



# 土 木 研 究 所 資 料

第 954 号

## 道路気象情報システムの実用開発計画 (1)

— 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 49 年 7 月

建 設 省 土 木 研 究 所

# 目 次

ま え が き	2
1. 序 論	3
1-1 道路気象情報システムの必要性	3
1-2 気象情報システムの現状と問題点	4
1-3 道路気象情報システムの目的	7
2. 道路気象観測の基本的な考え方	9
2-1 降 ・ 積 雪	9
2-2 凍 結 ・ 圧 雪	12
2-3 降 雨	12
3. 道路気象情報システムの展開方法とその効果	17
3-1 降・積雪の検知・予知	17
3-2 凍結・圧雪の検知・予知	18
3-3 崩災(土砂崩災)の検知・予知	19
4. 道路気象情報システムの計画	21
4-1 展 望	21
4-2 実用化開発計画(第一次計画)	25
4-2-1 実験システムの構成	25
4-2-2 年 次 計 画	29
5. お わ り に	31
参 考 文 献	31
参 考 資 料	32

—北陸地方(北陸地建管内)における凍結・圧雪と積雪(主として18号線)の状況—

## 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・集中豪雨・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に大きな関連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も否定出来ない。しかし冬將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ろう。

また、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、飛驒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ンOPTIC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らう。

昭和49年7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、それとも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<sup>1)</sup>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こりやすい道路を管理する上で、たとえば雪寒地では、冬期、雪氷障害にともなう交通止や、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、道路気象障害対策に必要な気象現象の個々のメカニズムは現在では十分な研究も把握もされていないため対策の判断資料となるデータも不満足な状態である。

そこで、まず、道路気象障害が道路交通におよぼす影響の大きい降雪・圧雪凍結・崩災を対象として、これらの道路気象障害について、どのような現象が、いつ、どこで、どのように発生するかを予知あるいは検知し（情報としての予知・検知）、これをもとにした対策処理、体制づくり、および情報の運用管理を系統的にとり組む必要がある。そう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が必須の条件ともなっている現状である。

こうした道路気象の情報管理を行なう道路気象情報システムを設置することにより、降雪、圧雪、凍結、崩災などの情報が連続的に、また空間的・地域的に収集でき、この情報をもとにした降雪予知や凍結予知による結果は、雪寒対策ならば除雪時期の決定、除雪車の運用などの除排雪体制の合理化、適切な塩化物散布などの塩化物散布体制の確立、速度規制、チェーン装着、車線規制などの対策、ドライバーへの情報伝達のための判断基準等々に適確な情報と判断資料を提供することが可能となる。

#### 1-2 道路気象情報システムの現状と問題点

雪寒地域における道路交通は、冬期の雪氷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、雪氷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ものが設置され、実用化されつつある。

道路気象障害の情報および対策の現状の概要は次の通りである。

##### 1) 降雪の検知・予知

現在、降雪検知として名神道、北陸道、中央道では降雪計やVI計が用いられておりほぼ実用的な効果を上げている。これによって降雪状況を把握し、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かたが著しくことなるため、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程度離れた場所に

表一 1 主な地域における道路気象情報システム設置例

道路名	管理所	管理区間			観測子局数 (箇所)	道路気象観測項目										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 確	員 保	情報板
名神道	彦根	八日市	関ヶ原	45.2	4		6	4	4	4	1						積雪地域の降雪検知	○	○	○	○
	栗東	大津	八日市	40.1	3				3	3							路面凍結の検知		○	○	○
	一宮	関ヶ原	小牧	42.7	4				4	4							霧の検知		○	○	○
東名道	豊田	小牧	岡崎	53.3	4				4						1	路面凍結の検知		○	○	○	
	豊川	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	沼津	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	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		○	○	○
	多治見	小牧	瑞浪	27.5	4	1	2	4	4	4							路面水分判別		○	○	○
																	霧雪の検知				
北陸道	小松	丸岡	金沢	39.5	5			2	5	2	1	4		3	1	降雪状況の検知・確認	○	○	○	○	
																	路面温度の検知				
																	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	2	3	2	2		2	路面温度の検知・予知	○	○	○	○	
																	路面水分の判別				
																	霧の検知				
東北道	加須	岩槻	佐野	55.0	2	1	1	2	2	2	2					路面温度の検知		○	○		
	鹿沼	佐野	矢板	65.1	6			6	6	6	6						河川部凹地の霧検知		○	○	
																	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			2	多雪地の降雪状況検知	○	○	○	○	
																	霧、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

においても時期・量共に変化するため現状の観測体制では十分な把握が困難な場合が多い。このため、降雪状況の実態把握の不確かさが原因となって除雪体制の効率的な運用が阻害され、交通渋滞がしばしば発生している。また、現状での除雪体制では気象庁のシノブ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予測が唯一の拠りどころとなっており、十分な予測精度を期待することは困難であるのが現状である。

## 2) 凍結・圧雪の検知・予知

凍結の検知は路面温度と水分による検知手法によって名阪国道、奈良、東名道御殿場、あるいは国道等で採用されている。

さらに、凍結予知方法<sup>9)</sup>としては、現在、熱収支解析をもとにした区間分割判別法によるものが名阪国道、奈良、東名道御殿場等に設置され、短時間予知として86～95%の精度で2時間先までの間の長時間予知として81～92%の精度で17時時点から翌朝8時迄の間の予知実績がある。

また、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なった結果、気象解説者の予報が87%、予知装置が92%となった実例もある。このようなことで凍結の検知・予知による薬材散布等の凍結対策処理の制御は一応効率的に行なわれている。

一方、圧雪は、凍結と同じように道路運行上非常に大きな阻害原因の一つとなっているが、その検知・予知は計測機器、並びに手法が確立されないため、いまだ開発されていないのが現状である。その理由として、圧雪の発生は、積雪、気象条件、交通量等の因子の複雑な組合せによるため前述のごとく降雪予測が確立されていない段階ではおのずと圧雪の検知・予知は困難と言わざるをえないのが現状である。

## 3) 霧の検知・予知

視程障害対策としての霧の検知は、名神道の彦根、東名道の御殿場、中央道・東北道の加須、北陸道、北海道道等の多くの個所でV I計、霧探知器、I T V (監視テレビ<sup>8) 11)</sup>)により視程障害の程度、状態等の検知が行なわれ、交通規制、速度規制等の管理面で一応の効果を上げている。また、北海道道のような気温が非常に低い地区では、霧の検知のみでなく、地ふぶきによる視程障害<sup>12)</sup>の検知としても活用されている。一方、予知については、霧、地ふぶき等の発生機構の解明が充分でないため、まだ実施された例はない。

## 4) 風(強風)の検知・予知

風の検知は表一<sup>13)</sup>に示したように大部分の所で実施されており、主に強風が予想されるトンネルの出入口や、切土部から盛土部へ変る地点、線形の悪い地点、橋梁高架部等と風圧の変化が大きいところや、地形的に強風地地点で横風の危険がある場所に風向風速計、吹き流し等を設けられ、強風情報としてドライバー等へ伝達され、一応の効果を上げている。一方、予知としては前述と同じように発生機構の解明が充分でなく、実施

された例はない。

#### 5) 崩災の検知・予知

崩災は落石と崩壊現象とに大きく分けることが出来る。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が落石によって切断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に引掛からない場合もあり、さらに改良の余地が多い。その他予知としては発生の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。また崩壊の検知・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間隔にも問題がある。

#### 1-3 道路気象情報システムの目的

前述のごとく、これまで主要な道路に設置された道路気象情報システムは気象要素の観測が限定されており、かつ、道路管理上直接有効な情報として解折するソフトウェアが十分備わっていないことが重大な欠陥といえよう。たとえば現状のシステムである地点に凍結が検知された場合、薬剤散布等の対策をするかしないかを自動的に決定するソフトがないため、この決定にあたっては、気象条件、経験等によって人間が判断することが必要となっている。したがって、検知された情報が道路管理に直接活かされない場合がしばしば生じているのが現状である。

このようなことから、この道路気象情報システムは次のような目的を持つ。

1) 道路の維持管理上、対策の必要性、対策必要区間、対策方法などに早急、かつ適確な情報を与える。

- (1) 降雪の検知・予知による除雪体制の確保
- (2) 圧雪・凍結の検知・予知による圧雪処理、塩化物散布体制の確保
- (3) 崩災につながる降雨量の変動と分布から崩災防止体制がとれること。

