

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第1884号
マイクロフィルム 第 号

国道17号の気象特性調査

—三国～小出間の約67km区間—

昭和57年11月

建設省土木研究所

まえがき

積雪、寒冷地の冬期間交通は道路表面に発生する凍結・圧雪現象によって危険性が著しく高まっている。現在、これらの障害を防止する方法としては機械による圧雪の除去、薬剤散布、あるいは路面状態によって交通規制等が行われているが異常気象時（降雪、寒冷時等）には管理体制の出遅れ、ドライバーの無謀運転等によって発生する事故等により、除雪作業が妨げられ数時間の交通止が余儀なくされる場合が多い。これは、ドライバーの積雪、寒冷地での走行方法に対する認識不足もあるが、管理区間内の路面状態等が的確に把握されていないことも大きな原因と言えよう。

本調査は、このような状況から国道17号三国～小出の約67 km区間の気象特性調査、つまり、凍結・圧雪の発生等に大きく左右する気温、路面温度、日射等の気象因子から線としての特異性のある地域、あるいは地域間の関連性等から、

- (1) 凍結・圧雪の発生しやすい区間（地点）
- (2) 有効的な気象機器（気温、路面温度）の設置点
- (3) 温度の線的検知手法の開発（少ない気象観測点から入手される情報を基に路線全体の温度を推定する）

等を解明し、冬期間道路管理の合理的かつ経済的な運用を図ることを目的とし、北陸地方建設局長岡国道工事々務所の依頼により昭和51年度から三国～塩沢区間、昭和53年度から塩沢～小出区間についてそれぞれ実施したものであり、本稿では、その結果をとりまとめたものである。なお、各年度別の成果は文献-1を参照されたい。

新潟試験所 主任研究員 下 村 忠 一
研 究 員 石 平 貞 夫
松 野 敏 行

国道17号気象特性調査(三国～小出区間)

目 次

1. 調査目的	1
2. 調査路線の概要	1
2.1 交通状況	4
2.2 気象状況	5
3. 調査方法	6
4. 調査結果の概要	6
4.1 路面温度特性	7
4.2 気温特性	13
4.3 日射特性	13
5. 解析結果および考察	14
5.1 路面温度から見た凍結・圧雪発生の危険性	14
5.2 機器設置の代表性	25
5.2.1 計算による有効的な機器の設置点	26
5.3 温度の線的検知	29
5.3.1 解析方法および結果	29
5.3.2 外部データによる検証	34
6. 移動観測結果のまとめおよび問題点	39
7. 凍結・圧雪予測への展開	40
あ と が き	45
参 考 文 献	45

(資料編)

資料編の目次および資料の説明	47
§ 1 塩沢～三国区間の移動観測結果の一例	48
§ 2 塩沢～小出区間の移動観測結果の一例	64

1 調査目的

道路気象災害は数多くあるが中でも降雪、寒冷時に発生する凍結・圧雪現象は冬期間交通の安全確保上、非常に大きな障害となっている。

現在、これらの道路を管理する方法としては、機械除雪、薬剤散布、融雪等の方法、あるいはチェーンの義務付け、速度規制等の処置が講じられているが異常降雪、寒波、ドライバーの無謀運転等によって凍・圧雪路面でのスリップ・発進不能、事故・交通渋滞・停滞が各所で数多く発生し数日間の交通止等の情報をしばしば見聞する。

その原因としては、いろいろあるが、線的な気象、路面状況等の情報が的確に把握されていないために、十分な管理が行なわれ得ないことが最も大きな原因と言えよう。したがって、路面の凍結・圧雪状況あるいは気象要因（気温、路温、降雪、日射、風向風速等）、交通状況等の情報をリアルタイムに収集できれば管理面でも早期処置、対策を行うことができると共に数時間前の災害予測も可能となり合理的かつ経済的な道路管理が可能となろう。

凍結・圧雪の発生要因としては気温、日射、風、雨、雪、交通量等が主なものである。一方、これらの要因を左右するものとして、大体的には、気圧配置、雲の流れ等が考えられるが、道路、すなわち線としてとらえた場合、その地形的要素、あるいは標高等が大きな影響を与えている。たとえば平地部と山間部とでは、凍・圧雪の発生形態が異なるとか、日影部、風通しの良い部分等では他の場所に比べ凍結時間が早く、さらに長いことなどが通例である。したがって、管理体制の充実化、あるいは予測システムを展開するに当たっては、これらの特異性のある地形上での気象特性を十分把握すると共に線的な関連性も究明することが必要となろう。

本調査は、これらの点を考慮し、国道17号（三国～小出の約67km区間）の日射、気温および路面温度から線的な関連性等を究明し、雪寒対策としての基礎資料を得るとともに、合理的な検知機器の設置場所の検討、路線全体の温度の推定方法の検討を行うことを目的とし、実施したものである。

2 調査路線の概要

調査の対象となった国道17号の新潟、群馬県境の三国トンネルから小出町の約67km区間の標高等の状況を図-1(a、b)に示したが、この区間、特に三国トンネル～塩沢区間は17号で最も積雪量が多く、標高差も780m程度ある代表的な山岳道路のため雪崩の多発地域としても有名な路線である。一方、塩沢～小出区間は起伏が少なく（標高差約150m）平地部に設けられた

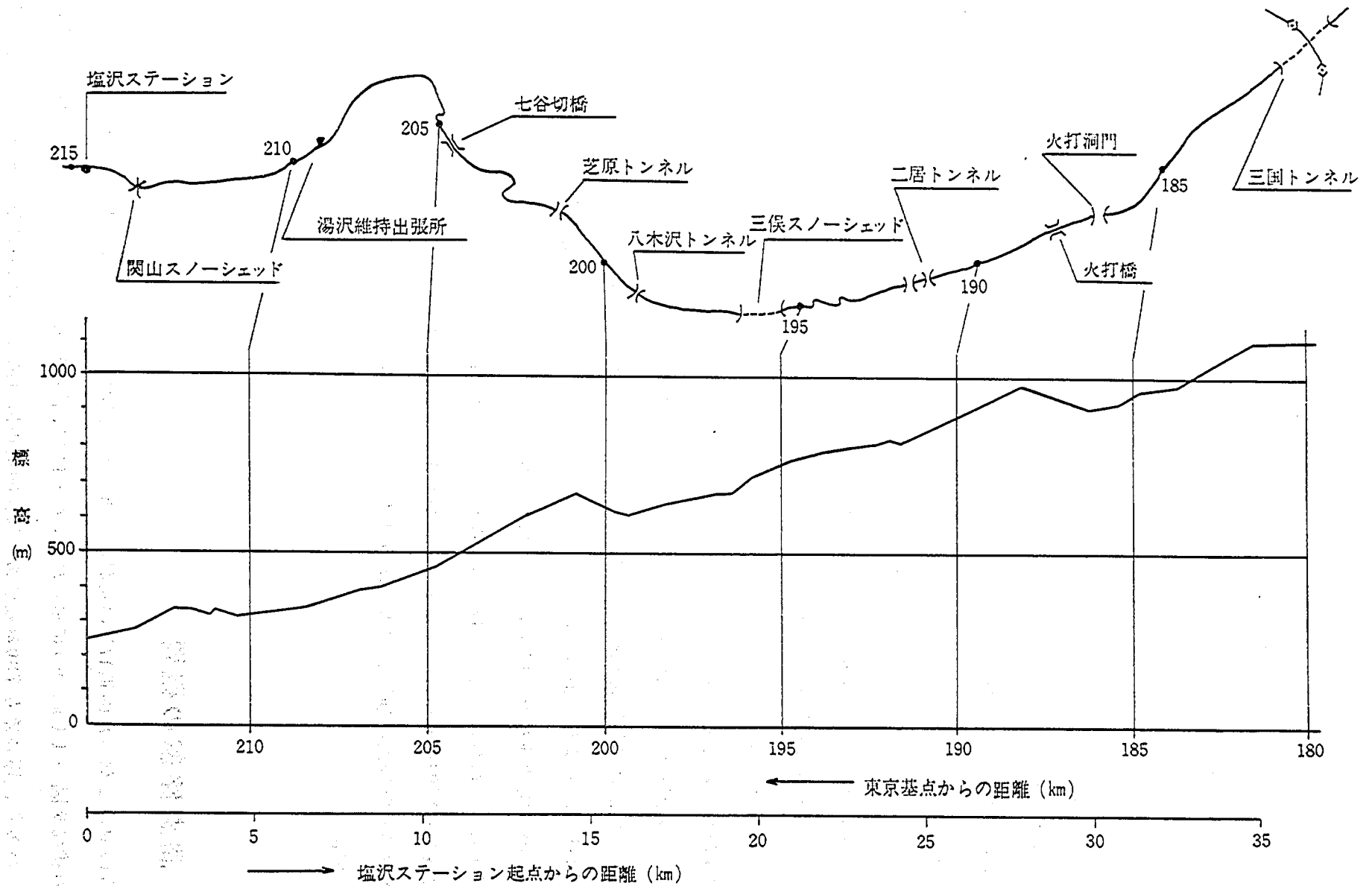


図-1(a) 地形の概要(塩沢~三國区間)

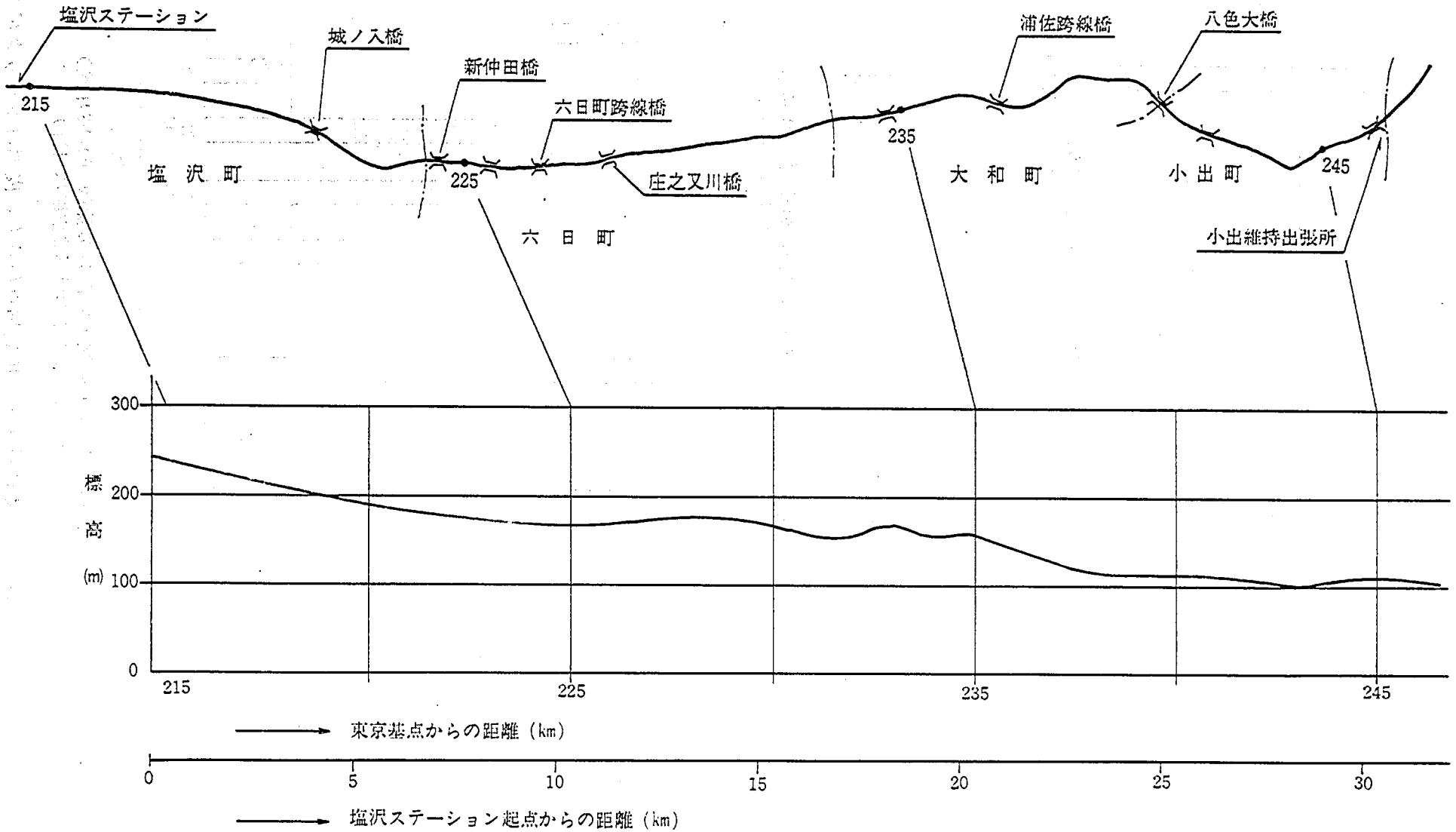


図-1(b) 地形の概要(塩沢~小出区間)

地形的にも変化の少ない地域であるが、気象面から見ると年間最高積雪深が290cm前後と多いことや冬期間の65%以上の日が冬日となっていることなどから寒気の厳しい地域でもある。また、この路線は東京方面と新潟等の日本海側とを結ぶ重要な路線でもあり、冬期間の交通量は非常に多い。

以下、この路線の交通状況および気象概要について述べる。

2.1 交通状況

図-2、3、4は、調査区間内の新潟県南魚沼郡六日町における冬期間の交通状況を示したものである。この路線では、図-2に示したように1・2月の交通量はやや低下するが、冬期間の平均で14,800台/日前後となっている。また、夏期(5~10月)と冬期(11~4月)の交通量の差は、図-3に示すように冬期間がやや減少している。一

方、車種別交通量については、図-4に示すように貨物車が多く、夜間はトラックが主体となっている。このことから重要な輸送路線であることがわかる。

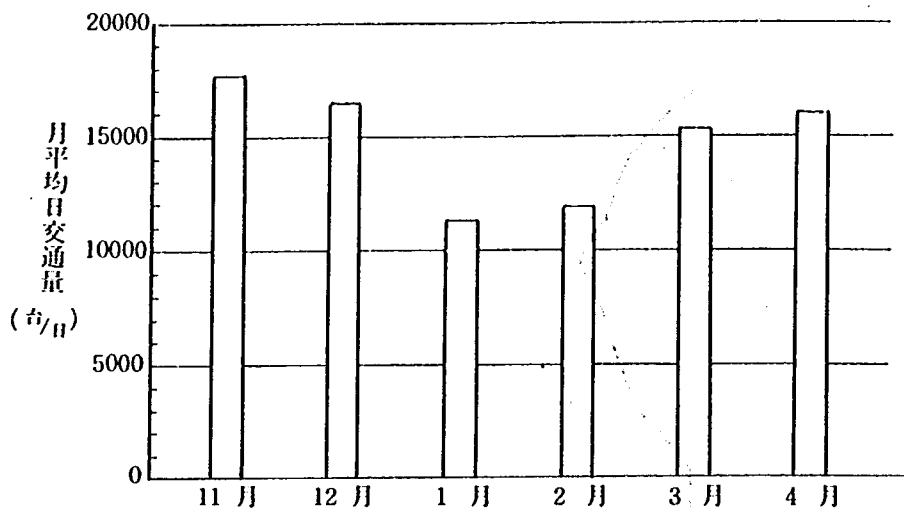


図-2 冬期間の交通状況 (S56年)
(調査地点:新潟県南魚沼郡六日町)

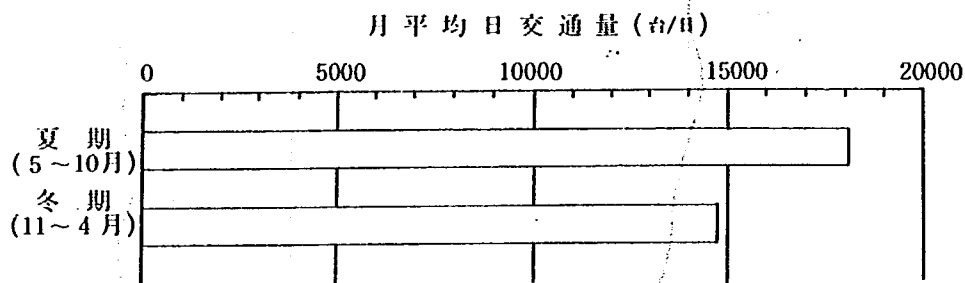


図-3 夏期・冬期の交通量の比較 (S56年)
(調査地点:新潟県南魚沼郡六日町)

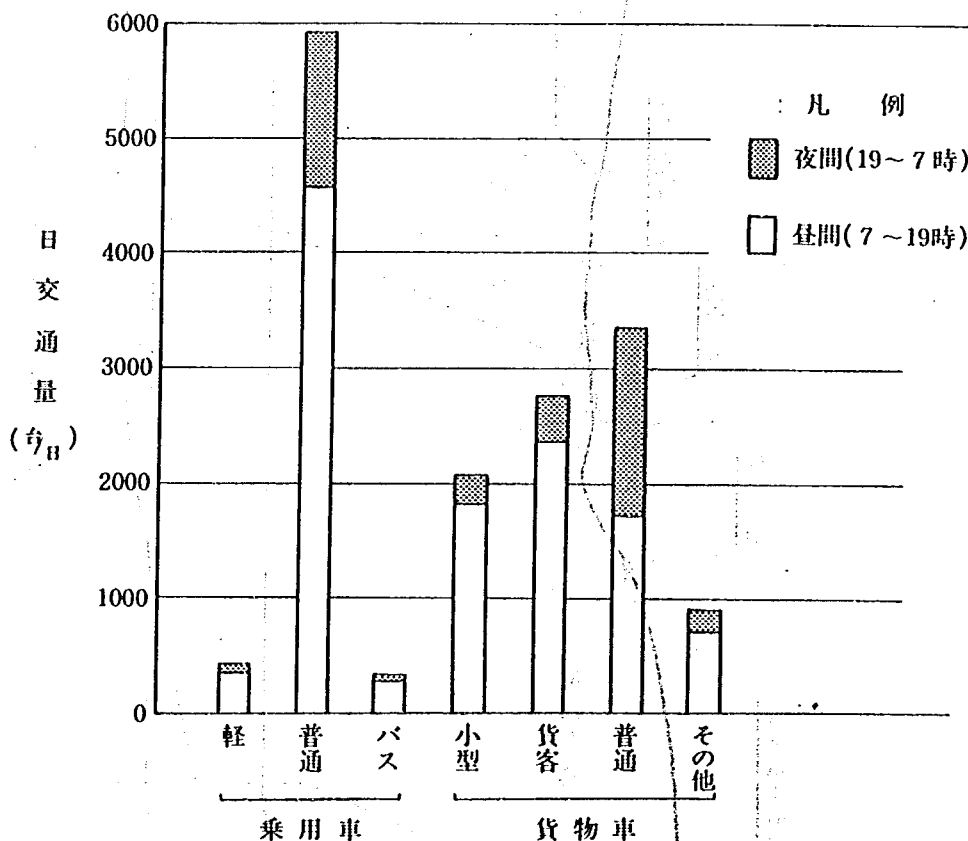


図-4 夜間・昼間の交通量の比較 (S52年度)
(調査地点:新潟県南魚沼郡六日町)

