋梁 その他	75 48.1% 24 15.4 11 7.1 31 19.9 15 9.6	山地部70%、平地部30% 橋梁、日陰部が多い	▽17と同じ	山地部平地部并全線に亘る場合が年間7回あった。 8,000~15,000m凍結の規模が大きい	8	92	0	30	70	33	67	
▽49	67.0	勾配部 曲線部 直線部 トンネル(スノセット) 橋梁 その他	65 28.4% 65 28.4 31 13.5 29 12.7 20 8.7 19 8.3	山地部80%、平地部20% 勾配、曲線部に多く発生している。	日中の融解水の気温急冷が主である。	▽17に似ている規模である。	0	100	38	0	62	83	17	

附表-1 路線別凍結実態表



附図-3 気象条件等と圧雪発生状況 (藤沢パーキング)

(測定年月日: 50年2月28日~3月2日による)



附図-4 主要地点の気温と路温の相関

(測定は昭和50年1月~3月の晴天日に行なったものである)

(内数字は標高を示す。)