2) 降雪、凍結、圧雪、大雨等の検知・予知により道路管理上必要な情報を抽出する。

(すべり、なだれ、土砂害等)

3) 管理区間内の道路気象情報を集中監視することにより道路の安全交通上必要な判断と制御を行ない、対策の効率向上をはかる。

さらに、上記の目的を達成するために気象観測システムとしての具備すべき条件は次



の通りである。

- (1) 管理区間内道路で、交通障害を引き起こす気象現象を適確・早急（リアルタイム）に検知できること。
- (2) 局地的な道路気象現象についても把握できること。
- (3) 道路気象現象が時間的には連続量として、空間的には分布として把握できること。
- (4) 降雪・圧雪・凍結など必要な道路気象現象は事前に把握（予知）することも可能なこと等。

## 2. 道路気象観測の基本的な考え方

### 2-1 降 積 雪

現在の降積雪の観測は、降積雪のシノブチックスケールでの把握を目的として実施されており、道路交通を管理する上で不十分である。このためには、最少限必要とされるメソスケールによる降積雪の把握が必要とされ、観測密度（空間的・時間的）、観測頻度の面から充分検討する必要がある、以下その考え方について述べる。

日本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、空間規模でおよそ半径500km前後、時間スケールで1日以上シノブチ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50km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）<sup>14) 15)</sup>が空間規模半径5km前後、時間で10~30分のじょう乱の存在が知られている。（図-1参照）

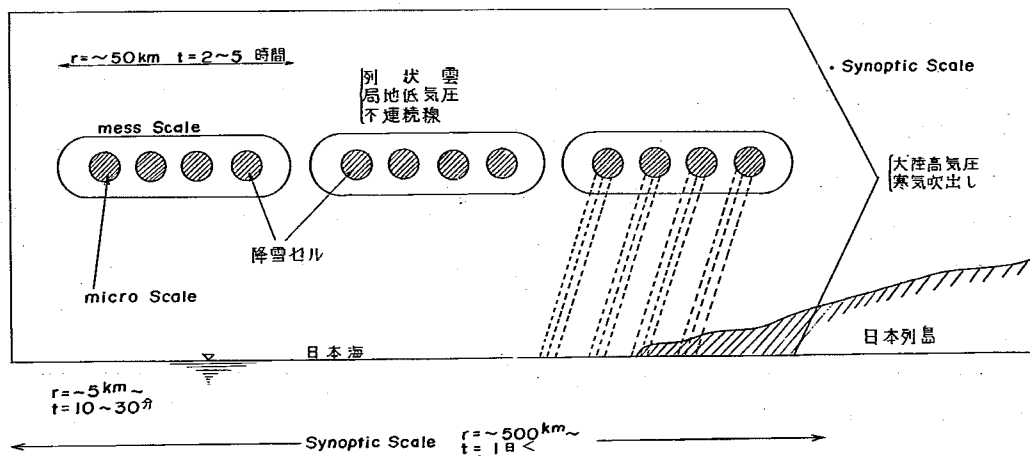


図 - 1

このことから降雪の局地的な分布予知はシノブチックな場における中規模じょう乱と降雪セルの運動から対応づけられるはずである。すなわち、降雪の把握には少なくとも中規模じょう乱以下のスケールで観測網をはる必要がある。経済的な面も考慮して降雪予知に必要な気象観測局の配置間隔を求めた。

まず、降雪域の広さの頻度については高橋<sup>16)</sup>(1961)の採用した次式で表わすことができる。

$$W(R) dr = \exp\left(-\frac{r}{r_0}\right) \frac{dr}{r_0} \dots\dots\dots (1)$$

ここで $W(R)$ は降雪域の広がりに関する確率密度関数、 $r$ は降雪域の半径、 $r_0$ は半径の平均値である。

観測点を等距離 $\ell$ で並べた時、ある1回の観測でこの降雪域が観測点の途中に入ることなくどこかの観測点にひっかかる確率は次のとおりである。

$$r_0 \geq \frac{1}{2} \ell \quad W_1(R) = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$r_0 < \frac{1}{2} \ell \quad W_2(R) = \frac{2r}{\ell} \quad \dots\dots\dots (3)$$

(1)・(2)・(3)より、全体の確率は次のようになる。

$$W(R) = \int_{\frac{\ell}{2}}^{\infty} \frac{1}{r_0} \exp\left(-\frac{r}{r_0}\right) dr + \int_0^{\frac{\ell}{2}} \frac{2r}{\ell r_0} \exp\left(-\frac{r}{r_0}\right) dr$$

$$= \frac{2r_0}{\ell} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\ell}{2r_0}\right) \right] \quad \dots\dots\dots (4)$$

この(4)式を用いて先に述べた中規模擾乱と降雪細胞の平均半径 $r_0$ の50 Km及び5 Kmという値に対して、 $\ell$ をいろいろと変えた時の降雪検知確率を計算すると表-2、表-3のようになる。また、図-2と図-3には中規模擾乱及び降雪細胞の観測点距離に対する確率を示してある。

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

表-2 中規模擾乱 ( $r_0 = 50 \text{ Km}$ ) 検知確率

観測点間の距離 (Km)	1	2	3	4	5	10	15	20
降雪の検知される確率	0.952	0.907	0.864	0.824	0.787	0.632	0.518	0.432

表-3 降雪細胞 ( $r_0 = 5 \text{ Km}$ ) 検知確率

これらの結果から経済的な意味を含め実用的な気象観測点間の距離を20 Km以内にしておけば90%以上の確率で降雪を検知することができ、さらに局地的な把握には2 Km以内に観測点を配置すれば90%以上の確率で降雪を検知することができる。

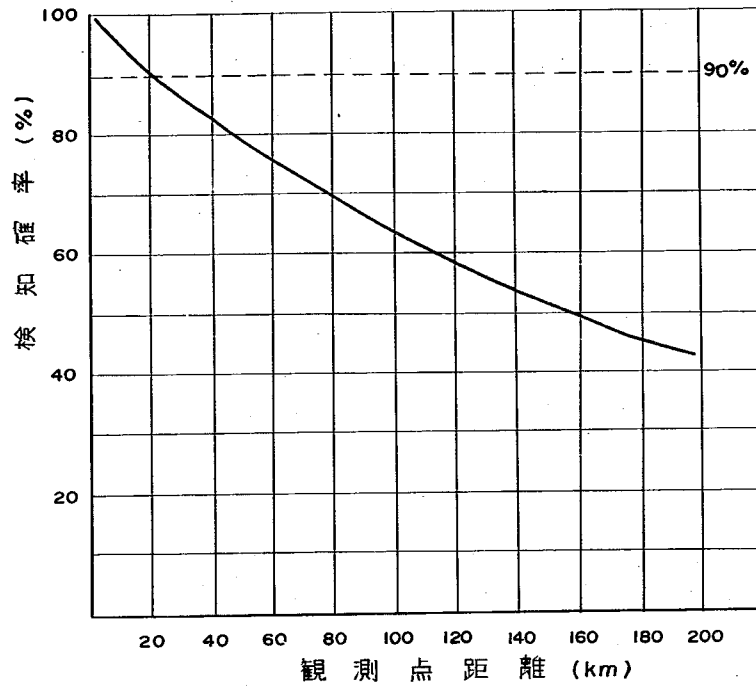


図-2 中規模じょう乱検知確率

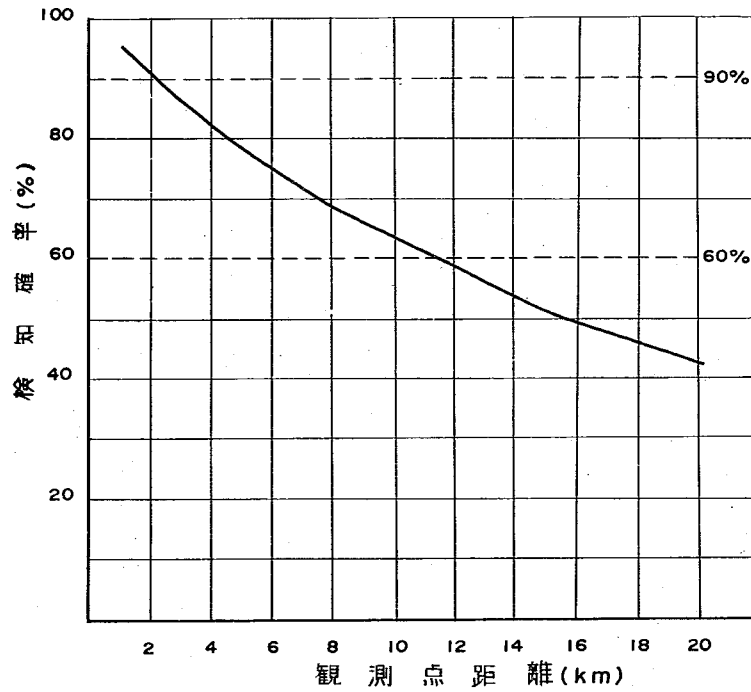


図-3 降雪細胞検知確率

## 2-2 凍結・圧雪

凍結・圧雪を対象とした観測点の配置については、山間部、平地部、海岸部等の気象代表性のある区間毎に配置することと、谷、河川部、日陰部などの凍結危険地点をえらび配置することの2種の考え方があり、これらの条件を合せておよそ5~15km間隔に1ヶ所の割合いで配置された研究例があり、降雪にも支配されるため、これに準拠する。<sup>5) 7)</sup>