2.2 気象状況

図-5は、調査区間内の湯沢、小出における冬期間（11～4月）の気象状況（月平均気温、累降雪深、最大積雪深）を示したものであるが、これらの地区は、冬期間平均気温の最低が0℃～-5℃の範囲となり、積雪は最大積雪深で200cm以上、累降雪深で1月に400cm以上になっている。

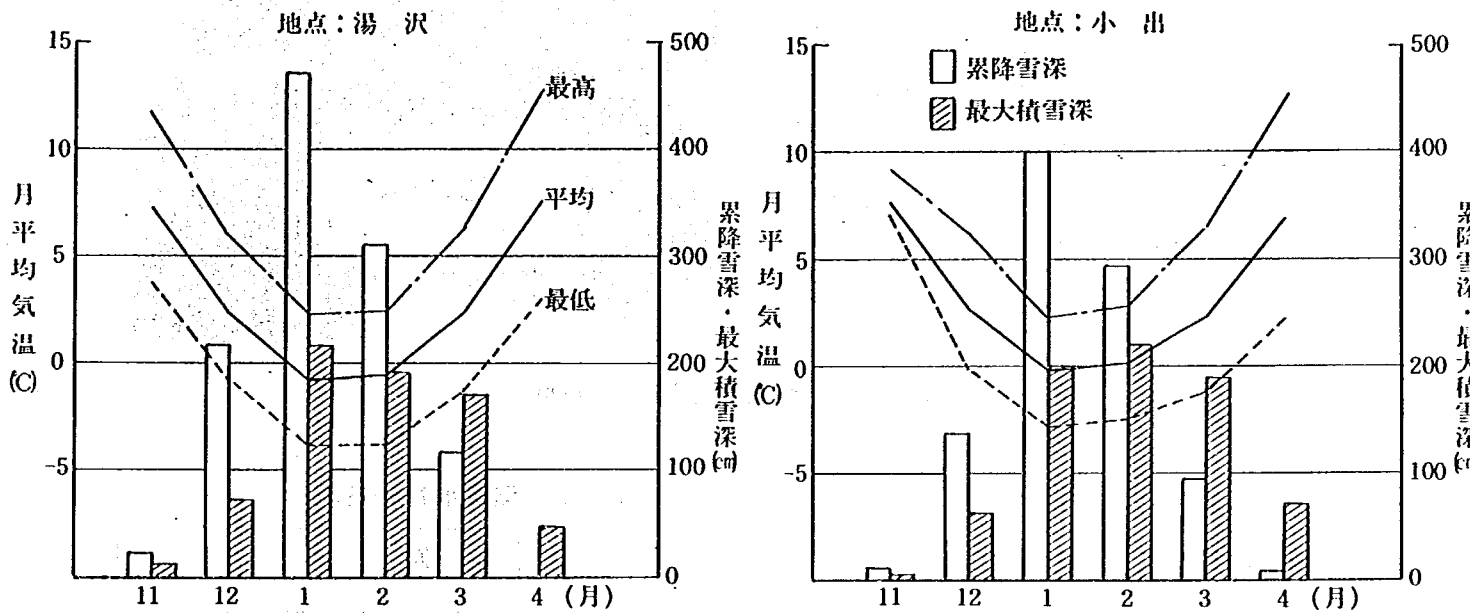


図-5 湯沢、小出地域の気象状況（気象月報による昭和53～56年度の平均値）

一方、凍結・圧雪の発生に関係する気温が0℃以下になる日数と降雪日数について見ると、図-6のとおりとなる。この結果から、日平均気温が0℃以下の日数は、両地点ともに冬期間の54%の約97日を占めており、降雪日数についても同様な事がいえる。いいかえるならば、凍結・圧雪の発生する可能性がこの調査区間では非常に高いことを示している。

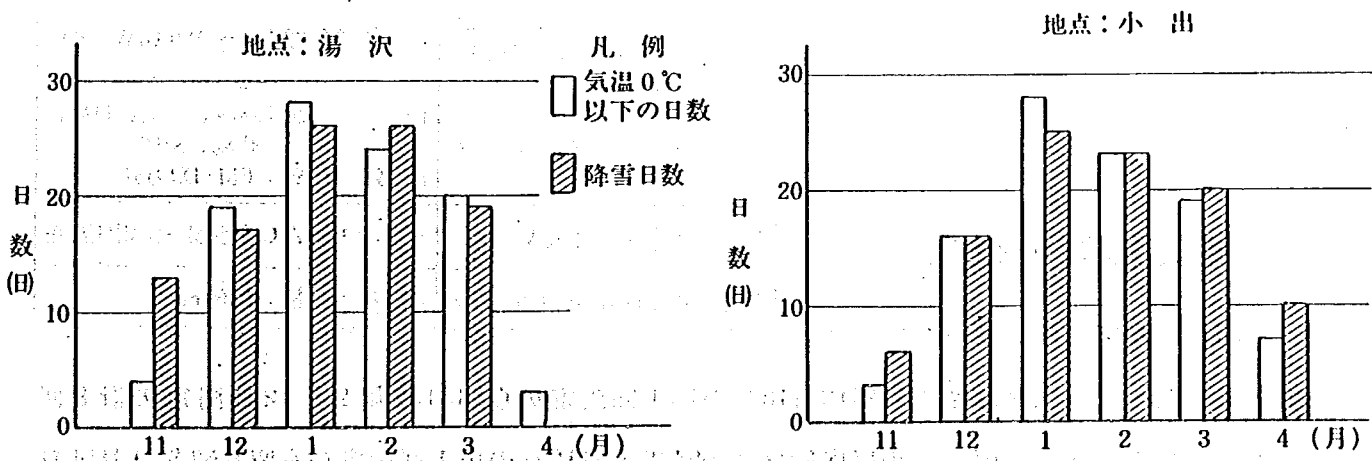


図-6 湯沢、小出における0℃以下の気温の日数および降雪日数（気象月報による昭和53～56年度の平均値）

3 調査方法

この調査は、同一時刻内（1時間以内）に調査区間の気象状況を連続的に調べるために、写真-1に示す移動観測車に表-1の気象観測機器を設置し、40～50 km/hr程度の速度で走行し測定を行ったものである。その時の観測項目は、路面温度、日射量、時刻、距離および路面状

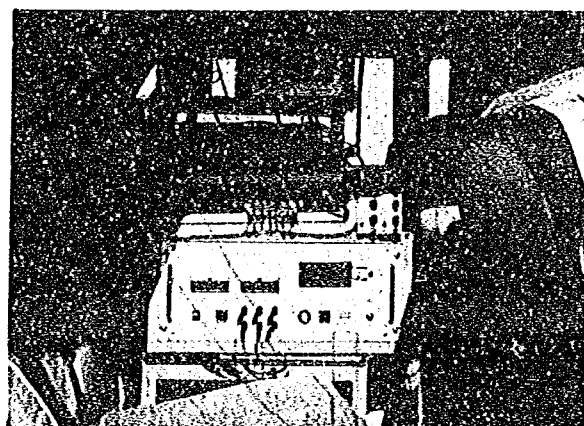
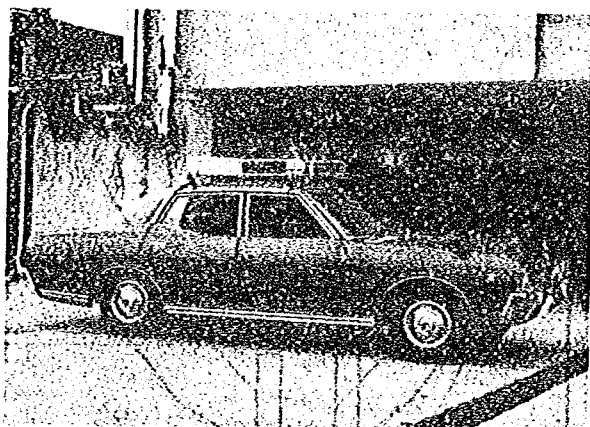


写真-1 路面温度等の観測車

況である。また、天候、路面状況等については目視によりデータレコーダーに記録した。測定は約24時間観測を1回とし、その間1走行は2時間々隔で路線を12走行し、気象データを連続的に測定した。

なお、解析はデータ量が非常に多いことから100 mピッチのデータを電子計算機により読み取り各々の解析を行った。

表-1 測定項目一覧表

測定項目	機 械 名	備 考
路 温	赤外線放射温度計 (米国Brarnes社) 製PRT-5	測定範囲：-20～15 (°C) 10～45 (°C) 40～75 (°C)
		確 度：0.5 (°C) 感 度：0.1 (°C)(500mmS) 応 答 時 間：500, 50, 5 (mmS) フィルタバンド：8～14 (μ) 視 野 角：2°
気 温	デジタル・マルチ 温 度 計 (横河電機製)	測定範囲：-50～199 (°C) (感度部：CC熱電対)
日 射	日 射 計 (シャープ電気製)	測定範囲：0～120 (mW/cm ²)
記 録	データレコーダ	内 訳：路温、気温、日射、 時刻、距離 記 録 方 式：FM/DR方式
電 源	AC 100V	ダイナモ→AC交換器→定電圧装置
観 測 車	日産セドリック	総排気量：2800cc

4 調査結果の概要

今回行った実験は、表-2に示す

ように塩沢～三国区間は昭和51年12月13日の第1回測定から昭和57年2月12日測定の計8回（走行回数：95回）、塩沢～小出区間は昭和54年1月12日の第1回測定から昭和57年2月14日測定の計5回（走行回数：60回）行った。この結果（図-7、8）から100 m間隔ごとに、路

線の平均的な温度特性および日射量（照度）の特性について概略をまとめると次のとおりである。

なお、各測定および走行ごとによる主な実測値は資料編を参照されたい。

表-2 国道17号測定一覧表（塩沢～三国、塩沢～小出区間）

測定区間	測定回数	測定年月日・時刻			全体の 天候状況	走行 回数	開始時の天候および気象状況				備 考 (路面状況)
		年月日	時刻				天候	路面 状況	路温 (°C)	気温 (°C)	
			開始	終了							
塩 沢 ～ 三 国	1	S51年12月18日 ～14日	13:30 (塩沢)	12:57 (塩沢)	晴→曇→雪	12	晴	乾	13.7	7.5	乾→湿→ <small>圧雪 シャーベット</small>
	2	S52年3月22日 ～23日	12:58 (塩沢)	11:53 (塩沢)	曇→雪	10	曇	乾	25.5	9.5	乾→湿 <small>シャーベット</small>
	3	S53年3月22日 ～23日	15:00 (三国)	15:56 (塩沢)	雨→雪	13	曇	湿	4.5	0.3	湿→ <small>ジャム 圧雪</small> →湿
	4	S54年1月10日 ～11日	16:00 (塩沢)	15:00 (塩沢)	晴→雨→雪	12	晴	乾	8.5	10.0	乾→湿
	5	S54年12月5日 ～6日	16:01 (塩沢)	14:43 (塩沢)	晴→雨 (時々曇)	12	晴	乾	15.0	11.0	乾→湿
	6	S54年12月9日 ～10日	15:56 (塩沢)	14:47 (塩沢)	曇→雨 (一時雪)	12	曇	乾	7.4	—	乾→湿 (一部凍結)
	7	S55年12月18日 ～19日	10:30 (塩沢)	9:52 (塩沢)	晴→曇→雪	12	晴	乾	7.6	10.8	乾→湿
	8	S57年2月12日 ～13日	15:00 (塩沢)	13:43 (塩沢)	晴→曇→晴	12	晴	乾	11.9	8.0	乾
塩 沢 ～ 小 出	1	S54年1月12日 ～13日	13:00 (塩沢)	12:00 (塩沢)	晴→曇	12	晴	乾	4.2	1.8	乾
	2	S54年12月7日 ～8日	16:00 (塩沢)	14:57 (塩沢)	晴→雨→晴	12	晴	乾	10.6	7.0	乾→湿→乾
	3	S54年12月11日 ～12日	16:16 (塩沢)	15:00 (塩沢)	雪→雨	12	雪	<small>シャー ベット</small>	-2.0	-3.4	湿
	4	S55年12月16日 ～17日	15:00 (塩沢)	13:42 (塩沢)	雪 (時々みぞれ)	12	雪	湿	2.1	10.2	湿
	5	S57年2月14日 ～15日	11:00 (塩沢)	9:40 (塩沢)	雪	12	雪	湿	3.9	-1.6	湿

4.1 路面温度特性

1) 塩沢～三国区間

図-7(a)～(c)から路面温度の特性を全般的に見ると、塩沢と県境の三国トンネル入口付近間の路面温度差は、昭和51年12月13日測定で約8°C、昭和52年3月22日で約9°C、以下3～6°Cとなり、県境に近づくと路面温度は低下し、三国トンネル入口付近で最低値を示している。また、トンネル、スノーシェッド内においては特異な傾向を示し、その周辺に比べ内部は比較的高く(2～3°C)なっている。路面温度が、その周辺に比べ低い値を示す地域(地点)は、塩沢ステーション(以下塩沢)起点より1.2～1.6km、10.6～10.8km、13.8～14.6km、15.0～15.2km、15.6km、18.8km、21.2km、21.8km、27.6km、28.6km、30.2～30.4km、31.2km、32.2～32.4km、33.2～33.4kmの14地点となった。これらの地域(地点)は、トンネルおよびスノーシェッド付近となった。

一方、天候別による線としての路面温度変化状況について見ると、測定期間中雨が降って

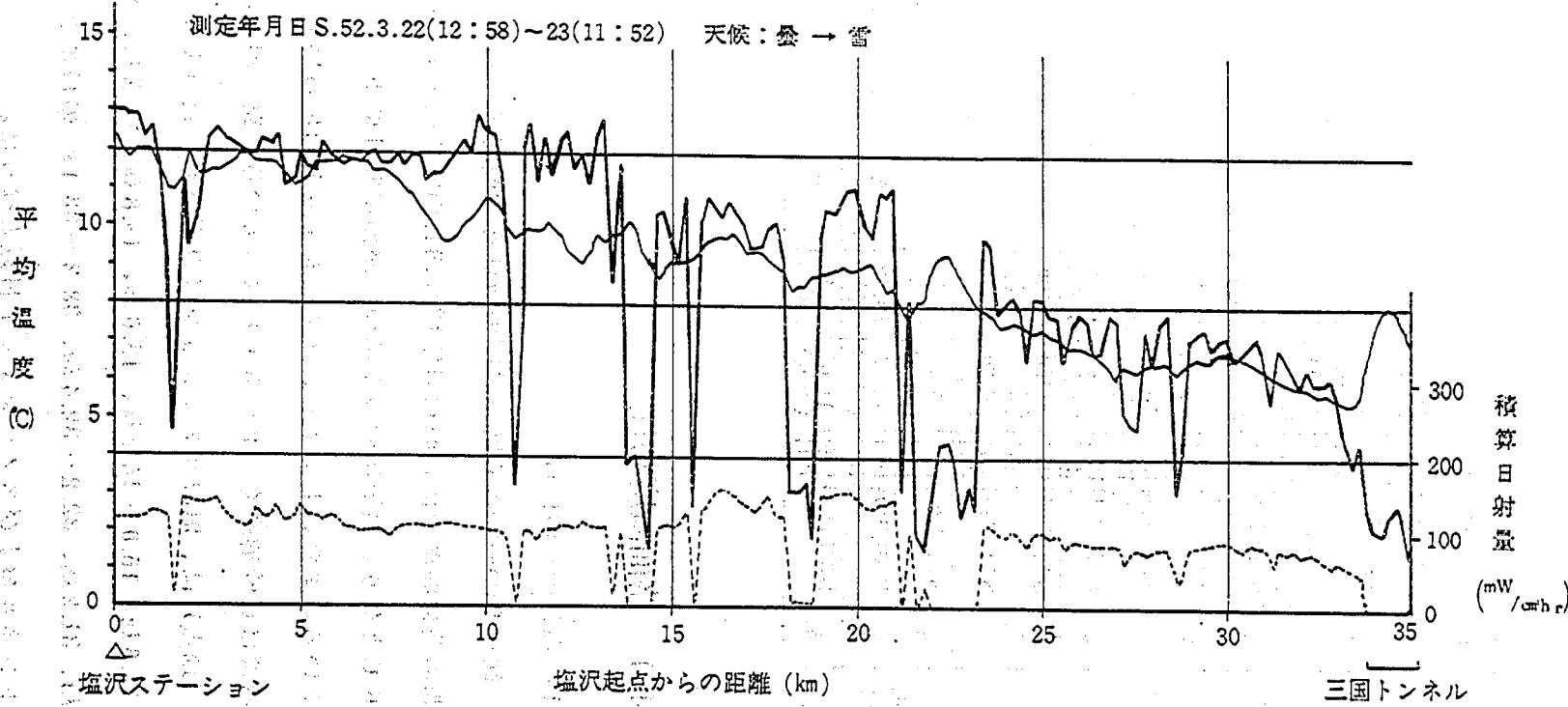
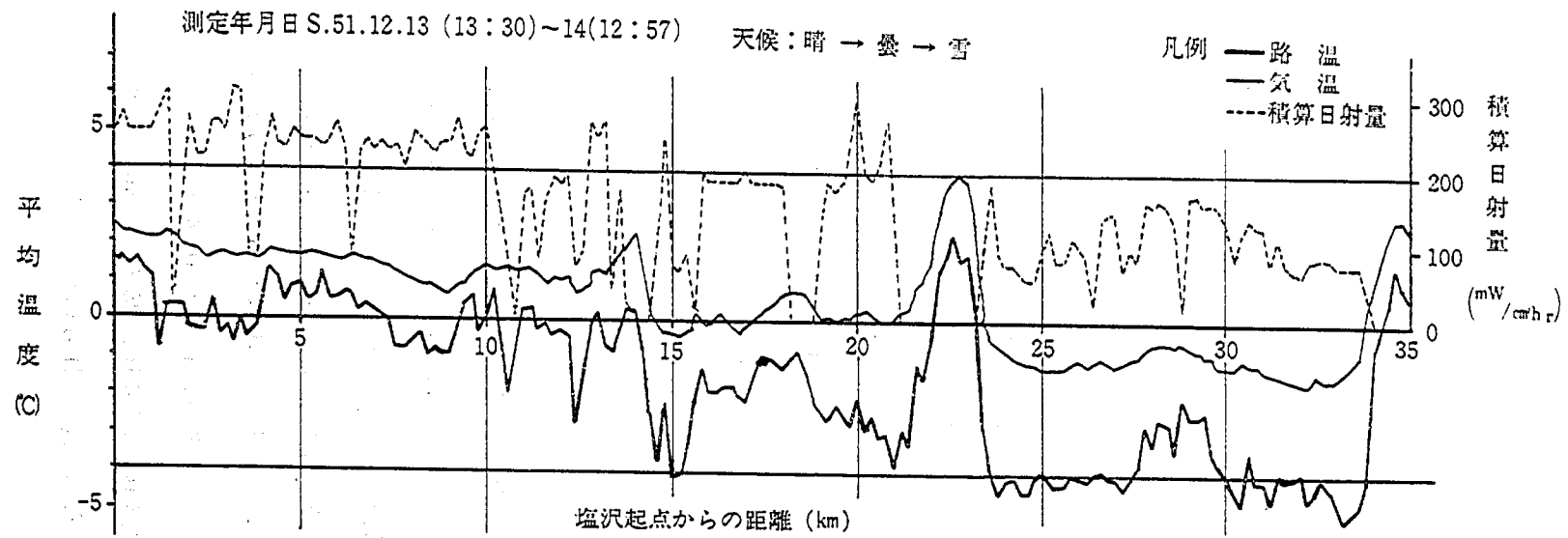