## 2-3 降 雨

崩災の検知・予知にはその素因、誘因の把握、前駆現象の監視が有効的な手段と言える。素因については動かないものであり、調査等によってその状況を把握することは比較的容易ではあるが、斜面の固有性が強く各々の斜面ごとに危険度が異なっているため全斜面を計測器でカバーして、その前駆現象を把握することは経済的に困難なものと思われる。そこで最も大きな誘因としての降水量の局所的な分布を把握することに帰するが、ここで重要な点は、この局所的な分布がどのような観測密度によって把握できるかということである。以下に崩災検知・予知のための降水量の観測網についての考え方を述べる。

崩災の局地的、偏在的な発生を究明するための降水量の観測点密度をどれくらいにすれば合理的なのかということとはなかなかむずかしい問題である。一見観測点は多くあればあるほどよいようであるが経済的な面や運用の面から見て不必要に多くあるためムダな経費をついやすことになる場合もある。いずれにせよかなり密に設置された観測網によっても降水量の地域的な分布を知る上では、精度的に真の値ではなく、誤差の程度から実用上の問題にさしつかえない程度に配置することがこの問題の鍵となる。

合理的、実用的な観測点としては、最少の観測点によって、いろいろな種類の降雨に対してもれなく観測でき、且つ地域的な雨量分布の誤差を最少にすれば良いと考えられる。しかし、これを完全に実施することはむずかしい。

たとえば雷雨などは雨域の広さが数km<sup>2</sup>ぐらいのものもあり、これをもれなく捕えるには1~2kmおきぐらいに観測点を配置しなければならないが、台風や低気圧に伴う雨はかなり広範囲に降り、その強さも広い範囲でほぼひとしいような場合もあるから10~50kmに1点でもまにあうこともある。しかしこれらの雨もその降雨機構の違い、すなわち寒暖両気団の不連続面の広さ、傾斜、上昇気流の大きさ、強さ、水蒸気を含み具合又は大気層の垂直方向の安定度等によって雨域の大きさや雨量分布の状態を変える。いいかえれば地上の雨量分布は気象的原因によって支配される。また地上の雨量分布は地形によって変化する。即ち地形的には山の風上、風下、平地と山地、地形収束地点等によって地形性降雨の分布差がしばしば見られる事実である。このように気象的原因と地形の影響がからみ合うので雨量分布はいっそう複雑となるから、観測点の密度はこの雨量分布の複雑さに相応して決定されなければならない。やかましく言えば気象的原因や地形的原因に関する理論より決定されるべきである。しかしながらこれらについて現在十分に解決されていない状

況であり、次のような理論的、あるいは統計的手法によって観測点密度を決定している。

[A] 降雨のスケールに応じた理論的決定法

降雨のいろいろなスケール（雨域）に応じて、雨域がどこかの観測点にひっかかる確率を理論的に求めてこの確率精度から決定する。<sup>16)</sup>（これらについては降雪の観測網の決定に関する項（2-1の解説）で触れているのでその理論的展開は省略する。）

ここで降雨域のスケール（降雨の径）は気象的原因及び地形的原因によりきわめて様々である事は前述のとうりであり、特に後者の原因による影響（スケール）は理論的に究明されていない実状である。図-4は気象的原因による降雨域（擾乱）のスケールを示したものである。<sup>17)</sup>

ここで、国道8号線に於ける崩災の局地的な分布を対象とすれば、雷雨や降雨セル（細胞）等対流性の擾乱による集中豪雨等までのスケールを対象とする必要があり、そのスケールとしては、図-4から半径( $r_0$ )5kmぐらいと考え

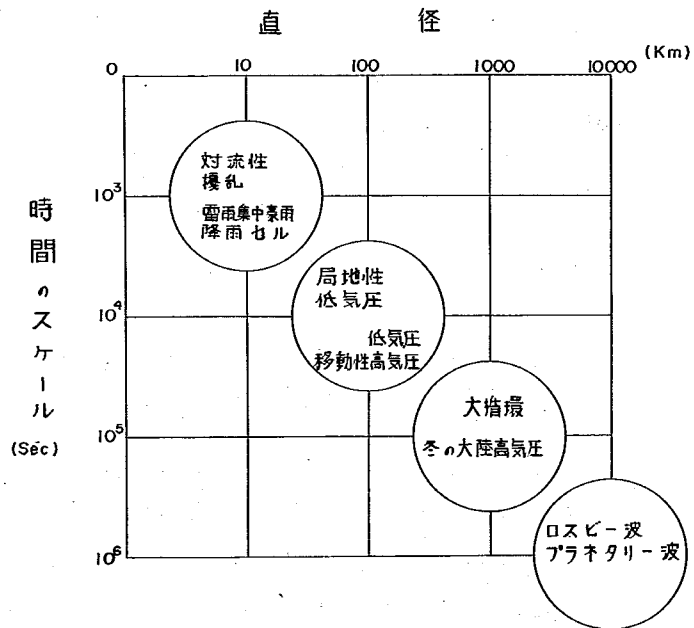


図-4 擾乱のスケール

られる。即ちこの場合の降雨域の観測点にひっかかる確率は、降雪の観測点の項で示したように、

$$\frac{2r_0}{l} (1 - e^{-\frac{l}{2r_0}}) = \frac{5}{l} (1 - e^{-\frac{l}{2 \times 5}})$$

$l$  : 観測点間距離

表-4はこの確率を計算したものであり、図-5はこれを図にしたものである。

観測点間の距離 (Km)	20	15	10	5	4	3	2	1
降雨の検出される確率	0.432	0.518	0.632	0.787	0.824	0.864	0.907	0.952

表-4 降雨の検出確率と観測点間距離

図表から、  
 国道 8 号線  
 に於ける崩 検  
 災を対象と 出  
 しての降雨 確  
 の観測は凡 率  
 そ 2 km 程度  
 の間隔で観  
 測点を配置  
 すれば 90

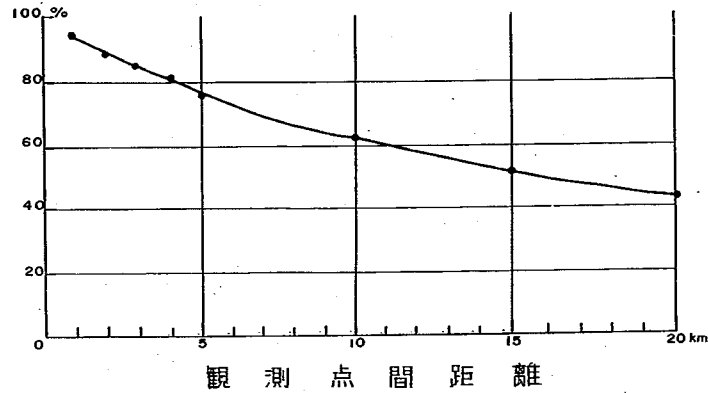


図-5 降雨の検出確率と観測点間距離

%以上の確率で降雨が検出されることが分かる。

(B) 仮に配置した(既設を含む)観測点のデータから統計的に決定する方法

この統計的方法は現在未解決な状況にある降雨量分布の気象的及び地形的原因に関する理論を考慮して、既設の雨量観測点及び仮に設置した雨量観測点の観測データを統計的に評価して最終的な観測点位置(間隔)を決定するものであり、下記のように2通りの方法がある。

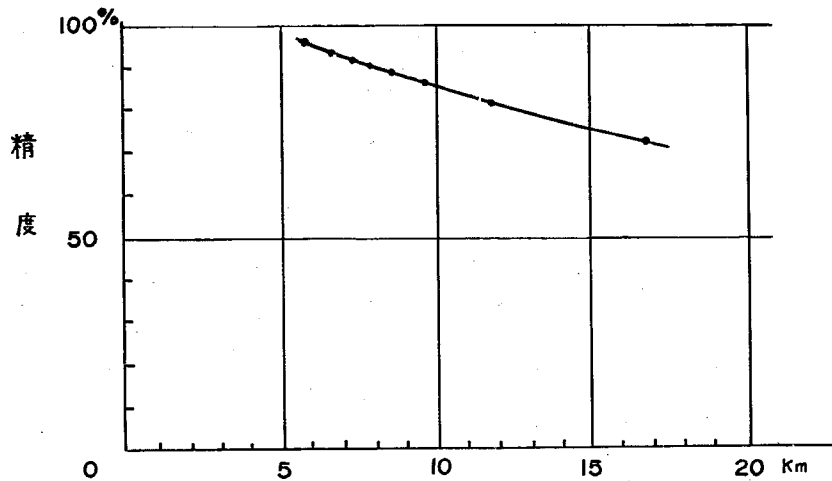
(a) 細密な観測網データから最終観測点位置(間隔)を決定する方法。

できる限り密な観測網は気象的、地形的原因を総合した雨量分布をおさえる事ができると考え、この観測網よりとらえた地域雨量(面積雨量)や地域分布(路線に沿っての変化等)を標準に取り、これと各観測点を減じた時の誤差を地域的に求め、目的にあった誤差内で密度を決めて行くものである。この方法としての密な観測点は既存の観測点を混え、仮に配置したものであっても良い。表-5及び図-6はこのようにして求めた観測点密度と雨量(面積総雨量)の誤差の一例を示したものである。<sup>18)</sup>

観測点密度 (1地点当りの面積 km <sup>2</sup> )	35	40	50	60	70	90	140	280	(ヶ/km <sup>2</sup> )
同 (正方格子と考えた単位 距離 1 km 当りの密度)	5.9	6.3	7.1	7.7	8.4	9.5	11.8	16.7	(ヶ/km)
誤 差	3	5	6	8	10	13	18	25	(%)

表-5 観測点密度と総降水量誤差(茨城県磯原地区)

これらの図表によれば、誤差を 10%以内におさめるためには凡そ 8 km に一箇所(格子状)の観測点を設置することが必要であることを示している。



図一六 観測点密度と総降水量誤差（茨城県磯原地区）

(b) 既設の観測点の雨量分布の標準偏差より決定する方法。

既設（あるいは仮設）の雨量観測データから対象地域内の雨量分布についての標準偏差を求め、標準偏差の大きいところは気象的、あるいは地形的原因の複雑な所、小さな所は単純な所と考え、対象地域の雨量（面積雨量）の誤差を雨量分布の標準偏差と観測点の関数で表わし、目的により誤容される誤差に対応する観測点数を決める方法である。

<sup>19)</sup> 小林によれば起こり得る最大誤差を見積る式として、

平均面積雨量：P

平均面積雨量誤差： $\Delta P$

平均面積雨量標準偏差： $\sigma$

対象とする面積内の雨量観測点の数：N として

$$\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{\text{MAX}} = 3 \left(\frac{\sigma}{P}\right)_{\text{MAX}} \frac{1}{\sqrt{N}} \times 100 (\%)$$

という式を導入している。この式は対象地域（流域）に特有な定数をもとに求められているもので、他の地域に当てはまるかの検討が必要とされているが、いずれにせよ対象地域の雨量データがそろえば観測点密度及び誤差を見積る目安とはなる。



### 3. 道路気象情報システムの展開方法とその効果

道路気象災害の原因としては種々あるが、ここでは、降積雪、凍結、丘雪、崩（土砂崩災）の情報システムについて、①これらの障害に関する現状の情報管理の問題点、②展開方法、③その効果について述べる。

#### 3-1 降積雪の検知・予知

##### 1) 現状と問題点

- ① 既述の通り現在の降積雪の観測はシノプテックスケールで把握されており、道路管理上観測点密度、観測頻度の両面から粗すぎて不十分である。
- ② 降積雪の予知を目的として必要とされる降雪の短時間変化、気温、風等の関連気象要素の観測項目が不足している。
- ③ 降積雪の観測データの収集がほとんど人手による電話通報やパトロール通報に限られており、その時間的同時性、速報性に欠けている。

##### 2) システムの展開方法

###### (1) 情報の計測収集体制

- ① 道路に沿っての局地的な降積雪分布を支配する降雪の擾乱規模に対応して少なくともこれらを検知・予知するため観測密度として空間的には20kmメッシュに1ヶ所程度で、且つ擾乱の移動する風上方向に展開した観測点の配置で、時間的には連続的な観測を行なう。
- ② 降積雪の局地的な分布を支配する降雪の擾乱の推移、移動を把握する要素として最少限必要とされる。

降 雪 量	}	の各要素の連続観測を上記観測点で実施する。
気 温		
風 向 風 速		

- ③ 上記各気象要素について、テレメータによって時々刻々データを集中管理する。

###### (2) データの処理方法

- ① 降雪のメカニズムに基づいて、気圧配置等のシノプティックな気象状況をパラメータとして降積雪の局地的な分布をパターン分析する事により、路線に沿っての降積雪分布の予知のワークシートを完成する。
- ② 降雪の擾乱の移動と降積雪の分布に関して、その移動に応じた時間空間変換解析を行ない、短時間の降雪予知を行なう。

この場合には、レーダ(福井県東尋坊、新潟県弥彦山)情報も有効な情報となる。

- ③ 展開したメソスケールでの降積雪データについて、同時に得られる気温、風のデータ及び気圧配置、上層風、上層寒気、等圧面高度等のシノプティックデータ

など及び地形的効果までを含めた相関分析を行なうことが可能となり、これらにより路線に沿った各地域での降積雪分布の予知式(重相関回帰式)を完成する。

### 3) 効 果

#### (1) 短 期 的(検知)

- ① 路線にそっての局地的な降雪分布の現況が時々刻々入手され、これらが一括して表示・警報されるので、これらによって除雪車の運用(出動区間、所要台数)が効果的にできる。
- ② 降雪の計測・通報が省力化され、且つデータとしての確度(精度・同時性)が増す。(モニター・パトロール員等による昼夜の連続監視、通報業務の精神的、肉体的負担の開放及び確度の増大)
- ③ チェーン携行、装着等ドライバーへの情報の通達、指令が効果的に実施できる。

#### (2) 長 期 的(予知)

- ① 路線に沿っての降積雪予知が数時間前に可能となり、これらと現況の変化によって事前の除雪体制(出動準備)の確保と出動(待機)の決定が効果的に実施できる。
- ② 作動させてから効果があるまで時間的な遅れを伴うロードヒーター等の融雪の自動処理装置等についてあらかじめこれらを考慮した運転が可能となる。

## 3-2 凍結・圧雪の検知・予知

### 1) 現状と問題点

- (1) 凍結や圧雪そのものの分布や頻度についての把握は多少得られているものの、その発生、消滅及び性状についての物理的、気象的な要因(路面水分、気温、路面温度等)との関連についての観測がほとんど皆無であり、凍結や圧雪の発生の可能性に対応した時間的な体制や対策の確保が難しい。

⇒ 凍結や圧雪の発生に関する物理的な観測の欠除

- (2) 凍結や圧雪の発生と消滅及び性状に関して、線として広がる道路区間についての地域的(地形を含む)、道路構造的な差異が把握されておらず、対策地域、地点が不合理な場合がある。

⇒ 地域的な発生分布の未把握

### 2) システムの展開方法

#### (1) 情報の計測収集体制

- ① 凍結及び圧雪の発生・消滅及び性状に関連する主な気象要素(降雪、路面水分、気温、路温等)の観測を実施する。これによって検知・予知方法を確立する。
- ② 路線にそっての地域的、道路構造的な差異を含んだ観測点を選定・配置する。