図-7(a) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況(塩沢~三國区間)

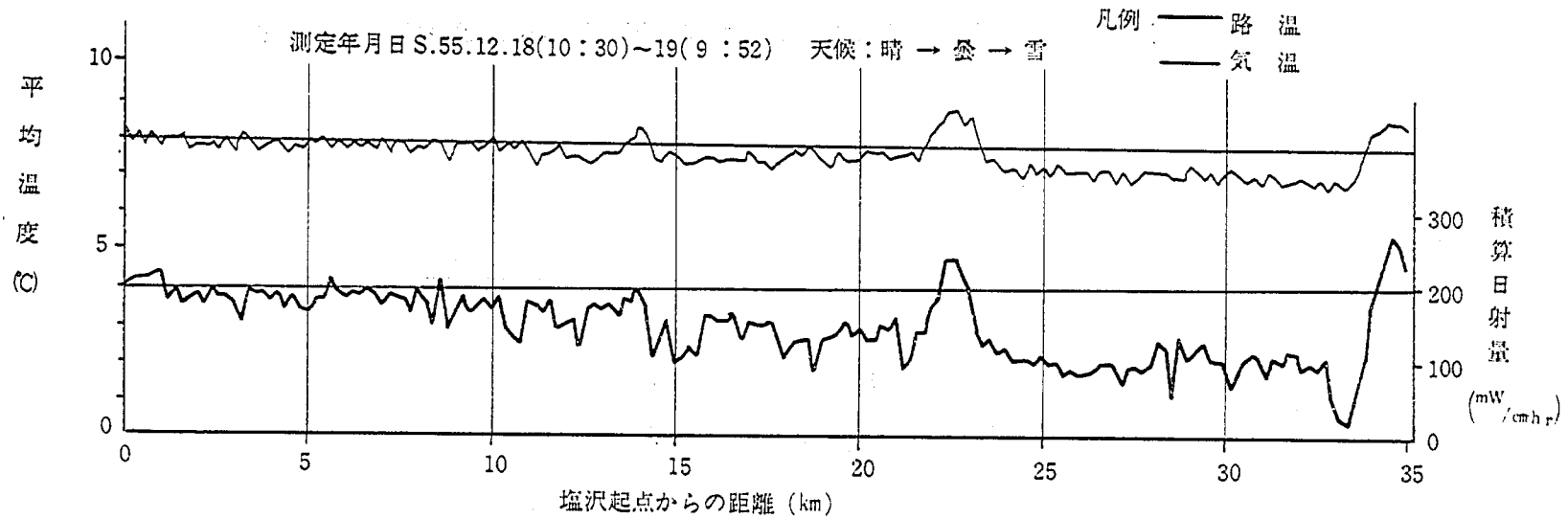
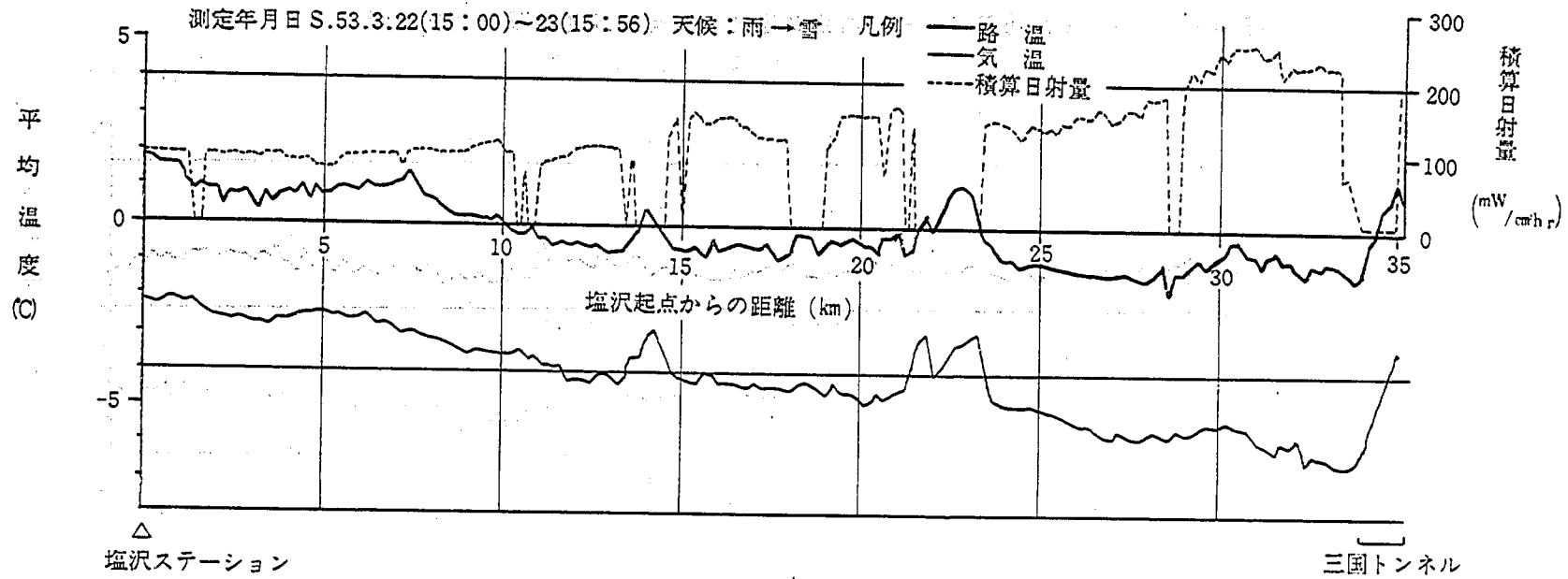
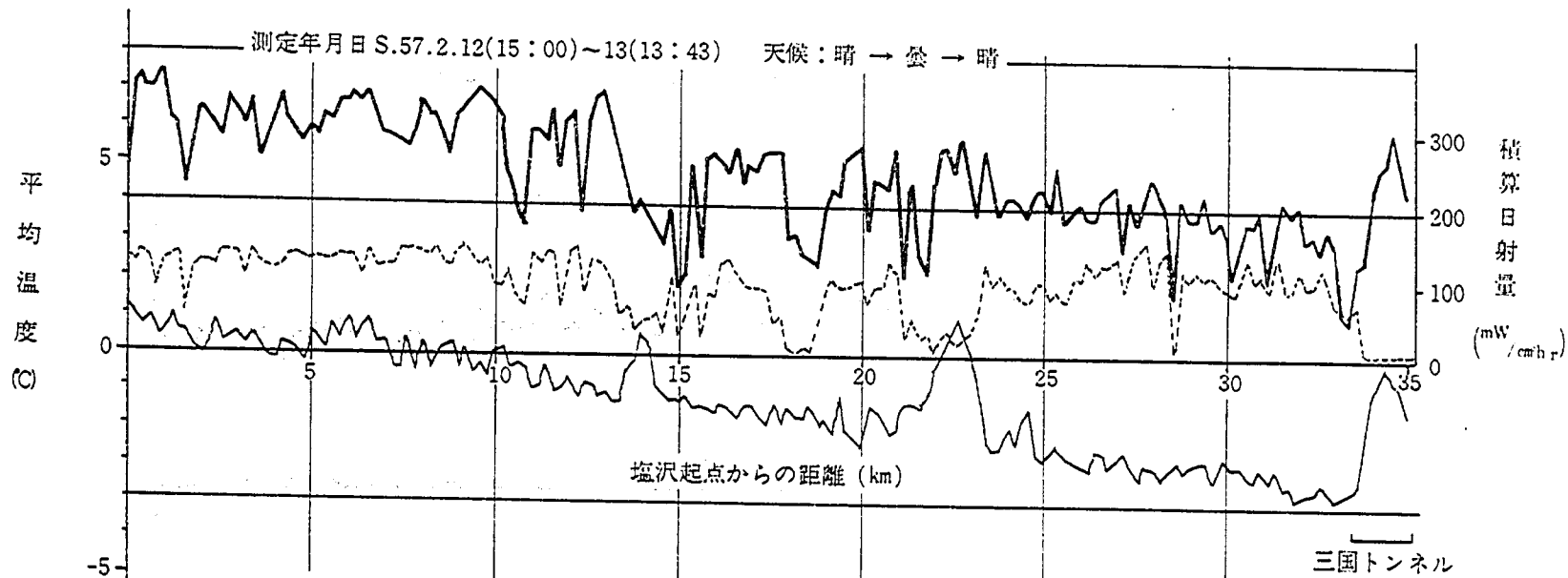


図-7(b) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況 (塩沢~三国区間)



△ 塩沢ステーション

図-7(c) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況 (塩沢~三國区間)

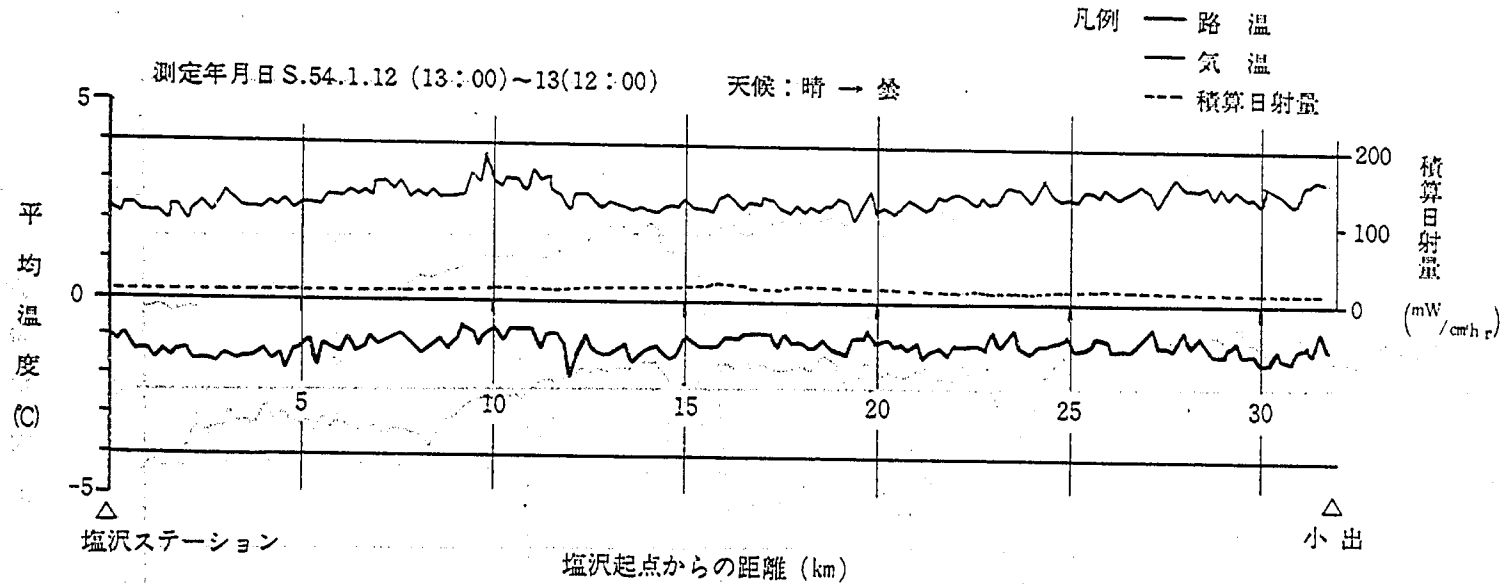


図-8(a) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況 (塩沢~小出区間)

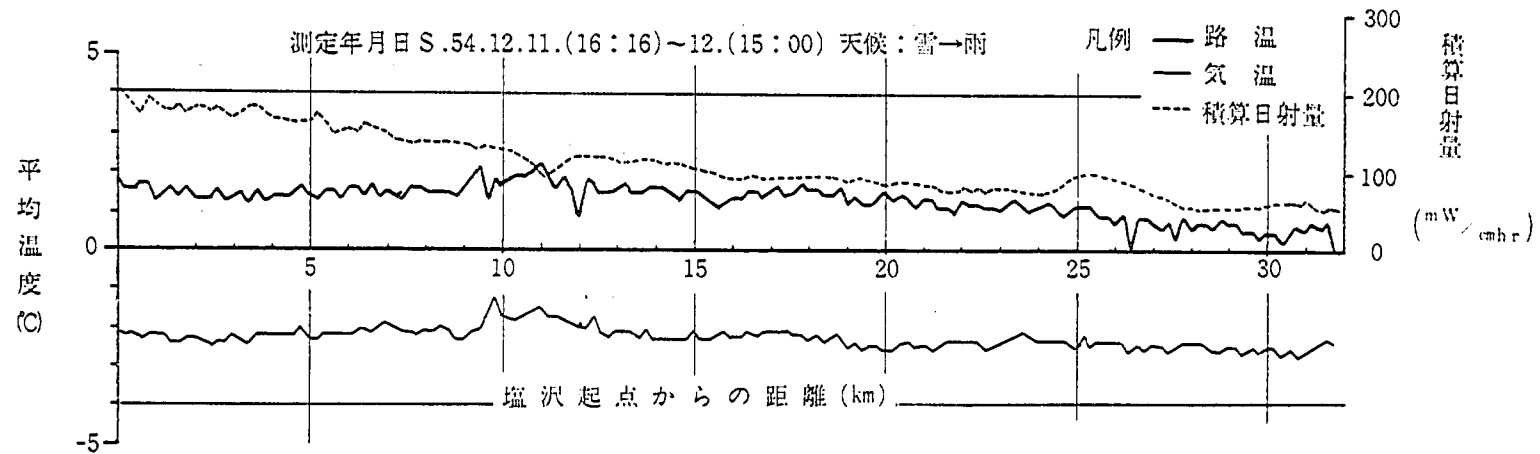
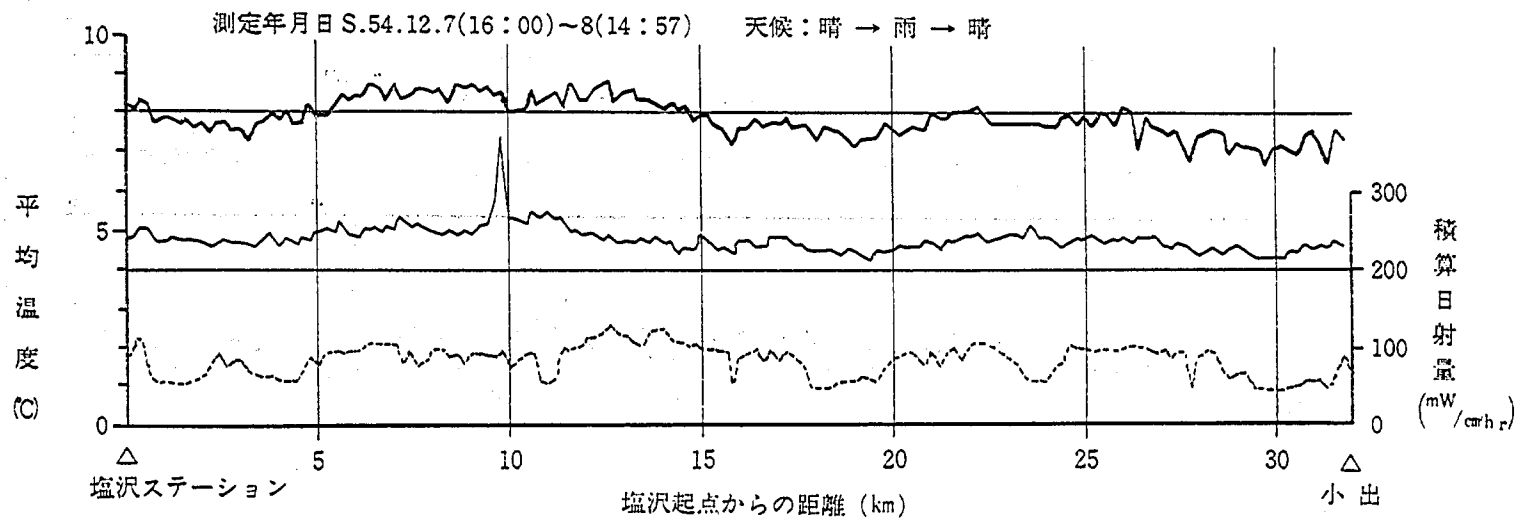


図-8(b) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況 (塩沢~小出区間)