#### (2) データの処理方法

- ① 路面上の水分の検出を基本として各物理要素による路面上の熱収支分析による凍結の検知・予知の実施。
- ② 路面上の水分の検出を基本として、路温の時間変化を周期関数として凍結の発生を予知する。(調和解析)
- ③ 凍結や圧雪に関連する各気象要素と、これらの発生についての関係を、多角的に統計解析して予知式を完成させる。(多重相関回帰分析)
- ④ 凍結や圧雪に関連する各気象要素によって作られる各判別条件の組合せにより検知・予知を実施する。(多元格子判別)

### 3) 効 果

#### (1) 短 期 的

- ① 路線にそっての凍結や圧雪の発生分布要因の把握により、この処理を系統的に実施できる。
- ② 凍結・圧雪の発生の危険性がある程度事前に把握できるため予防対策の実施が可能となる。
- ③ ドライバーに対してチェーンの携行、装着及び走行の注意を伝達、指示できる。

#### (2) 長 期 的

- ① 凍結及び圧雪の予知によって、これらに対する事前処理(薬剤処理、融雪氷処理)が可能となる。
- ② 特に危険な地点についての処置施設(ロードヒーティング等)の設置や道路構造改善を実施するための有効な資料が得られる。

### 3-3 崩災(土砂崩災)の検知・予知

#### 1) 現状と問題点

- (1) 地質や斜面勾配、風化の状況等のいわゆる素因についての分析、検討はある程度知られているが、最も大きな誘因としての降水量の局所的な分布変化についての連続監視把握がなされておらず、警戒体制やパトロール等の対策が有効的に行なわれていない。

⇒ 警戒体制やパトロールの効果的な実施のための局所的な降水量の連続観測の欠除

- (2) 土砂崩災発生の前駆現象(傾斜、歪、伸縮等)の常時監視が有効であると考えられるが、地形的にこれらの設置が困難である所が多い。
- (3) 降水量の局所的な情報について時々刻々の入手がなされておらず、ほとんどの場合、崩災発生後の説明データとなる程度である。

⇒ 情報入手の遅延

#### 2) システムの展開方法

(1) 情報の計測・収集体制

- ① 局所的な降水量分布の連続観測網の配置。
- ② テレメータによって時々刻々の降水量分布の変化を把握し、これらのデータ処理を一括して行なう。
- ③ 可能な地点については実際の前駆的な動きについて測定する機器を将来追加設置する。

(2) データ処理方法

- ① 時々刻々の降水量のデータについて、単位時間雨量、積算雨量、有効雨量等を算出し、これに基づいた警戒体制、パトロール等の基準方法を確立する。(相関分析)

3) 効 果

(1) 短 期 的

- ① 局所的な降水量の分布、強度(単位時間雨量)の時間変化を刻々と一括把握でき、これらによる警戒、パトロールをある程度効果的に実施できると共に、将来の予知に必要な情報の収集が省力的に行なえる。

(2) 長 期 的

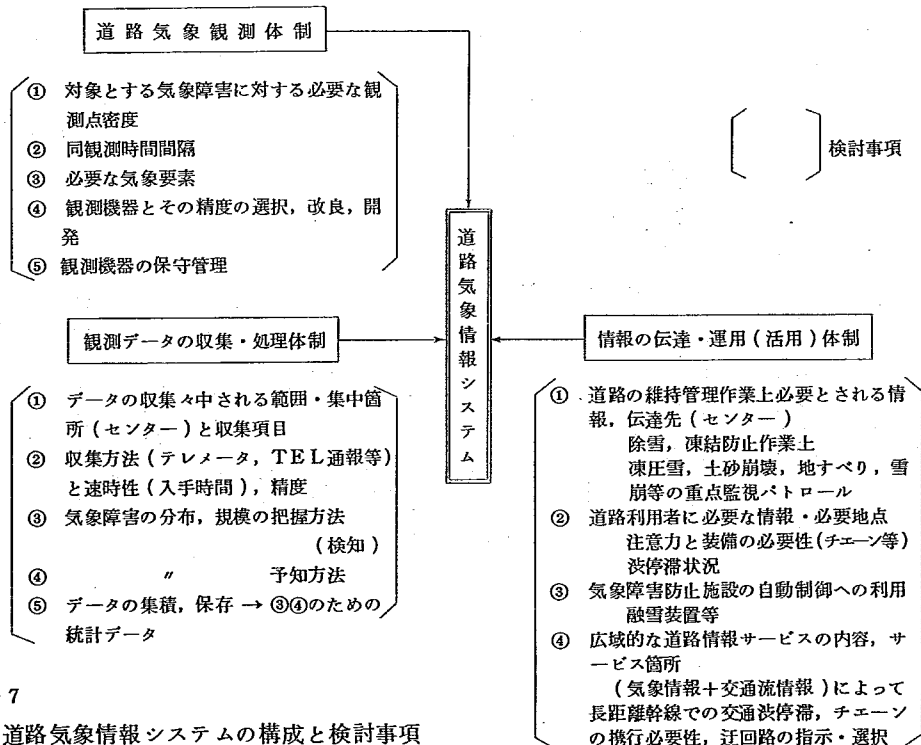
- ① 刻々の局所的な降水量分布の諸データ(統計量)により警戒、警報等の基準が完成し、これらに基づいた警戒体制、パトロール実施、ドライバーへの通行止・迂回指示等の伝達が効果的にできるようになる。

## 4. 道路気象情報システムの計画

### 4-1 展 望

北海道、東北、北陸の各地方の道路は、冬期11月下旬から4月上旬の期間、雪と低温がもたらす苛酷な気象条件下にさらされる。しかし、道路交通の確保は、産業の発展、住民生活の維持向上にとって不可欠の要件であり、人々の活動を支える大きな力となってきている。過去において、積雪寒冷地における生活と、経済活動が冬眠状態にあったことは否めないが、最近では、冬期においても夏と同程度の活動が行なわれるようになった。

これに即応して、道路の除雪延長は逐次増加し、除雪密度の増加、除雪スピードの向上など除雪能力の増大、市街部における排雪等、完全除雪体制の強化と雪寒対策の質的向上に力点が置かれるようになってきている。道路気象情報システムはこうした背景から、道路交通における雪氷等、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、図一7および図一8に示したように、道路気象現象の観測体制から、観測データの収集と処理体制、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、道路の維持管理者サイドと道路利用者サイドの両面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にあたっては、システムを構成する観測、データ収集処理、情報の伝達運用の3つの体制の有機的な結合を計る必要があり、このためには図一7の〔 〕に示したような諸点の検討が必要となる。