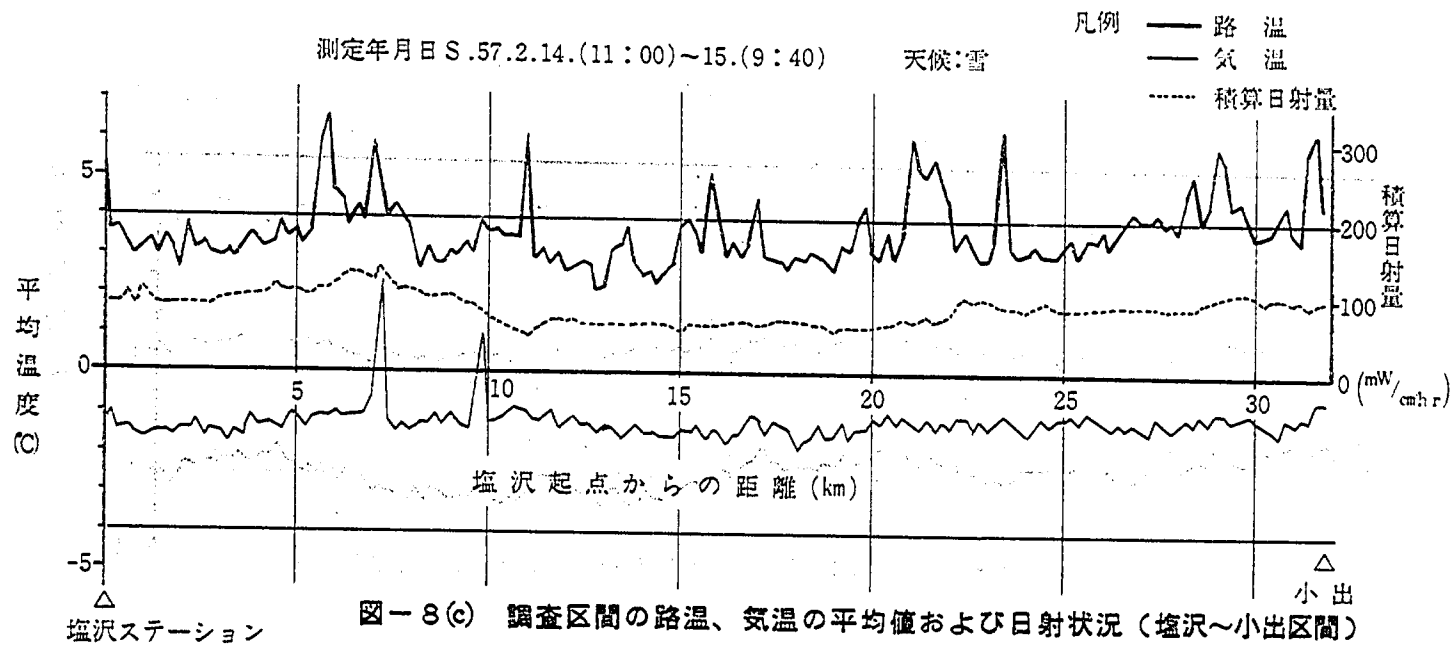
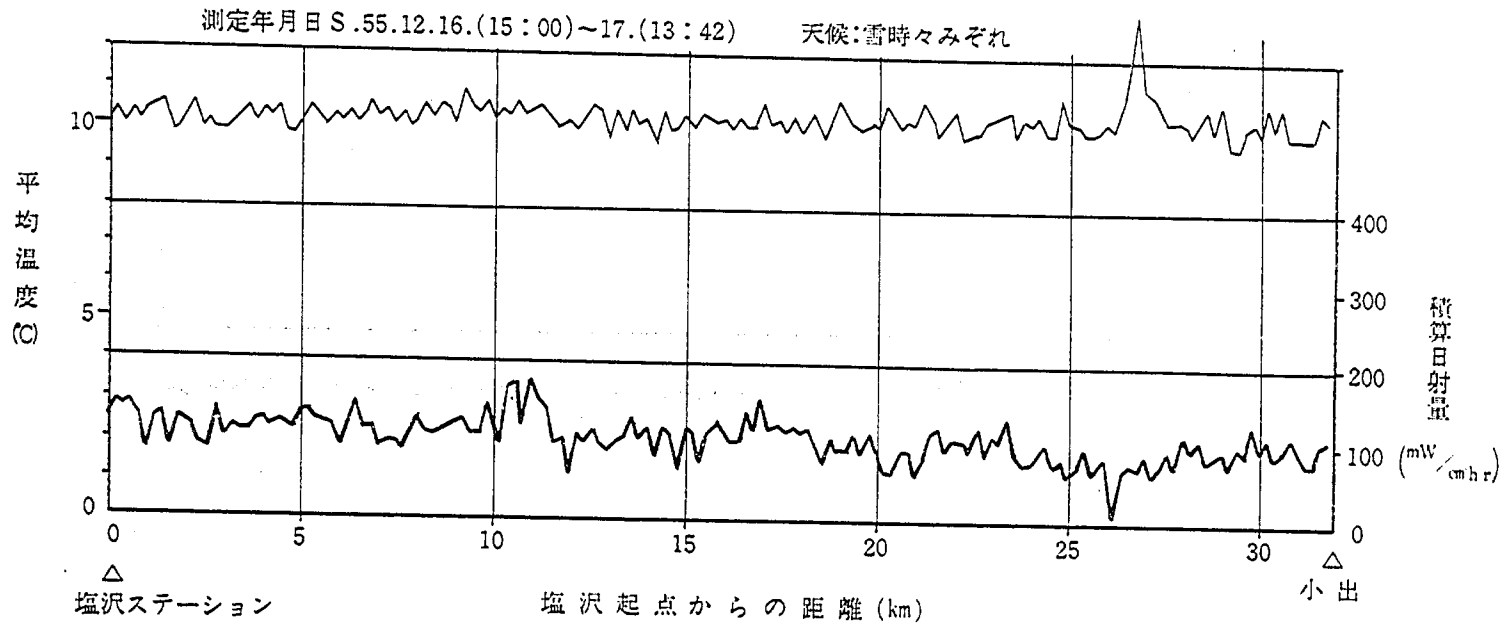


図-8(c) 調査区間の路温、気温の平均値および日射状況 (塩沢~小出区間)

いた時（昭和53年3月22日）には局地的な変動は見られず、逆に寒暖の激しいと思われる晴れから雪の日（昭和51年12月13日等）とか、晴天の日（昭和57年2月12日）には顕著に現れている。

2) 塩沢～小出区間

図-8(a)～(c)から、この区間の路面温度特性を全体的な傾向について見ると、塩沢と小出地域との差はほとんど見られず、その差は1℃程度となった。その傾向は、この区間の全測定地点でも言える。しかし、部分的には温度が低下する地点もある。それは、塩沢起点より12.0 km、26.4 km地点となり、その前後の地点の路面温度に比べやや低下している。一方、天候別について見ると、晴天、曇りの日（昭和54年1月12日、昭和54年12月7日）には局地的変動はほとんど見られないが、降雪の日（昭和57年2月14日）には局地的に変動する地点が顕著に現われている。つまり、この区間の路面温度は、全般的に変動することは少ないが、降雪等が伴う場合、部分的に凍結・圧雪が発生する可能性は十分考えられる。

4.2 気温特性

1) 塩沢～三国区間

全体的には路面温度の場合と同様、塩沢から三国トンネルに進むにつれ気温は低くなり、トンネル・スノーシェッド内では、その周辺地点より2～3℃高くなっている。しかし、路面温度のような局地的変動はあまり見られなかった。気温が低い値を示す地域（地点）は塩沢起点より9.0 km、12.0～13.6 km、14.8～21.4 km、23.4～33.8 km地点となり、その中で最低値を示す地域は33.2～33.4 kmの三国トンネル入口付近となった。これを天候別に見ると曇りの状態が多い日（昭和52年3月22日、昭和55年12月18日）には気温が比較的高く、雪または晴天の日には気温の変動が激しく、上記した低温区間でその傾向がはっきり現われた。

2) 塩沢～小出区間

この区間においても路面温度と同様に区間内の変動はあまり見られず、ほぼ同じ値を示す結果となった。その中で、一部局地的変動があったのは塩沢起点より9.7 km地点で、この地点は天候にかかわらず周辺地点よりも1～2℃程度高くなっていた。このように、塩沢～小出区間は地形等の違いは多少あるが、あまり天候の影響を受けないものと思われる。

4.3 日射特性

1) 塩沢～三国区間

日射特性は、天候パターンにより大きく左右される。この区間で日射特性が大きく異なる

のは、当然の事ながらトンネル・スノーシェッド内は無に等しいが、それ以外にはトンネルの出入口となっていた。日射量が大きい地域では路面温度は比較的高く、日射が路面温度に与える影響は大きく現われていた。

2) 塩沢～小出区間

この区間には、トンネル・スノーシェッド等がないため積算日射量が零となる地点はなく、ほぼ同程度の日射量が区間内の全地点で測定された。なお、この区間で局地的に日射量が低くなった地点は横断歩道橋の下等であり、路面温度も低下している。

以上は、調査区間別（塩沢～三国、塩沢～小出）に測定した結果を路面温度、気温、日射特性に分け、日平均值（積算）から線（地域）としての気象特性について述べてきた。しかし、凍結・圧雪に関与するこれらの気象要因は互いに関連し合い、路線としての地域性を解明することは個々の気象要因だけでは表現することが非常に難しいものとなっている。このため、ここではその傾向を示したにすぎないが、より確実な線としての局地的な気象状況を解明するためには、今後、天候等を考慮した数多くの調査が必要と思われる。

5 解析結果および考察

5.1 路面温度から見た凍結・圧雪発生の危険性

道路上に凍結・圧雪が発生する場合、熱的条件から見ると路面温度がプラスになれば道路上は乾き、あるいは湿り、ぬれ等になるが、マイナスになると水分の有無、量（降雪量等）によって異なるが凍結・圧雪の発生しやすい危険な状態となる。さらに、路面温度が低くかつマイナスになる時間が長ければ長いほど危険な状態が続くことになる。

そこで、本項では今回の調査によって得られた各地点の1日の温度パターンから路面温度がマイナスになる時間と、その温度の積算値、つまり積算寒度から調査区間の凍結・圧雪が最も発生しやすい危険な地点（区間）を調べたものである。また、積算寒度だけでは、実際に道路管理（薬剤散布等）を行う場合、どこが危険であり、どこから実施するべきか等の判断が難しい。そこで、その一つの手法として積算寒度から見た場合の危険度（天候別に求めた測定結果の積算寒度が最高となる地点を基準とし求めた値）を求め、この値から5ランクに分類（等分にA～Eのランクに分け、Aを最も危険度の高いものとした）し、その位置付けを行ったものである。なお、路面温度は日射状況等によって大きく左右されることから、天候別に分類（同じ天候パターンのものを集め、積算寒度値を合計し、その最も高い値を基準として求めた）し、ランク付けを行うとともに、これらを含めた全体のランク付けも行っ

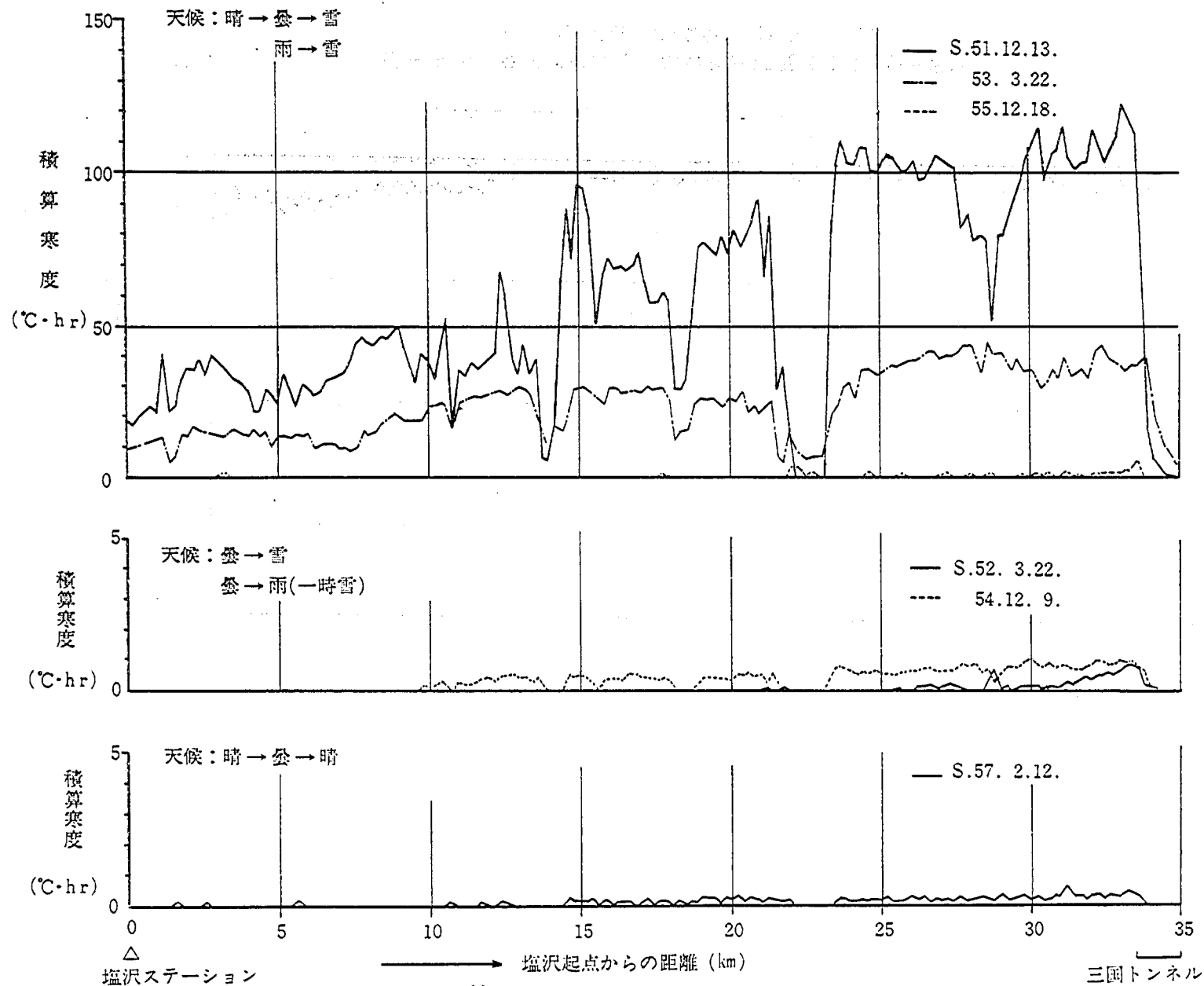


図-9(a) 天候別による路線の積算寒度(塩沢~三関区間)
(天候は測定日の主な気象状況を示した)

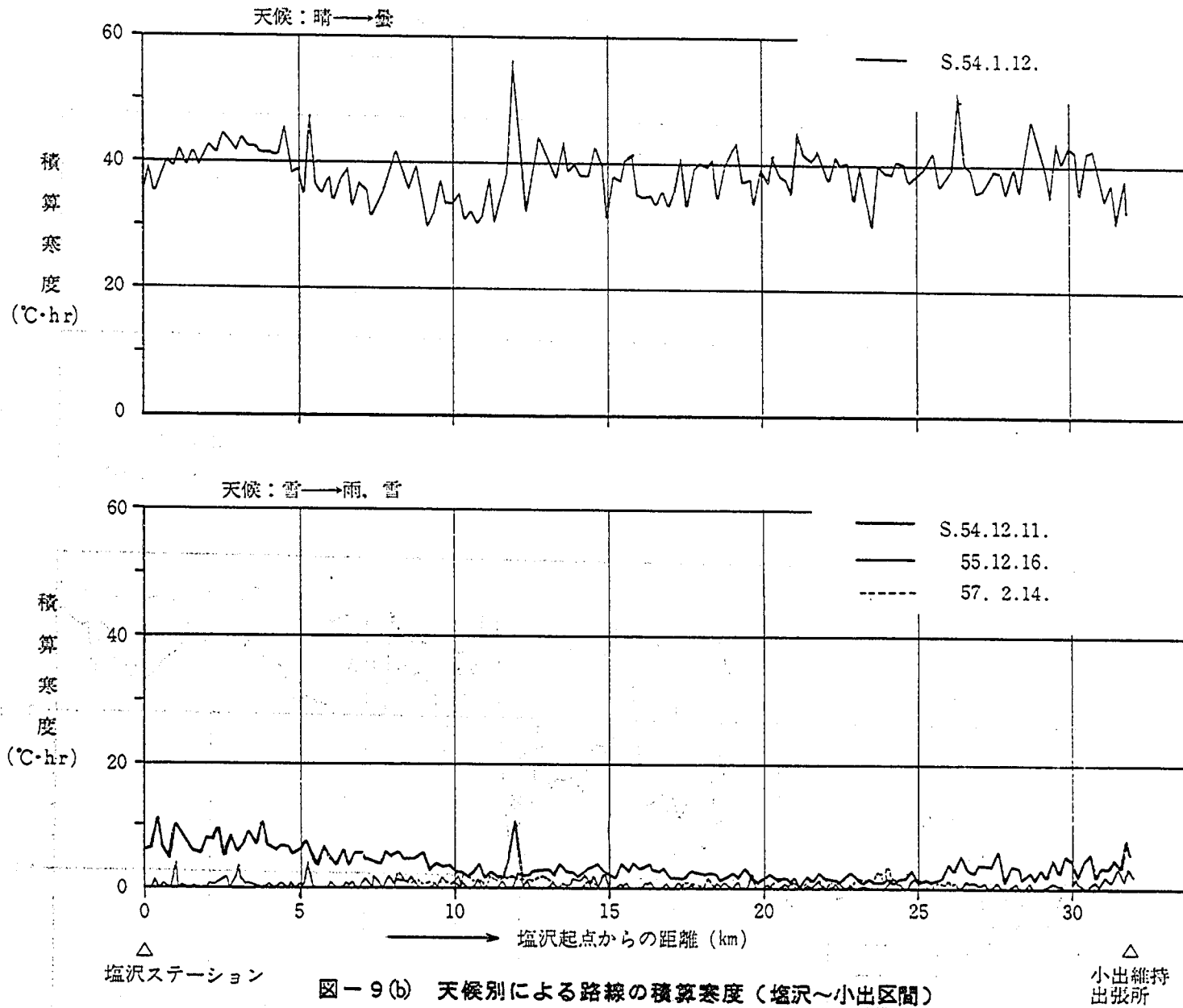


図-9(b) 天候別による路線の積算寒度(塩沢~小出区間)
(天候は測定日の主な気象状況を示した)

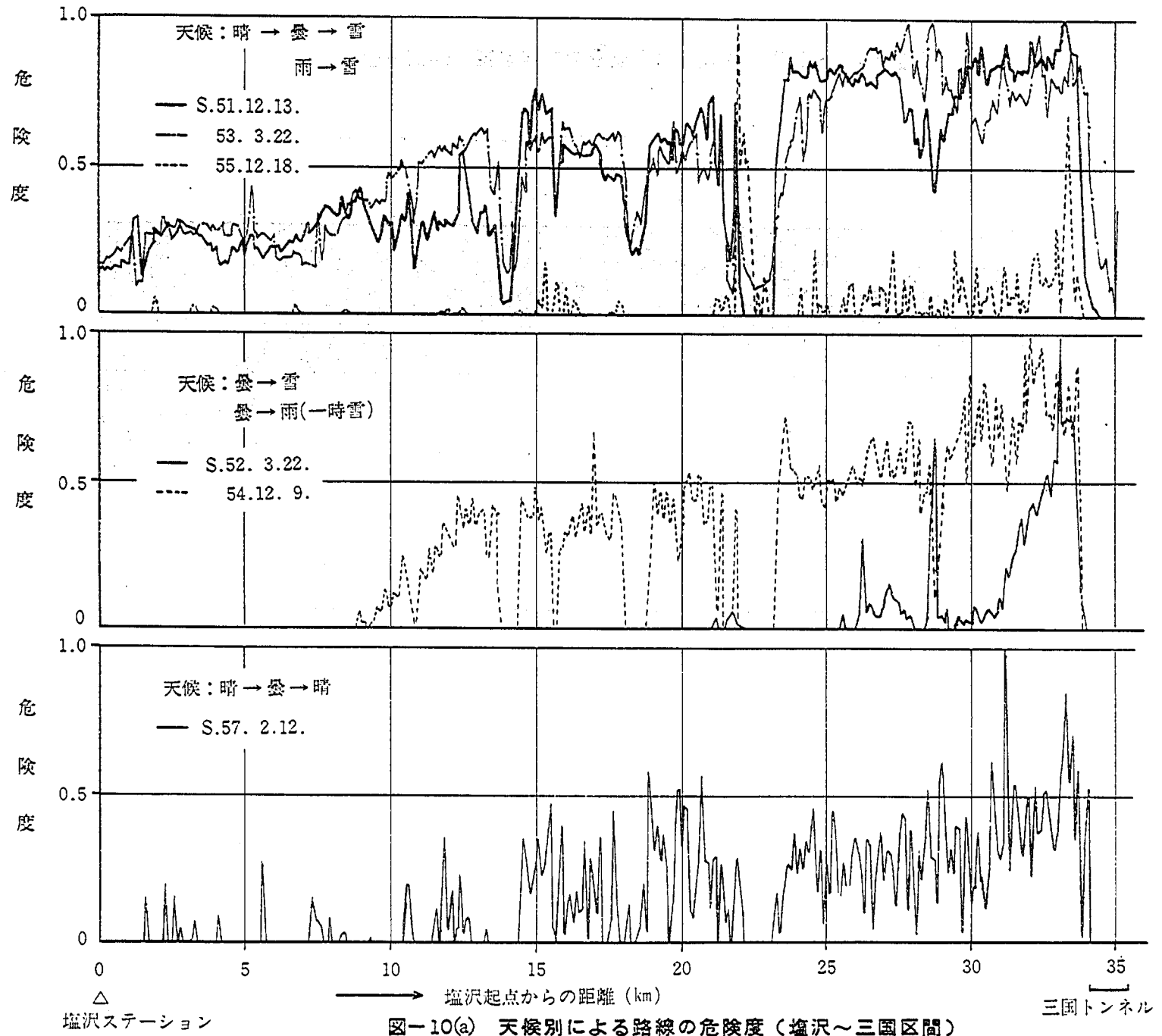


図-10(a) 天候別による路線の危険度 (塩沢～三国区間)

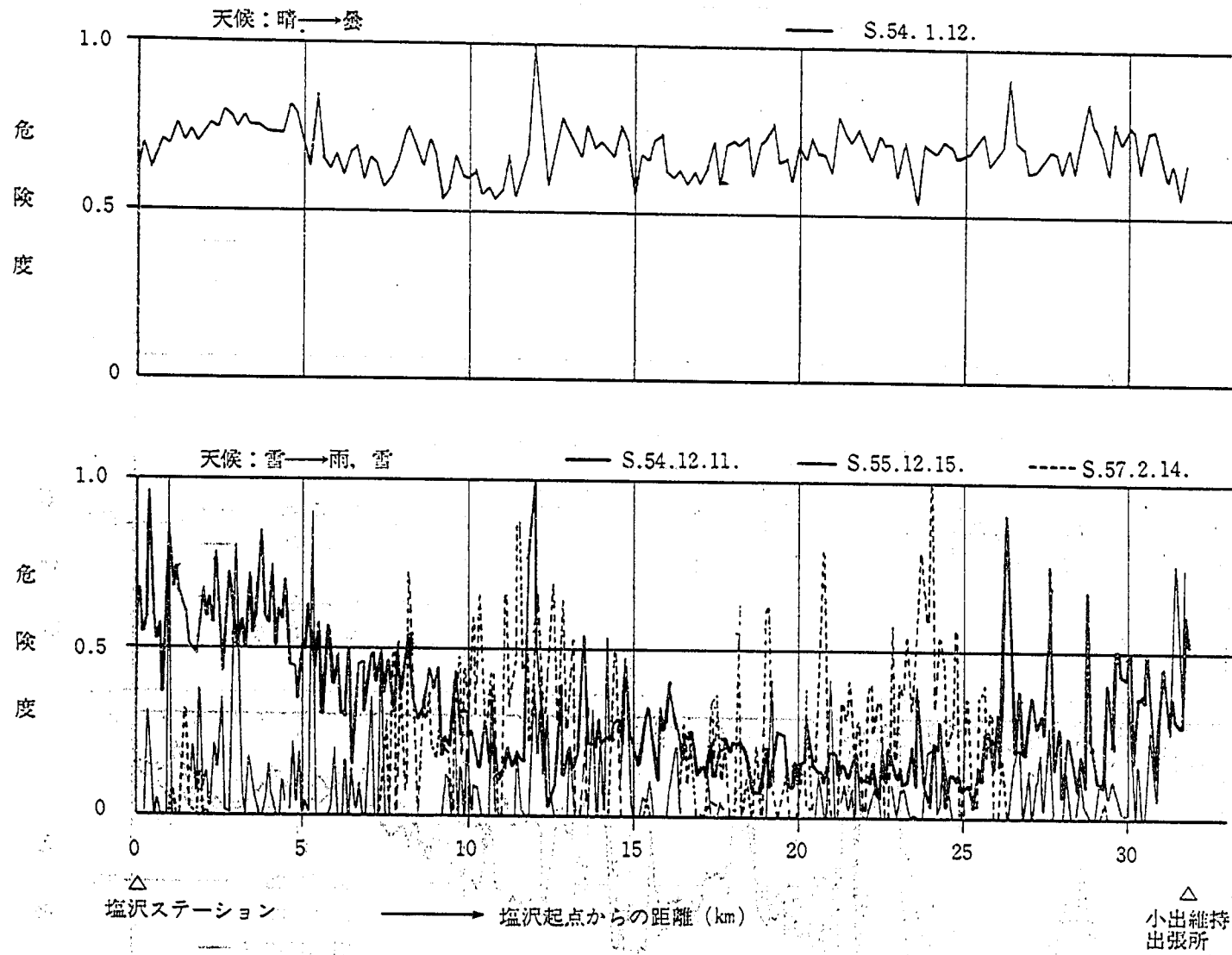


図-10(b) 天候別による路線の危険度 (塩沢～小出区間)

測定年月日 S.51. 12. 13 S.54. 12. 9
 52. 3. 22 55. 12. 18
 53. 3. 22

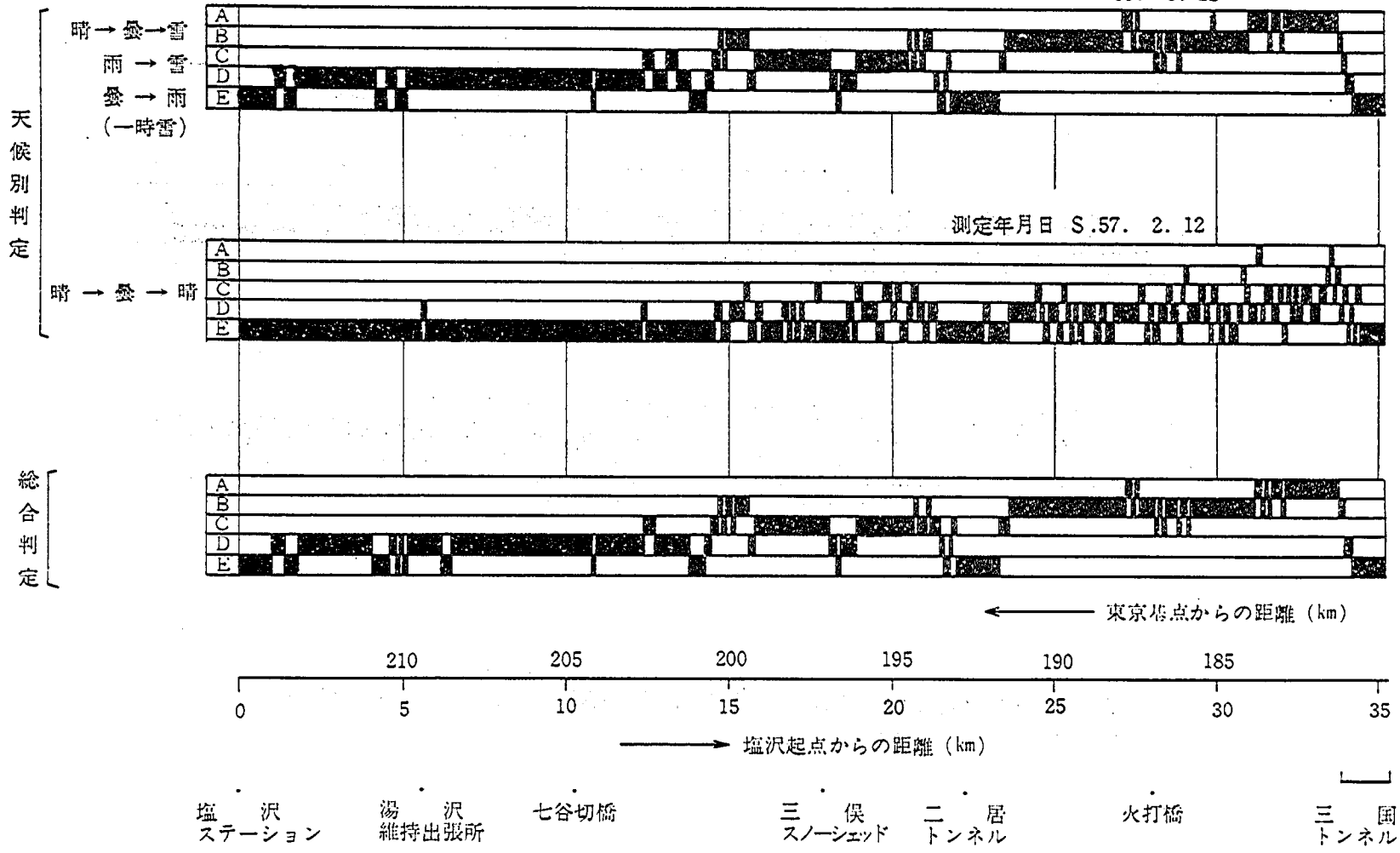


図-11(a) 調査区間における危険度の判定 (塩沢～三国区間)

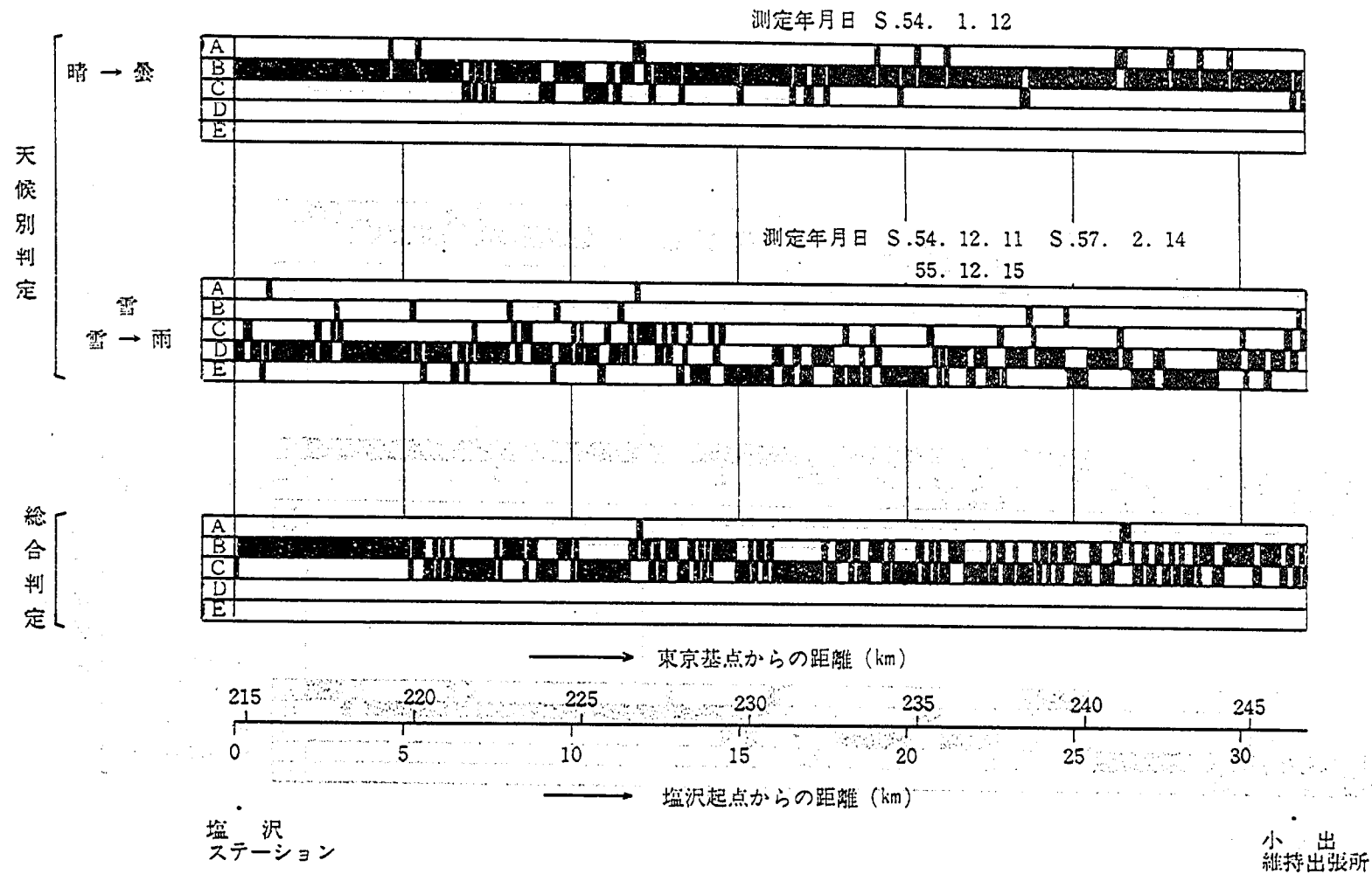


図-11(b) 調査区間における危険度の判定 (塩沢～小出区間)

た。その結果、積算寒度については図-9(a)、(b)に示し、最も危険な地点を基準にして求めた危険度は図-10(a)、(b)に示した。また、図-10を基にA～Eの5ランクに分類したものを図-11(a)、(b)に示した。これらの図から、各々の区間および全区間における温度から見た場合の路線の特性(危険性)を示すと次のとおりである。

1) 塩沢～三国区間

積算寒度(図-9(a))について見ると、雪が降り気温が比較的低い昭和51年12月18日には、積算寒度も全体的に増大し、最も多い所(33.4 km地点)では125時間にも達した(各測定別の最大積算寒度値とその地点は表-3に示した)。この地点は、地の調査結果(昭和52年3月22日、昭和53年3月22日)について見ても積算寒度は大きくなっている。一方、積算寒度が特に小さ

表-3 測定別による最大積算寒度値

かった時の天候は降雪時間が短く気温が高かった昭和55年12月18日と気温が比較的高く雪が降らなかった昭和57年2月12日であった。これらを全体的な傾向として見ると、塩沢起点から23.5～34.0 km区間(二居トンネル

区間	測定年月日	天候	平均気温※(°C)	最大積算寒度(°C・hr)	塩沢起点からの距離(km)
塩沢～三国	S51年12月13日	晴→曇→雪	-1.2	125.1	33.4
	S52年3月22日	曇→雪	1.6	29.8	33.1
	S53年3月22日	雨→雪	-5.6	46.2	28.7
	S54年12月9日	曇→雨(一時雪)	-	11.6	32.1
	S55年12月18日	晴→曇→雪	8.0	6.5	21.9
	S57年2月12日	晴→曇→晴	-3.4	6.5	31.2
塩沢～小出	S54年1月12日	晴→曇	2.4	56.1	12.0
	S54年12月11日	雪→雨	-2.0	11.7	12.0
	S55年12月16日	雪	10.3	4.2	10.0
	S57年2月14日	雪	-1.6	3.1	24.0

※ 最大積算寒度値が得られた地点の平均気温

出口～三国トンネル入口付近)は積算寒度が高く、塩沢ステーションに近づくとつれ低くなっている。その差は、塩沢ステーション(0 km)地点と比較した場合、三国トンネル手前の23.5～34.0 km区間は約4倍となり、凍結・圧雪の発生する危険性が大となっている。また、トンネル・スノーシェッド内は積算寒度値は小さいが、その出入口付近は高い値を示した。

また、図-8を基に作成した危険度(図-9(a))およびランク付(図-10(a))から局地的な危険箇所、区間(Aランク)について見ると、天候別では、

- ① 降雪がある場合 : 塩沢起点より27.1～27.3 km、27.5 km、29.9 km、31.0～31.5 km、31.7～31.9 km、32.1～33.7 kmの地点、区間
- ② 晴、曇の場合 : 塩沢起点より31.2 km、33.3 kmの地点

となり、これを統合した場合について見ると、

- ③ 総合の場合 : 塩沢起点より27.2～27.3 km、27.5 km、31.2～31.3 km、31.5

となった。

2) 塩沢～小出区間

この区間は図-9(b)に示したように、塩沢～三国区間に比べ積算寒度は小さく局地的に変動する地点(区間)も少ない結果となった。その中で特に局地的に変動が見られた地点は、塩沢起点より12.0 km、26.4 km地点である。一方、天候別では気温が比較的低かった昭和54年1月12日に積算寒度値が全体的に高くなったが、雪が降っていても路面温度が比較的高かった昭和55年12月16日、昭和57年2月14日には積算寒度は小さな値となった。

この結果から、危険度の高いAランクについて見ると、天候別では、

- ① 降雪がある場合 : 塩沢起点より1.0 km、12.0 kmの地点
- ② 晴、曇の場合 : 塩沢起点より4.6 km、5.4 km、11.9～12.1 km、19.1 km、20.8 km、21.2 km、26.3～26.5 km、27.9 km、28.8 km、29.7 kmの地点、区間

となり、これらを総合した場合について見ると、

総合の場合 : 塩沢起点より12.0 km、26.4～26.6 kmの地点、区間

となった。

8) 三国～小出区間(調査した全区間)

前項では、調査区間ごとによる凍結・圧雪の発生しやすい危険地点(区間)等について述べてきたが、ここでは、調査区間全体の三国～小出の約67 km間における凍結・圧雪の発生しやすい地点(区間)についての検討を行った。方法としては、各々の区間の調査年月日が異なることから、塩沢ステーションにおける両調査時の温度が比較的近く、かつ天候も同じような日を設定し、その積算寒度から危険度のランク付を行ったものである。その結果は、図-12、図-13に示した。

この結果からもわかるように、小出～塩沢区間の積算寒度の差はあまり見られないが三国方面に向かうにつれ、その値は増大し凍結・圧雪発生の危険性が大きいことがわかる。また、危険度のランク別では、図-13から小出～三国区間では、