図一7

道路気象情報システムの構成と検討事項

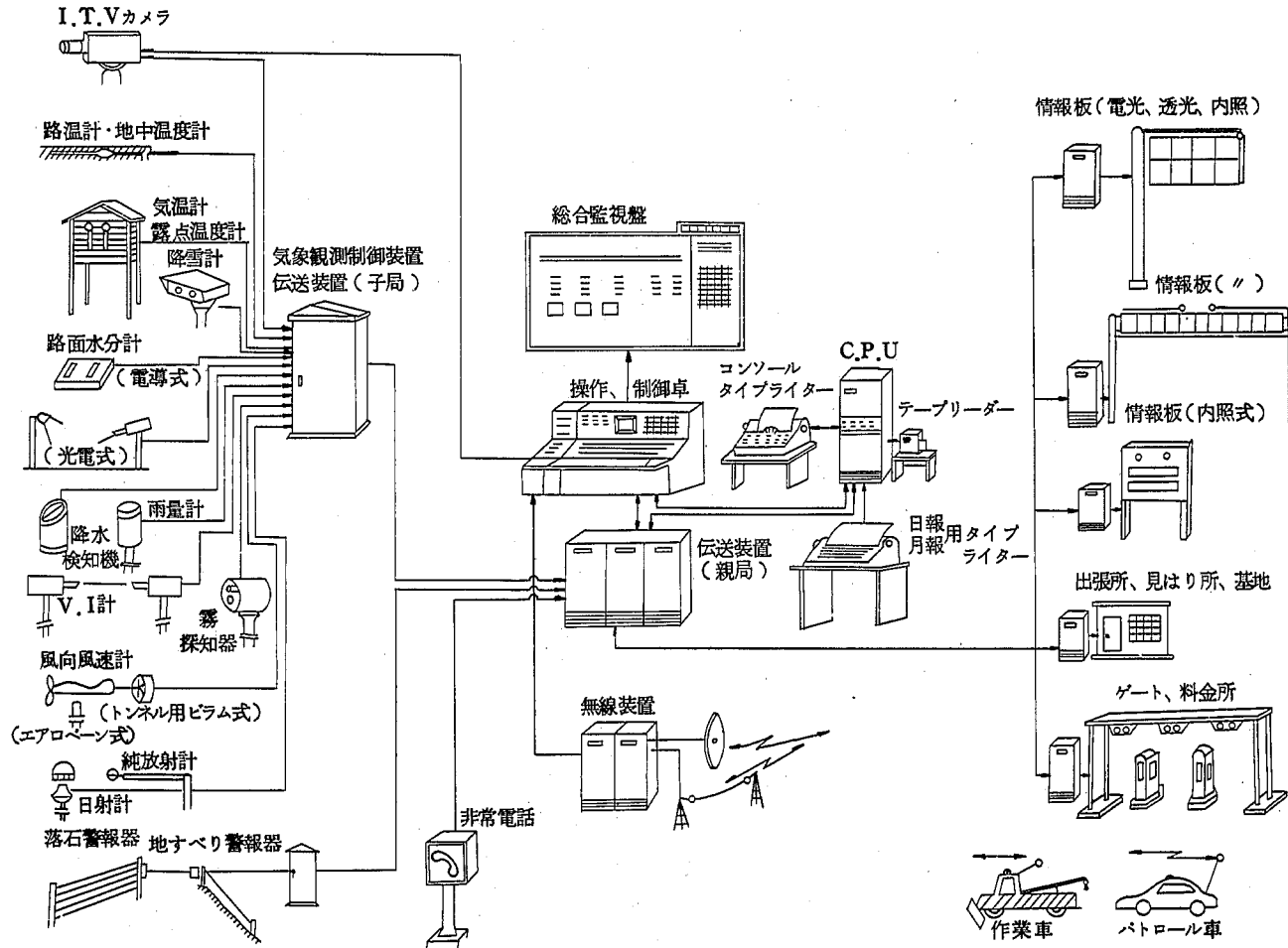


図 - 8 道路気象情報システムの機器構成

しかし、現段階ではこれらの諸点について全て検討あるいは結論づけられているとは限らず、また、これらの諸点については少なくとも実験的な第一ステップを経て検討されるべき点が多い。このような状況を考慮し、これに対処する情報管理の対象と範囲は次のような構想で進めていくことが考えられる。(図-9参照)

- 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あ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。

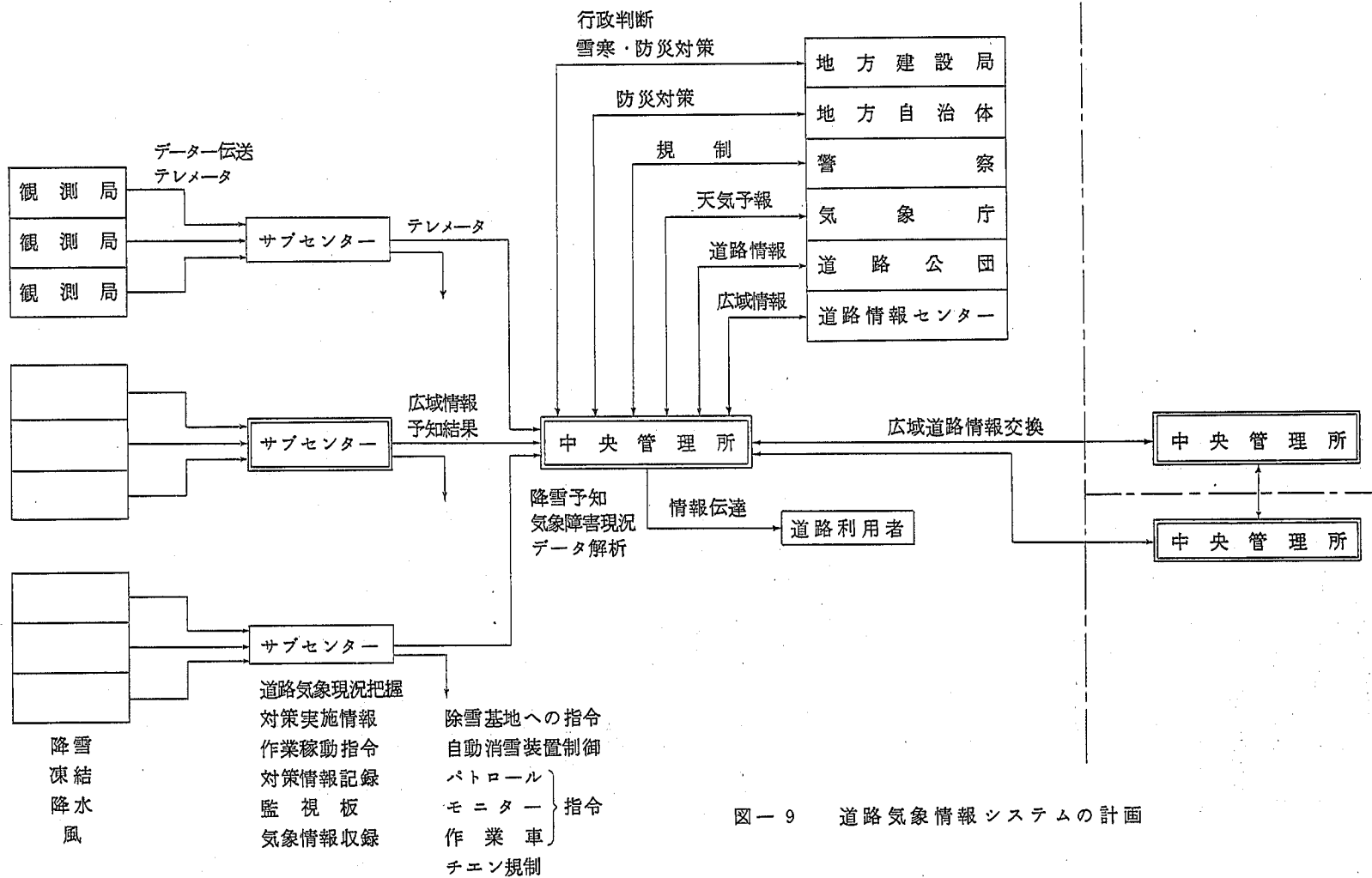


図-9 道路気象情報システムの計画



## 4-2 実用化開発計画（第一次計画）

第一次計画としては、図-7で示した道路気象情報システムを構成する3つの体制のうち、道路気象観測体制の確立を第一次目標とし、その範囲を図-9に示したトータルシステムの1つの構成単位であるサブセンターまでとしてモデル的に展開するものとした。

モデルの展開方法としては前項で述べた気象観測網や気象観測機器、検知・予知法等、現在既にある手法や精度の確立している事柄を基本とした。一方、対象地区としては国道18号線（直江津～妙高々原間）と国道8号線（玉の木～直江津間）の上越地区に設定し、雪寒対策、防災対策の情報として必要な最少限の道路気象データをもとにした降雪予知、凍結・圧雪予知、崩災防止にかかる降水量の変動などの方式を検討することにある。

また、この一次計画では、データ収集、対策面へのアプローチと現況把握とが可能なシステムの範囲を選定した。

### 4-2-1 実験システムの構成

道路気象情報システムの構成は図-10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-6参照）、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-10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、凍結及び圧雪のそれには（凍）を、崩災のそれには（崩）をそれぞれの項目の後に付けてある。

#### 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

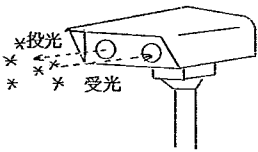
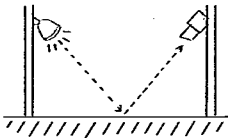
##### (5) 記録計盤

トレンドレコーダ

##### (6) データ処理装置



表-6 気象観測機器(その1)