Aランク地点、区間 : 塩沢起点から三国方向に27.2～27.3 km、27.5 km、31.2～31.3 km、31.7～31.9 km、32.1～33.7 km

Bランク地点、区間 : 塩沢起点から三国方向に14.9～15.3 km、23.6～27.1 km、27.4 km、27.6～28.7 km、28.9～31.1 km、31.4～31.6 km、32.0 km

Cランク地点、区間 : 塩沢起点から三国方向に12.4～12.6 km、14.5～14.8 km、15.4～15.5 km、15.8～18.1 km、18.9～21.4 km、23.3～

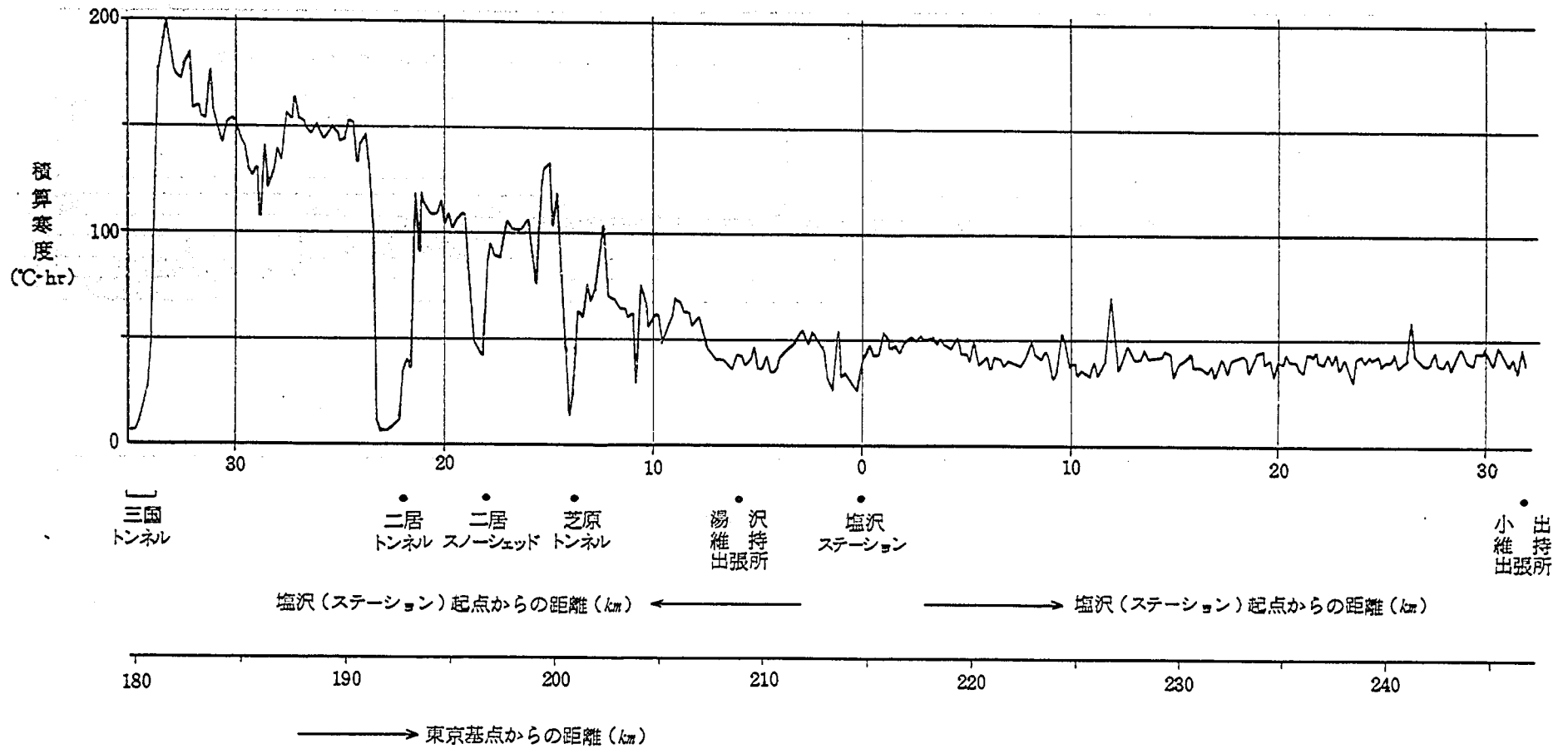


図-12 全調査区間(三國~小出)による積算温度

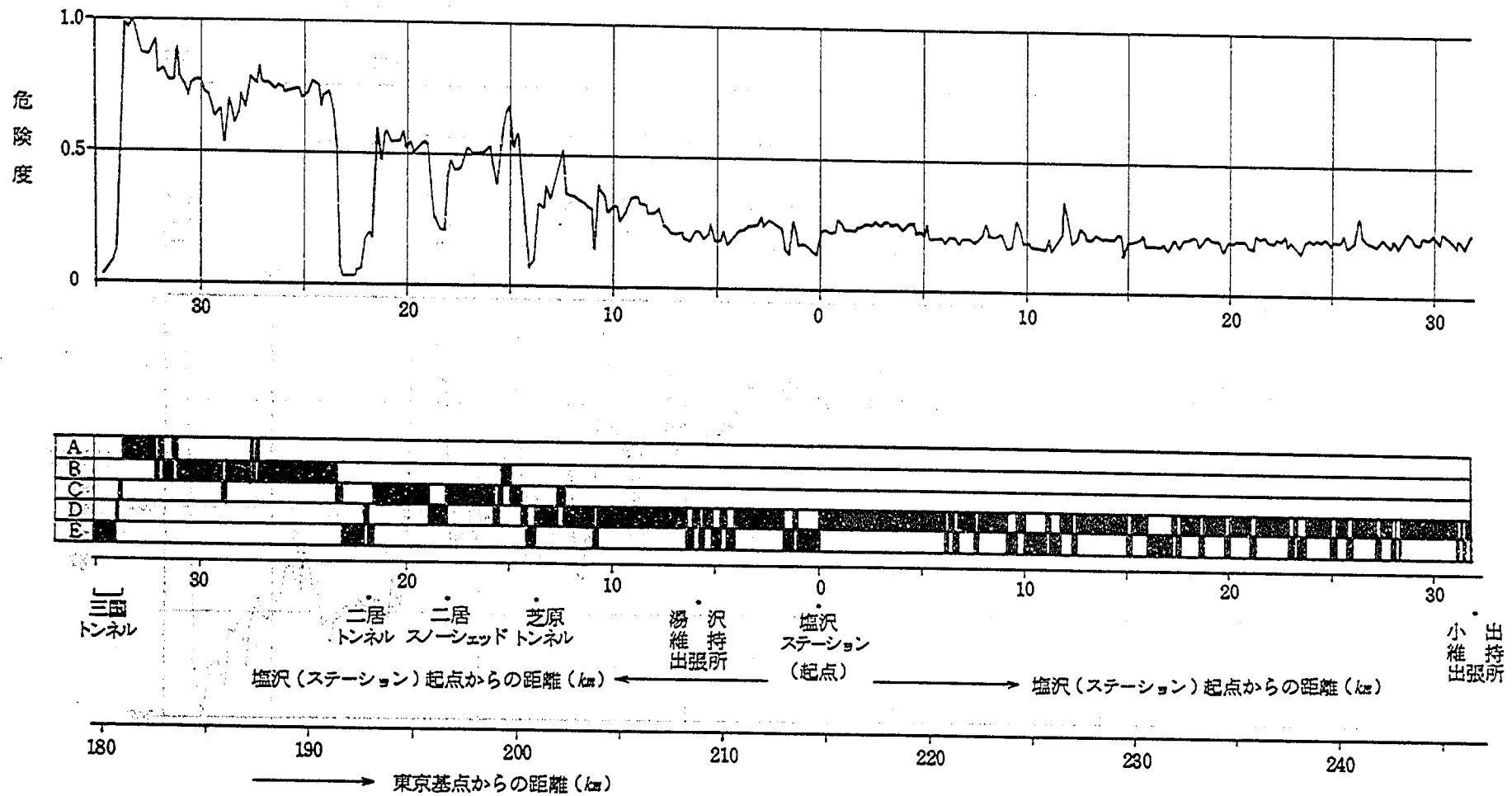


図-13 全調査区間 (三國～小出) による危険度の判定

等となった。

以上は、調査区間別および調査路線全体の凍結・圧雪発生および調査区間全体の危険度について述べてきたが、その中で、Aランクを示す地点、区間は天候によって多少異なるものと思われる。しかし、天候にあまり関係なくAランクに位置付けられるような危険箇所は、総合で示した箇所になるものと思われる。したがって、この地点では雪寒対策で最も注意する必要がある地点（区間）と思われる。また、天候別に示したように日照状況および路側に積った雪とか斜面からの融雪水等により考えられない場所でも危険度が高くなる地点、区間が存在するためパトロール等により十分注意することが必要である。

5.2 機器設置の代表性

路面の凍結・圧雪現象を検知あるいは予知する方法としては、現在、パトロール等により検知するものが主体となっているが、最近では的確な気象情報を入手し、迅速かつ確実な道路管理を行うために気象機器が設置されるようになってきた。しかし、道路は線として長くかつ局地気象に大きく左右されることから、路線全体の凍結・圧雪現象をカバーするには非常に多くの機器が必要になり、さらに、機器そのものが比較的高価であることから、設置地点の選定が大きな問題となる。そこで、本項では有効的な機器の設置位置を解明し、路線全体の気象（気温、路面温度）状況を的確に収集するための解析を行ったものである。

その方法としては、移動観測結果を基に統計的な手法により気象の似通う区間、あるいは各気象因子が地点相互に高い相関を示す区間に分類し、1区間に1機器を設置し、その区間の気象を代表させようとするものである。つまり、調査対象区間である塩沢～三国区間、塩沢～小出区間において過去数回実施した移動観測結果を基に路面温度、気温の各要素に関して路線上の各地点間ごとによる相関を求め、高相関（ここでは相関係数 ≥ 0.95 ）地区に分割し、そのブロックごとにより最も相関の高い地点を代表点（基準点）として選定するものである。結果等については以下に示す。なお、ここでは各種天候に対し安定した精度を得ることと計算機の容量の関係から、塩沢～三国区間については6回分の調査結果（全部で8回実施したが、天候等が他のものと同じ傾向を示す昭和54年1月、昭和54年12月5日の2回分については省略し、昭和52年8月に実施したものは外部検証用とした）により実施し、塩沢～小出区間については5回分（調査回数）の調査結果（ここでは、5回の調査回数のうち昭和54年1月に実施したものを外部検証用とした）により解析を行った。また、各測定別による相関解析の結果については文献-1を参照されたい。

5.2.1 計算による有効的な機器の設置点

路線として機器（気温計および路面温度計）を設置する場合、数少ない機器で、かつ他地点の温度が高い精度で検知できることが必要である。そこで今回は、各調査区間別に最大でも4箇所程度（1箇所～4箇所について検討）を目標に解析を行った。

方法としては、調査結果（塩沢～三国区間は6回分、塩沢～小出区間は5回分）を基に各地点間の相関解析を行い図-14(a)、(b)に示す相関図から1～4区分ごとに高相関エリア（路線全体で最も高い相関が得られるように設定した）を求めた。その結果、各区分ごとによる基準点と、その範囲を表-4に示した。また、各区分ごとによる高相関(95%以上)が得られる比率は表-5に示した。これによると日射の推定は、設置点を増しても高相関

表-4 計算上の機器の設置点（基準点）とその範囲

塩沢～三国区間					塩沢～小出区間				
区分数	区間	基準点	範囲		区分数	区間	基準点	範囲	
			起 点	終 点				起 点	終 点
1	1	176	1	352	1	1	160	1	320
2	1	100	1	185	2	1	80	1	160
	2	269	186	352		2	240	161	320
3	1	60	1	140	3	1	55	1	110
	2	176	141	225		2	165	111	220
	3	301	226	352		3	270	221	320
4	1	60	1	140	4	1	40	1	80
	2	176	141	215		2	120	81	160
	3	226	216	236		3	200	161	240
	4	301	237	352		4	280	241	320

※ 数字は塩沢（ステーション）を起点とした距離（単位 100 m）を示す。

が多く得られる地点は期待できないが、路面温度、気温に関しては、機器を多く設置することによって可能になる。例えば、塩沢～三国区間で4地点に設置した場合、他の設置点数に比べ高相関が得られる地点は多く、路面温度で路線全体の79.8%、気温で92.6%となった。また、塩沢～小出区間では4地点に設置した場合、ほとんど100%近い値となり2地点に設置した場合でも路面温度、気温とも99.4%の値が得られた。この結果から、この路線（小出～三国区間）では、塩沢起点から三

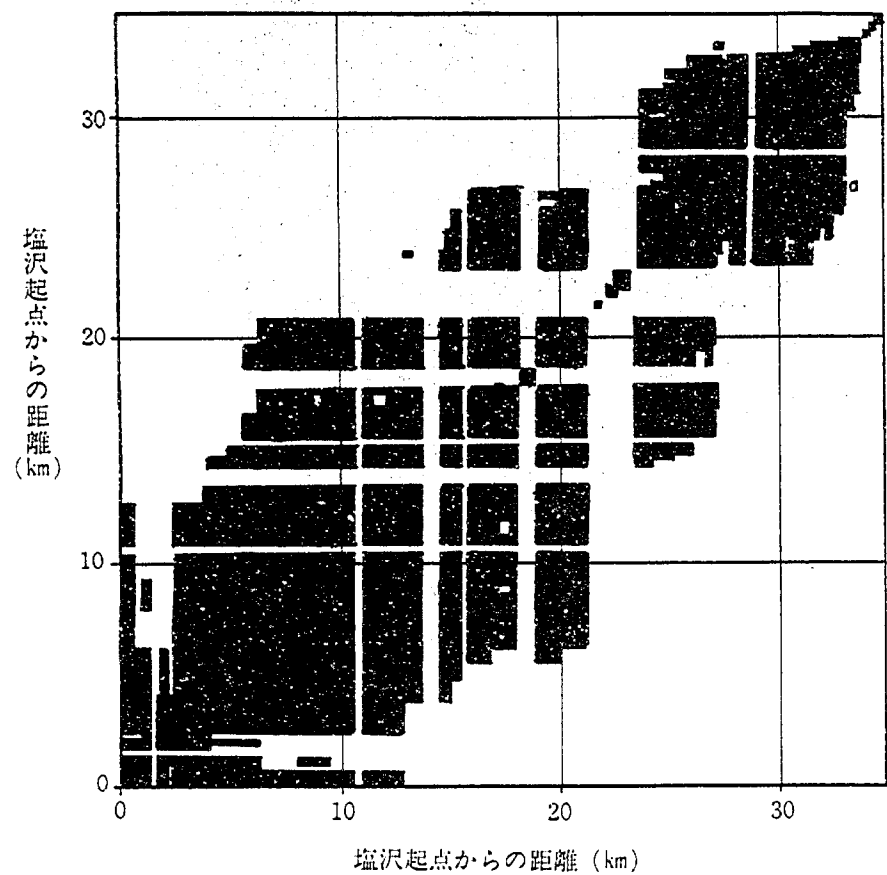
国方面へ6.0km、17.6km、22.6、30.1km地点と、塩沢起点から小出方面へ8.0km、24.0km地

表-5 各気象要素の区別による高相関(95%以上)が得られる比率(%)

区間	区分数	気象要素		
		路 温	気 温	日 射
塩沢～三国	1	48.6※	55.4	4.0
	2	78.0	88.9	51.4
	3	77.8	90.6	65.1
	4	79.8	92.6	69.8
塩沢～小出	1	87.2	87.5	32.5
	2	99.4	99.4	52.5
	3	100.0	99.1	66.1
	4	100.0	99.7	76.8

※ 相関係数95%以上の地点数/区分内の総地点数

(路温)



(气温)

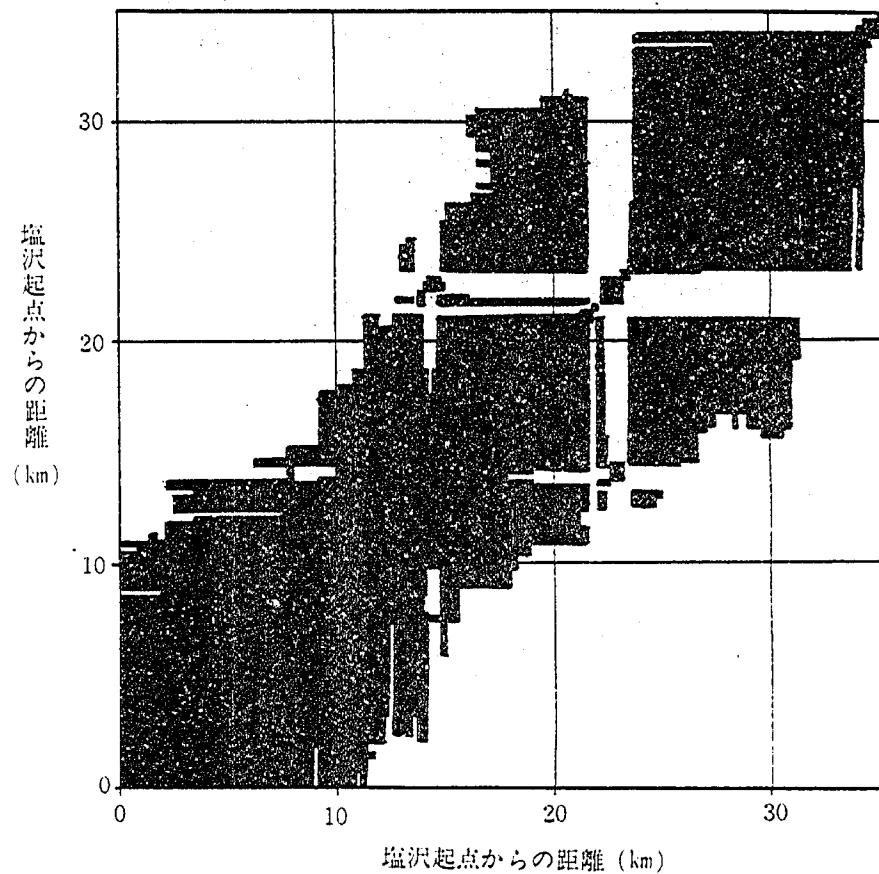
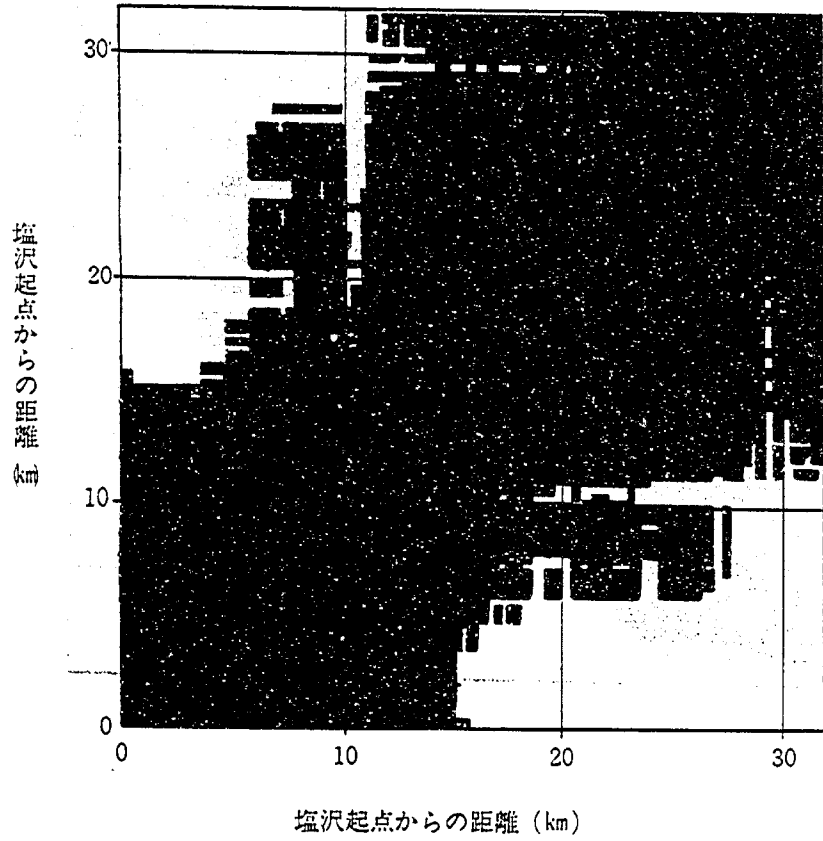


図-14(a) 全測定結果による路温、气温の相関図 (塩沢~三国区間)

(路温)



(気温)

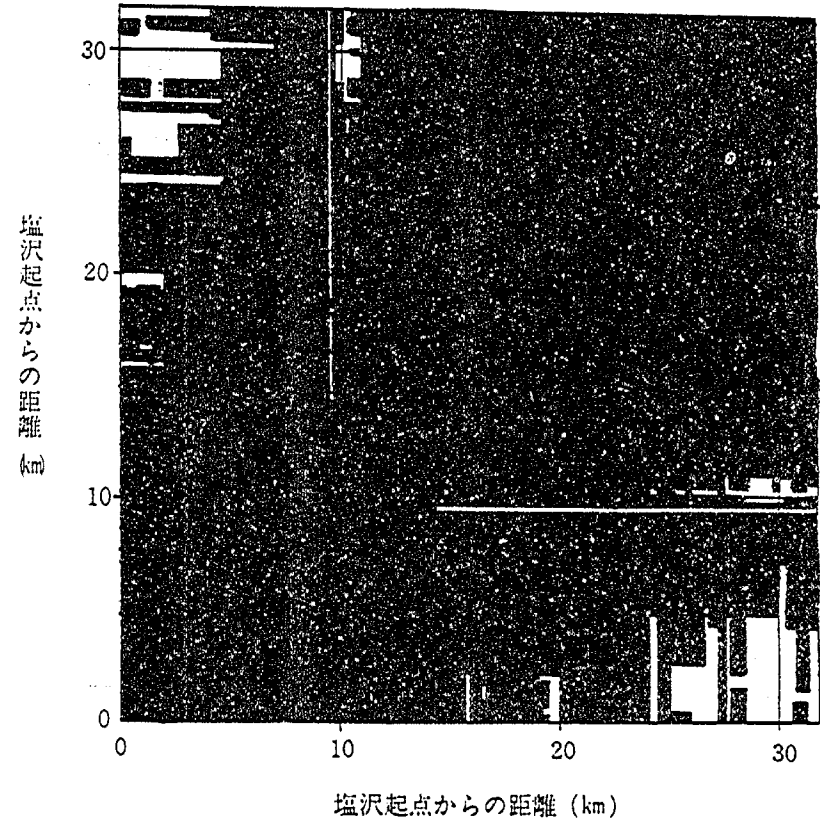


図-14(b) 全測定結果による路温、気温の相関図 (塩沢~小出区間)

点の計6台気象機器を設置することによって線としてかなりの範囲がカバーされるものと思われる。なお、塩沢～三国区間が塩沢～小出区間に比べ、その精度が低下しているのは、トンネル、スノーシェッドの出入口とか橋等が多く局地気象に大きく左右されるためと思われる。

5.3 温度の線的検知

ここでは、前項の相関解析によって求めた機器の有効的な設置点から、高相関エリア内における各地点の温度（路面温度、気温）を推定し、調査路線全体の温度を検知しようとするものである。つまり、いくつかの基準点に設置した気象機器で入手した温度を基に、基準点と相関が高い地区内の各地点の温度を推定式によって算出しようとするものである。

5.3.1 解析方法および結果

機器の設置点から他地点を推定する方法としては、既に24時間の温度パターンを考慮した手法について検討（結果等は文献-1参照）してきたが、温度は日射等の条件によって大きく異なることから高い精度を得るまでに至らなかった。そこで、本項では、より高い精度を得るために日射の影響が少なく温度（プラス5℃前後）が安定した夕方から朝方のデータを主体に推定式を作成した。その方法としては、相関解析によって得られた基準点とその高相関エリア内での各地点（100m間隔）とから一回帰式により、次式の関係性を求めたものである。

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、Y : 推定しようとする地点の温度(℃)
a、b : 係数
X : 基準点の温度(℃)

その結果の一例として、各区分別（表-4参照）による推定式の係数を表-6(a、b)、 η (a、b)に示した。また、推定式を作成した時の精度、つまり内部検証結果は表-5を参照されたい。

なお、推定式を作成するために使用したデータは、塩沢～三国区間で昭和51年12月、昭和53年3月、昭和54年12月9日、昭和55年12月、昭和57年2月の5回分を用い、昭和52年3月の1回分のデータで検証を行った。また、塩沢～小出区間では昭和54年12月（2回）、昭和55年12月、昭和57年2月の4回分を用い、昭和54年1月の1回分のデータで検証を行った。

表-6(a) 各区分における路温の推定式(一例)

(塩沢～三園区間)

N	機器を1台設置した場合			機器を2台設置した場合			機器を3台設置した場合			機器を4台設置した場合		
	k	a	b	k	a	b	k	a	b	k	a	b
10	176	2.20	0.76	100	1.46	0.85	60	0.54	1.01	60	0.54	1.01
30	"	1.49	0.84	"	0.76	0.84	"	-0.06	0.95	"	-0.06	0.95
60	"	1.70	0.89	"	0.96	0.86	"	0.16	0.95	"	0.16	0.95
90	"	0.87	0.76	"	0.14	0.84	"	-0.42	0.80	"	-0.42	0.80
120	"	0.64	1.02	"	-0.07	0.85	"	-0.55	0.76	"	-0.55	0.76
150	"	0.00	0.93	"	-0.61	0.73	176	0.00	0.93	176	0.00	0.93
180	"	0.44	1.12	"	-0.07	0.66	"	0.44	1.12	"	0.44	1.12
210	"	0.10	1.06	269	0.62	0.94	"	0.10	1.06	"	0.10	1.06
230	"	3.42	1.75	"	4.28	1.54	301	4.32	1.02	226	-0.09	0.91
270	"	-0.49	0.99	"	0.02	0.91	"	0.12	0.73	301	0.12	0.73
300	"	-0.79	1.06	"	-0.23	1.05	"	0.00	1.00	"	0.00	1.00
320	"	-0.87	0.91	"	-0.40	0.87	"	-0.29	0.71	"	-0.29	0.71

※ Nは塩沢(ステーション)起点からの距離(×100 m)、kは基準点(×100 m)を示す。またa、bは(1)式の係数

表-6(b) 各区分における気温の推定式(一例)

(塩沢~三田区間)

N	機器を1台設置した場合			機器を2台設置した場合			機器を3台設置した場合			機器を4台設置した場合		
	k	a	b	k	a	b	k	a	b	k	a	b
10	176	1.11	0.78	100	0.62	0.81	60	0.31	0.92	60	0.31	0.92
30	〃	0.73	0.80	〃	0.22	0.83	〃	-0.10	0.95	〃	-0.10	0.95
60	〃	0.77	0.82	〃	0.25	0.85	〃	-0.06	0.96	〃	-0.06	0.96
90	〃	0.51	1.04	〃	-0.13	1.06	〃	-0.52	1.19	〃	-0.52	1.19
120	〃	0.11	1.05	〃	-0.53	1.07	〃	-0.93	1.20	〃	-0.93	1.20
150	〃	0.11	0.98	〃	-0.50	1.00	176	0.11	0.98	176	0.11	0.98
180	〃	0.05	1.03	〃	-0.58	1.04	〃	0.05	1.03	〃	0.05	1.03
210	〃	-0.11	0.96	269	0.48	0.87	〃	-0.11	0.96	〃	-0.11	0.96
230	〃	0.71	1.01	〃	1.33	0.91	301	1.33	0.93	226	0.22	0.96
270	〃	-0.86	1.06	〃	-0.22	0.97	〃	-0.16	0.99	301	-0.16	0.99
300	〃	-0.70	1.06	〃	-0.06	0.97	〃	0.00	1.00	〃	0.00	1.00
320	〃	-1.08	1.11	〃	-0.40	1.03	〃	-0.34	1.06	〃	-0.34	1.06

※ Nは塩沢(ステーション)起点からの距離(×100 m)、kは基準点(×100 m)を示す。またa、bは(1)式の係数

表-7(a) 各区分における路温の推定式(一例)

(塩沢~小出区間)

N	機器を2台設置した場合			機器を2台設置した場合			機器を3台設置した場合			機器を4台設置した場合		
	k	a	b	k	a	b	k	a	b	k	a	b
0	160	0.11	1.01	80	0.57	0.94	55	0.29	0.95	40	0.29	0.95
30	"	-0.41	1.07	"	0.24	0.93	"	-0.21	1.00	"	-0.22	1.01
60	"	0.03	1.03	"	0.46	0.98	"	0.26	0.96	"	0.27	0.95
90	"	0.30	0.99	"	0.74	0.93	"	0.51	0.92	120	0.75	0.90
120	"	-1.04	1.18	"	-0.47	1.08	165	-1.00	1.17	"	-0.57	1.09
150	"	0.42	0.95	"	0.92	0.86	"	0.51	0.93	"	0.86	0.86
180	"	0.21	0.90	240	0.11	0.89	"	0.32	0.86	200	0.22	0.89
210	"	0.37	0.92	"	0.25	0.92	"	0.49	0.88	"	0.38	0.91
240	"	0.50	0.90	"	0.41	0.89	270	0.21	0.97	280	0.29	0.99
270	"	0.33	0.84	"	0.22	0.84	"	0.02	0.93	"	0.06	0.95
300	"	-0.05	0.92	"	-0.15	0.92	"	-0.29	0.98	"	-0.32	1.04
319	"	0.19	0.91	"	0.19	0.86	"	-0.08	0.97	"	-0.20	1.06

※ Nは塩沢(ステーション)起点からの距離(×100 m)、kは基準点(×100 m)を示す。またa、bは(1)式の係数

表-7(b) 各区分における気温の推定式(一例)

(塩沢~小出区間)

N	機器を1台設置した場合			機器を2台設置した場合			機器を3台設置した場合			機器を4台設置した場合		
	k	a	b	k	a	b	k	a	b	k	a	b
0	160	0.35	0.96	80	-0.01	0.98	55	0.09	0.96	40	0.16	0.98
30	"	0.28	0.93	"	-0.06	0.94	"	0.05	0.92	"	0.07	0.95
60	"	0.20	0.99	"	-0.15	0.99	"	0.01	0.97	"	0.00	1.00
90	"	0.14	0.98	"	-0.17	0.99	"	-0.07	0.97	120	-0.17	1.02
120	"	0.31	0.97	"	-0.01	0.97	165	0.15	0.98	"	-0.02	1.01
150	"	0.26	1.02	"	-0.06	1.02	"	0.11	1.02	"	-0.07	1.05
180	"	0.22	0.96	240	-0.15	0.94	"	0.05	0.98	200	0.28	0.88
210	"	0.18	1.01	"	-0.16	0.97	"	0.02	1.01	"	0.23	0.92
240	"	0.27	0.98	"	-0.10	0.95	270	0.19	0.99	280	0.38	0.95
270	"	0.07	1.01	"	-0.38	1.01	"	-0.03	1.04	"	0.18	0.98
300	"	-0.04	0.99	"	-0.45	0.97	"	-0.15	1.01	"	0.06	0.96
319	"	0.05	0.95	"	-0.34	0.94	"	-0.04	0.97	"	0.15	0.93

※ Nは塩沢(ステーション)起点からの距離(×100 m)、kは基準点(×100 m)を示す。またa、bは(1)式の係数

5.3.2 外部データによる検証

ここでの検証は実用性を考え、調査路線の塩沢～三国区間を4分割（気象機器を4箇所に設定）した場合、塩沢～小出区間を2分割（気象機器を2箇所に設定）した場合の基準点から各々の区間内における検知精度の検証を行ったものである。この時の検証用データは、推定式を作成するために使用したデータ以外のもので、塩沢～三国区間では昭和52年8月、塩沢～小出区間では昭和54年1月の測定結果を用い、実測値と推定値の比較検討を行った。その結果、各基準点ごとによる推定範囲別の検知精度は表-8に示し、主な地点の実測値と推定値の比較を図-15、16に示した。

表-8 温度の検証精度

気象要素 相関係数 区分内地点数※2 基準点No			路 温				気 温			
			0.75 以上	0.85 以上	0.90 以上	0.95 以上	0.75 以上	0.85 以上	0.90 以上	0.95 以上
塩沢～ 三国区間	1	140	※1) 86.4	85.0	81.4	65.0	91.4	67.7	45.7	22.9
	2	75	81.3	78.7	74.7	66.7	100.0	100.0	100.0	96.0
	3	21	76.2	66.7	66.7	47.6	90.5	76.2	71.4	47.6
	4	116	87.1	84.5	82.8	71.6	92.2	81.9	73.3	53.4
	全 体	352	84.9	82.4	79.5	66.5	93.5	79.5	67.9	50.0
塩小 沢出 区 間	1	160	89.3	88.2	82.5	78.1	98.7	92.5	87.5	81.8
	2	160	87.5	86.3	81.8	83.8	91.2	80.0	74.4	63.1
	全 体	320	88.4	85.6	81.9	75.9	95.0	86.2	80.9	72.5

※1) 各相関係数以上の区分内地点数/区分内総地点数。

※2) 区分内地点数とは、表-4で区分したブロック内の100mピッチの点数を示す。

これによると、計算上の基準点による推定精度は、内部検証結果に比べ低下し、計算上で設定した基準点の路面温度の場合、塩沢～三国区間では90%以上の精度で推定できる地点は全体で79.5%、95%以上は66.5%となった。気温については、90%以上の精度で推定できる地点は全体で67.9%、95%以上が50.0%となった。また、塩沢～小出区間については、路面温度の場合90%以上の精度で推定できる地点は全体で81.9%、95%以上で75.9%となり、気温は90%以上の精度で推定できる地点は全体で80.9%、95%以上が72.5%と比較的高い値となった。

一方、推定区間別（各基準点からの推定範囲）による90%以上の精度で期待できる区間について見ると、塩沢～三国区間の場合、路面温度では基準点No 1とNo 4は高く、No 2とNo 3はやや低い結果となった。その時の値は、No 2が74.7%でNo 3が66.7%となった。気温については、基準点No 1（45.7%）が非常に悪い結果となった。また、塩沢～小出区間については、路面温度の場合基準点No 1とNo 2とでは、あまり差はなく約82%程度となった。これに対し、気温の場合は基準点No 1の方が高い精度で得られ、90%以上期待できる

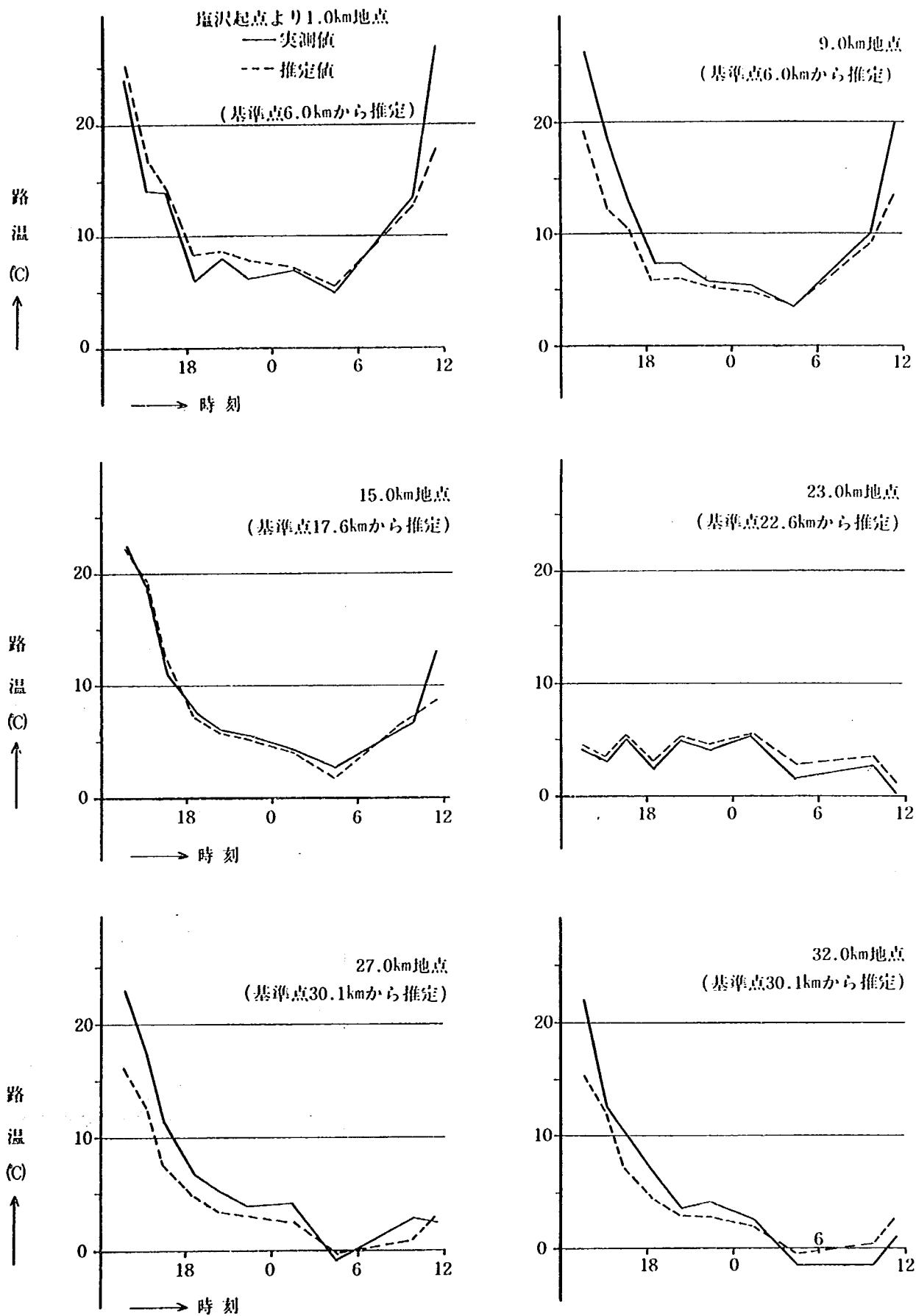


図-15(a) 主な地点の路面温度の推定値と実測値の比較(塩沢~三国区間)
 (実測値はS 52年3月22日測定したもの)