機 器 名	測定原理・方法	特 徴 ・ 摘 要	主 な 仕 様
降 雪 計	<p>投光部より赤外バンドの変調光を照射し、空間中の雪粒子の密度に応じた後方散乱光を受けて、降雪量(瞬時強度)を求めるもの。出力を積分すれば時間当りの降雪量に応じた出力を得ることができる。</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>風などによる捕捉率の変化が少ない</li> <li>雪ばかりでなく濃霧にも出力が出るため、降雪期に霧がよく発現する所では降水検知器などと併用して区別することが必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検出方式 後方散乱光検出方式</li> <li>発光方式 連続光変調方式</li> <li>電 源 AC100V±10V 50/60Hz</li> <li>波長帯域 赤外線</li> <li>投光部光源 タングステンランプ</li> <li>出 力 0~10mV (記録計用) 0~3V (テレメーター用)</li> </ul>
降 水 量 計 (雨量計)	<p>2.0cmφの受水マスに入った雨又は雪(ヒータでとかず)を水量として0.5mm毎に測定するもの</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風による捕捉率が劣化する</li> <li>雪の場合には雪の蒸発(小雪の場合)融雪遅れ(多雪の場合)が伴なう。</li> <li>雨と雪の区別が必要な時には気温計等の併用が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>形 式 ヒータ付転倒マス型</li> <li>受水口径 2.0cm</li> <li>1回転倒量 0.5mm</li> <li>電 源 AC100V 50/60Hz</li> <li>使用電力 マイカヒータ120W 電熱ヒータ250W</li> </ul>
路面水分計	<p>投光部によって投射する光の路面での反射光量により路面上の水分状態と乾燥状態とを区別するもの</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>投光部光源 水銀ランプ AC100V300W</li> <li>投光部ケース 防滴型</li> <li>受光素子 シリコンフォトダイオード</li> <li>受光レンズ <math>f=100\text{mm}</math> 口径100mm</li> </ul>

気象観測機器（その2）

機器名	測定原理・方法	特徴・摘要	主な仕様
路温計	路面（保守上 - 1 cm 標準）に埋設した白金測温抵抗体により測定	◦凍結の検知・確認に有効	◦感温素子 白金抵抗体 100Ω at 0℃ ◦測温範囲 -20℃～40℃ 標準 ◦最大許容温度 200℃ ◦導線型式 3線式 ◦規格電流 10～20mA
気温計	地上 1.5 m（標準）の 高さで百葉箱中で測定	◦凍結・圧雪の検知解消 予知に有効	◦仕様は上記の路温計に準ず る。
※ 風向風速計	エアロベーン方式で風 速は交流発電、風速はセ ルシンモータ式で測定	◦顕熱及び潜熱の輸送量 の測定に有効	◦型 式 プロペラ式風向 風速計 ◦測定範囲 風向 0～360° 風速 2～60m/s ◦精 度 風向 ±5° 風速 ±5%
※ 地中温度計	路面下（5、10、20 50cm……等）に埋設し た白金測温抵抗体で測定	◦地中熱流の検討に有効	◦仕様は路温計に準ずる。
※ 純放射計	上空（天空）からと下 方（地面）からの熱流 （放射量）の収支を測定	◦熱収支の検討に有効	◦型 式 リボンサーモパ イル方式 ◦受感部 コンスタント ン熱電素子 ◦電 源 AC100V 50/60Hz ◦出 力 20 <sup>mV</sup> / <sub>dimin</sub> <sup>-1</sup>

※ 予知を目的とした総合分析に必要

コンピュータ、タイプライター（入出力用、作表用）、入出力制御装置、予測値表示装置、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。

### 4-2-2 年次計画(第一次計画)

この計画は、国道18号線を主対象とした降雪の検知、予知、および圧雪、凍結の検知、予知、国道8号線(直江津~玉の木)の崩災防止にかかる降雨の検知、予知を行なおうとするもので、次の2ヶ年として策定した。

- |      |       |                                 |       |                                     |
|------|-------|---------------------------------|-------|-------------------------------------|
| 1 年次 | ..... | 道路気象観測装置の設置                     | ..... | 各種データの収集、データの解析                     |
| 2 年次 | ..... | テレメータ、データ処理装置(CPU等)監視盤、記録盤、等の設置 | ..... | 中央データ処理、監視、対策面へのアプローチ、警報、表示、および予知計算 |

すなわち、1年次については、各観測子局として、降雪、凍結対策用として8局、雨対策用として7局を設置し、現地記録としてデータの収集をはかるとともに、降雪、凍結の検知、予知手法にもとづく解析を別途実施する。

2年次は、観測子局の全要素をリアルタイムにサブセンターの監視室(高田工事事務所または新潟試験所)へデータ伝送するための伝送装置、このデータを処理し、必要な事項の日報、月報作成と、予知計算を行なうためのデータ処理装置、雪寒対策および崩災対策の判断基準を得る総合監視盤、記録計盤を設置し、道路気象情報システムとして完成し実用化へはいる。

なお、道路気象情報システムの予算概要は表-7に示す。

表-7 道路気象情報システムの予算計画(第一次計画)

道路気象情報システム機器名		単 価(千円)	数 量	金 額(千円)	備 考		
一 年 次	降水量計	発信器、制御部、設置ポール等含	250	9台	2,250	雨量9局簡易型 7局は2重架が入る大型 9局電源パネル他	
	降雪計	本体、制御部、設置ポール等含	4,000	7	28,000		
	気温計	検出部、変換部、増巾部、百葉箱含	340	9	3,060		
	路面温度計	検出部、変換増巾部、埋設セット含	300	9	2,700		
	風向風速計	発信器、変換増巾部、平均化装置、ポール	864	7	6,048		
	路面水分計	本体、制御部、判別部、設置ポール	2,750	4	11,000		
	地中温度計	検出部、変換増巾部、埋設セット含	300	1	300		
	純放射計	検出部、変換増巾部、ポール含	560	1	560		
	屋外収容筐体	2種筐体、耐雪耐候構造		1式	1,3650		
	電源制御部、記録部	電源スイッチパネル、コネクタパネル、モニタ部等	子局数、内容で異なる	1式	10,450		
予備保用品				1,300			
現地調整費運送梱包費ほか				3,100			
1年次計				82,418			
二 年 次	テレメータ装置(子局)アナログ簡易型	屋外筐体含まず	1,320	9局	11,880	9局分 高田局は直送	
	テレメータ装置(親局) //	屋内収容ラック含		1式	10,890		
	テレメータ装置(子局)デジタル型	屋外筐体含まず	3,150	6局	18,900		
	テレメータ装置(親局) //	屋内収容筐体含		1式	14,700		
	監視盤	グラフィック板、指示計、警報器、リレー回路、気象表示、ランプ表示、時計装置、電源部等		1式	13,200		
	データ処理装置CPU(12K語)等	入出力タイプライター、出力タイプライター-2、予測値表示、時計、入出力制御装置、ソフトウェア等		1式	(25,000)		CPU12KW 5,000千円 入出力タイプ 1,600 出力タイプ 2,000 予測表示 2,000 時計装置 400 入出力制御 5,000 ソフトウェア 6,000 その他 1,000
	予備品保用品				1,500		
運送梱包費		250	2台	500			
現地総合調整費ほか				3,920			
2年次合計				75,490	データ処理装置除く		
総 計				157,908	データ処理装置を含めば 182,908		

註) 基礎工事、設置工事、電源工事等工事費は一切含まれていない。

## 5 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、この情報システムの役割と観測の精度等に関する経済効果については、現在引続き検討中である。

おわりにこのシステムの開発計画の作成に当ってシャープ株式会社情報処理事業部の高田氏、重野氏、佐野氏の御協力を得たことをここに付記する。

## 参 考 文 献

- |                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| (1) 今井 勇        | : 自動車交通と生活環境 交通工学№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) 日本道路公団金沢建設局 | : 北陸道道路気象調査、1973・3                |
| (8) 日本道路公団名古屋支社 | : 中央道小牧・小淵沢間道路気象調査、1972・3         |
| (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）<br>1971・3 |
| (11) 日本道路公団東京支社 | : 東北道岩槻～白河道路気象調査、1972・3           |
| (12) 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       |

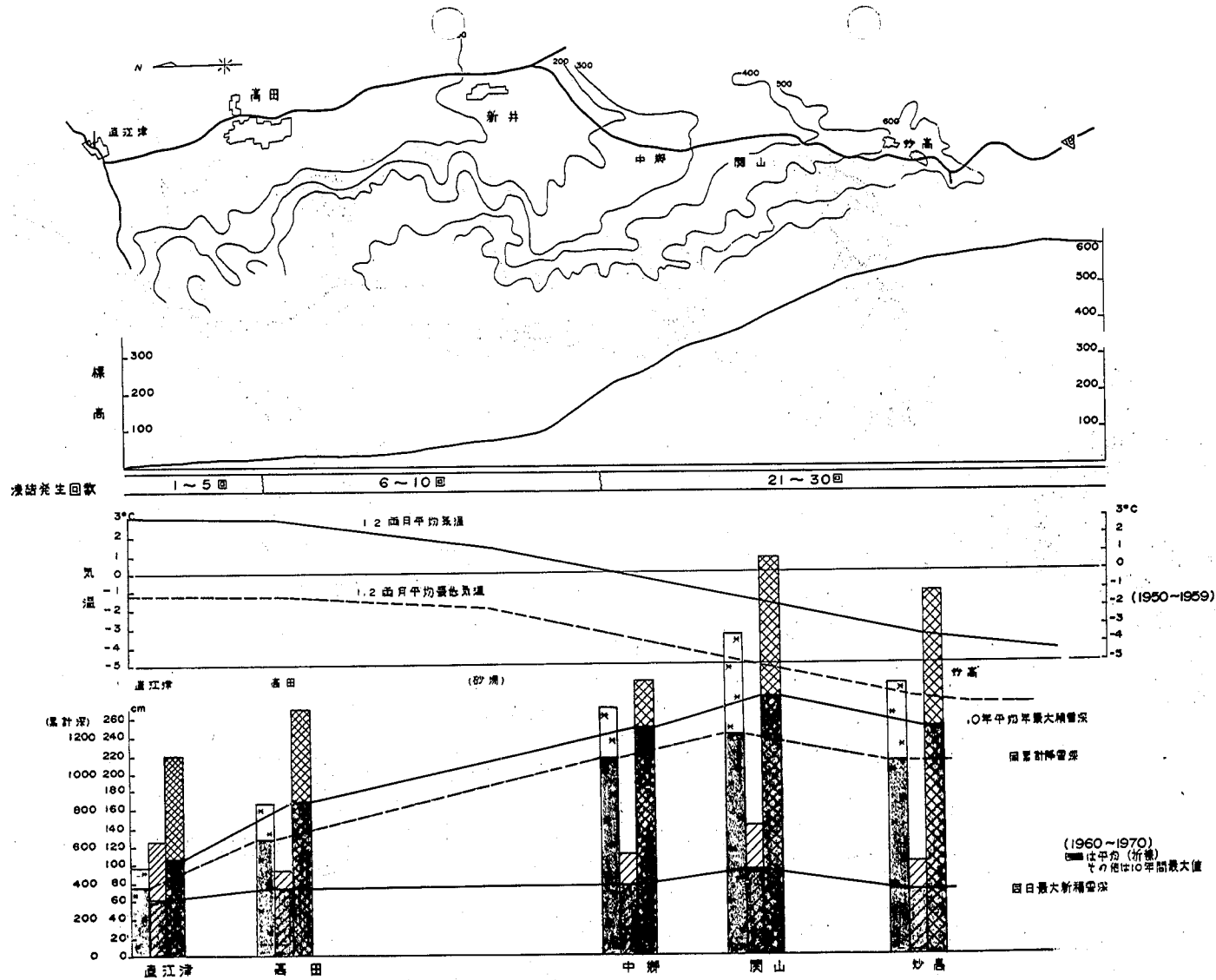
- 03 防災ハンドブック編集委員会 : 防災ハンドブック(技報堂)、1964
- 04 松本 誠一 : 北陸豪雪の総観モデル: 気象庁技術報告第66号、1968
- 05 瀬下 慶長 : 降雪細胞 : " 、1968
- 06 高橋 浩一郎 : 気象統計 地人書館、1961
- 07 気象庁他 : 測候時候、1962
- 08 中央气象台 : 「磯原地区雨量調査」「国土調査雨量標本調査」、1952
- 09 小林 勉 : 只見川上流域水文気象調査報告、1959

### 参 考 資 料 (北陸地建資料による)

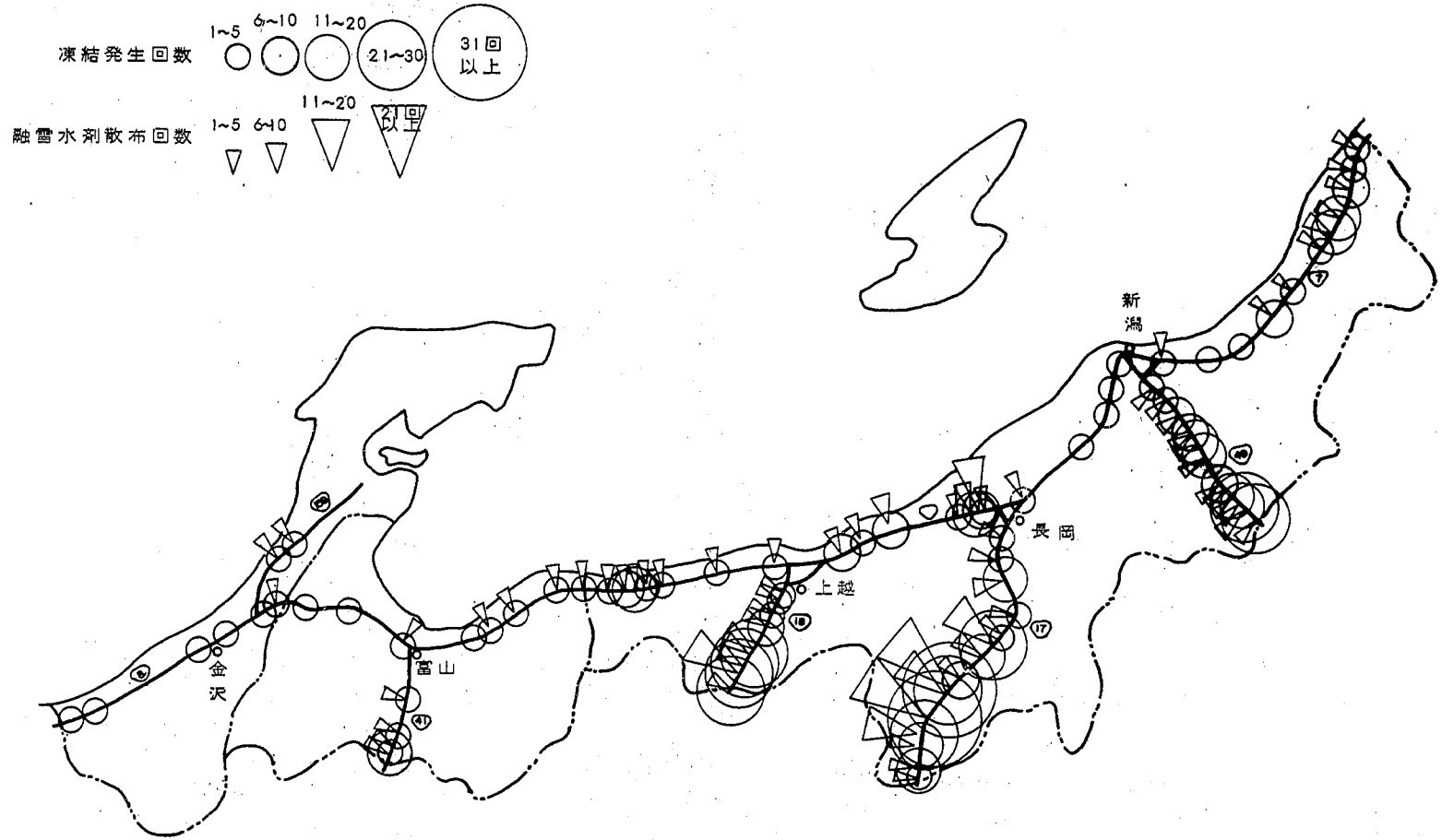
- 附図-1 : 国道18号線の凍結、圧雪と環境
- 附図-2 : 北陸地方の凍結発生回数と融雪水消散回数
- 附表-1 : 路線別凍結実態表



附図-1 国道18号線の凍結、圧雪と環境



附図-2 北越地方の凍結発生回数と融雪氷剂散布回数



附表-1 路線別凍結状態表

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		
	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500~2000mで発生箇所は山地部に集中している。平地部は100~300m程度	%	%	%	%	%	%	%	%	
	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、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2000mの凍結が10回発生した。	0	100	7	30	63	64	36		
	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凍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、50~15000mの範囲で発生経路、質ともに複雑である。	90	10	66	14	20	67	33		
	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	 に同じ	山地部平地部并全線に亘る場合が年間7回あった。 8000~15000m凍結の規模が大きい	8	92	0	30	70	33	67		
	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。	 に似ている規模である。	0	100	38	0	62	83	17		