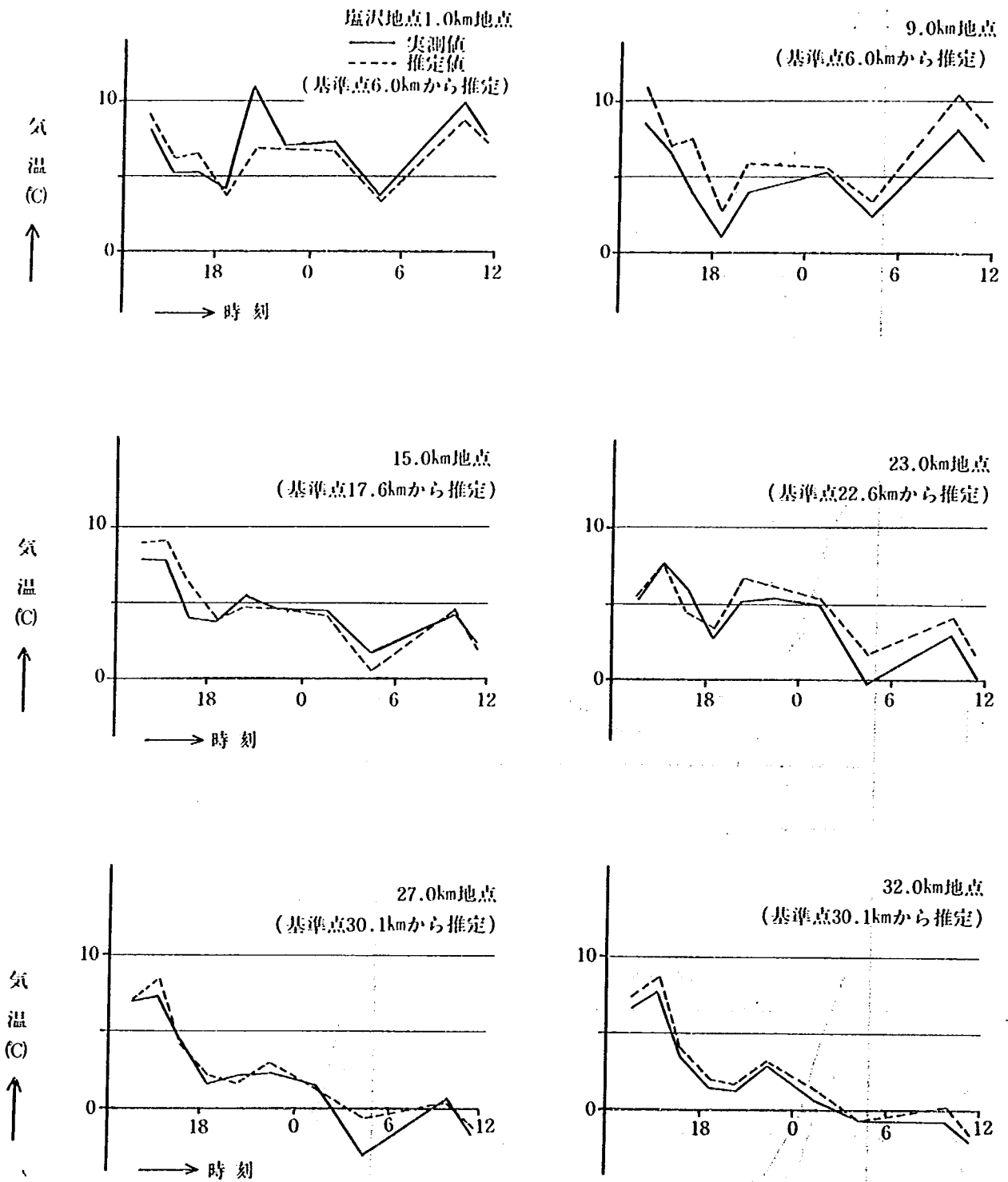


図-15(b) 主な地点の気温の推定値と実測値の比較(塩沢~三国区間)
 (実測値はS 52年8月22日測定したもの)

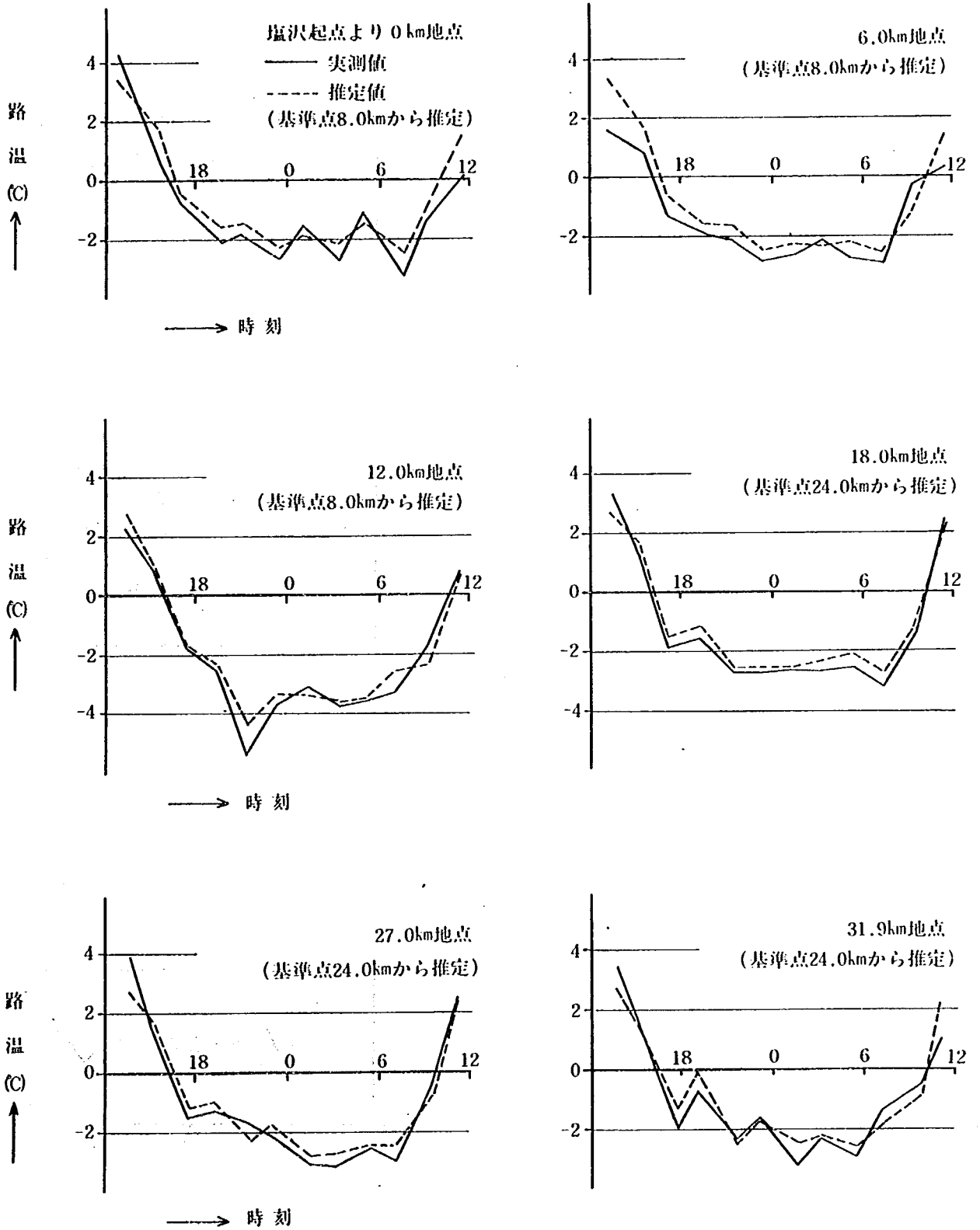


図-16(a) 主な地点の路面温度の推定値と実測値の比較(塩沢~小出区間)
 (実測値はS54年1月12日測定したもの)

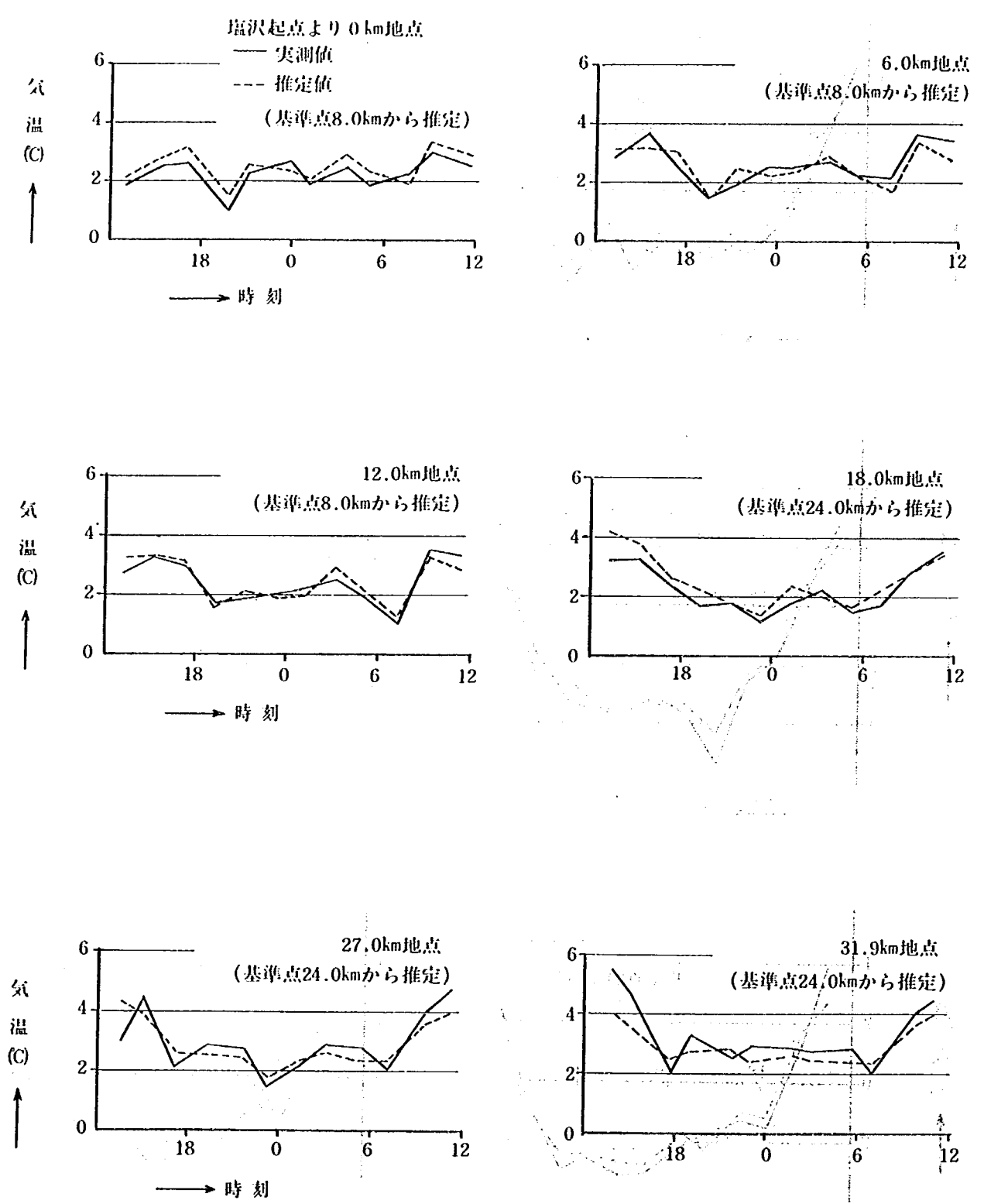


図-16(b) 主な地点の気温の推定値と実測値の比較(塩沢~小出区間)
 (実測値はS54年1月12日測定したもの)

精度が87.5%となりNo.2に比べ13.1%程度上昇した。

以上は、1年分の検証結果であるが一部を除き、図-15、16に示した温度差からもわかるように、ある程度の成果は得られたものと思われる。しかし、既述のとおり天候は毎日毎日変化することから、道路上の各地点の温度も大きく異なるため、一年分だけの検証では十分なものとは言えない。したがって、数多くの検証を行い推定精度の確認を行うとともに、より精度の向上を図ることも必要となろう。

6 移動観測結果のまとめおよび問題点

表-2に示したように、国道17号三国から小出間の約67kmにおいて、塩沢～三国区間（約35km）では昭和51年12月から昭和57年2月の間、合計8回の測定（走行回数：95回）、塩沢～小出区間（約32km）では昭和54年1月から昭和57年2月の間について合計5回の測定（走行回数：60回）を行い、気象概要（気温、路面温度、日射）および機器の代表性、線としての温度推定方法等について検討を行ってきた。その結果を要約すると次のとおりである。

- ① 路線の平均的な温度特性として塩沢～三国区間では、図-7に示すように気温、路面温度とも三国トンネルの入口に近づくにつれ温度は低下し、塩沢起点より三国方面へ33.0～33.5km区間が最も低いところとなった。塩沢と三国の平均的な温度差は天候によって異なるが、およそ気温については1～5℃程度、路面温度では3～9℃程度となった。また、塩沢～小出区間については、一部を除き線としての温度変化、あるいは差はあまり認められなかった。
- ② 日射量については、塩沢～三国区間はトンネル・スノーシェッド等が多いことから、その出入口付近は天候等によって大きく変りやすく、その量は比較的小さな値となった。一方、塩沢～小出区間ではほとんどの地点で同程度の日射量が得られた。
- ③ 積算寒度（各地点のマイナス温度とその時間との積）および、これを基に作成した危険度から調査路線の凍結・圧雪が発生しやすい区間（点）について見ると図-11に示したように、天候にかかわらず危険度が高いAランクの区間（点）は、調査区間別に見ると塩沢～三国区間では塩沢起点から三国方面への距離が27.2～27.3km、27.5km、31.2～31.8km、31.5km、31.7～31.9km、32.1～33.7km地点（区間）となり、塩沢～小出区間では、塩沢起点から小出方面への距離が12.0km、26.4～26.6km地点（区間）となった。これを図-13に示したように、調査路線全体（三国～小出）について見ると、危険ランク地点（区間）は三国方面に集中している。その地点（区間）は、塩沢起点から三国方面へ27.2～27.3km、27.5km、31.2～31.3km、31.7～31.9km、32.1～33.7kmとな

った。つまり、これらの区間（地点）は他の場所に比べ降水があれば、最も早くかつ長い時間凍結・圧雪が発生することになるため、雪寒対策を行う場合、最優先すべき区間（地点）と思われる。また、天候あるいは局地的な現象（路側に積った雪が解け路面が濡れているとか、沢水の流出等）によっては、危険度が高くなる地点（塩沢起点より三国方向に 27.1 km、29.9 km 付近）があるため、これらの地点も含め十分注意する必要がある。

④ 今回実施した計算上の気象機器の設置位置は、塩沢～三国区間で 4 箇所設置する場合、塩沢起点から 6.0 km、17.6 km、22.6 km、30.1 km となり、その精度は、内部検証による 95% 以上の高相関が得られる地点の割合が路面温度で 79.8%、気温で 92.6% となった。また塩沢～小出区間の計算上で求めた気象機器の設置位置を 2 箇所にした場合、塩沢起点より 8.0 km、24.0 km となり、その精度は内部検証の結果 95% 以上の高相関が得られる地点の割合が路面温度で 100.0%、気温で 99.7% となった。この結果から、塩沢～三国区間の路線内の気象は局地的に変動する箇所が非常に多いため検知精度はやや低下しているが有効かつ経済的な面を考えると、前記した地点が適切と思われる。また、塩沢～小出区間については、局地的変動を示す箇所が少ないことから、機器設置地点数は 2 箇所前後で十分と思われる。

⑥ 各々の区間（塩沢～三国区間は 4 箇所、塩沢～小出区間は 2 箇所）に設置した場合の機器の設置点（計算上）から、路線全体の温度（気温、路面温度）を推定する式を作成し、外部データにより検証した結果、全体的には 95% の相関が得られる地点が塩沢～三国区間では、路面温度が 66.5%、気温が 50.0% とやや低下したが、塩沢～小出区間では路面温度が 75.9%、気温が 72.5% と比較的高い結果が得られた。このため、全体路線としての路面温度、気温を推定する方法の可能性が得られたものと思われる。

以上、路線としての気象特性等に関する解析結果の概要を述べてきたが、路線の温度分布、相関性等からもわかるように、この路線は天候等により局地的に気象が変動するところが多くその解析は非常に難しいものとなっている。したがって、今回はその傾向および可能性を調べた程度であり、今後は、現地検証を行い、より精度の向上を計るとともに、低相関地域（局地的に変動しやすい地区）の検討も行う必要がある。

7 凍結・圧雪予測への展開

路面凍結や圧雪現象は、単純には路面上に積雪または水分が存在し、路面温度が凍結危険温度以下になれば発生する。したがって、路面上に積る雪または水分がいつから、どこに、どれ

だけ発生し、また、各々の地点で時々刻々と変化する路面温度が予測されることによって、基本的には凍結・圧雪の予測は可能となる。しかし、路面上に発生する水分形態は、降雪によってのみ発生するものではなく降霜、結露、融雪水、漏水、走行車で持ち込まれた雪、水など、種々な形態があるため、これらを含めると、その検知および予測は難しいものとなる。

そこで、ここでは凍結・圧雪予測を展開するための最も基本的な考え方として図-17に、その調査、研究フローを示した。つまり、これは路面上に発生する水分形態を降雪のみ（融雪水等は移動観測、パトロール等で検知あるいは予測する）とし、それに必要な予測式の作成および気温等と路面温度特性に関する検討、降雪状況と路面温度等から凍結・圧雪発生形態の解明、さらに、現在まで実施してきた路線全体の温度検知に関する研究等から、線としての凍結・圧雪の予測システムを確立しようとするものである。

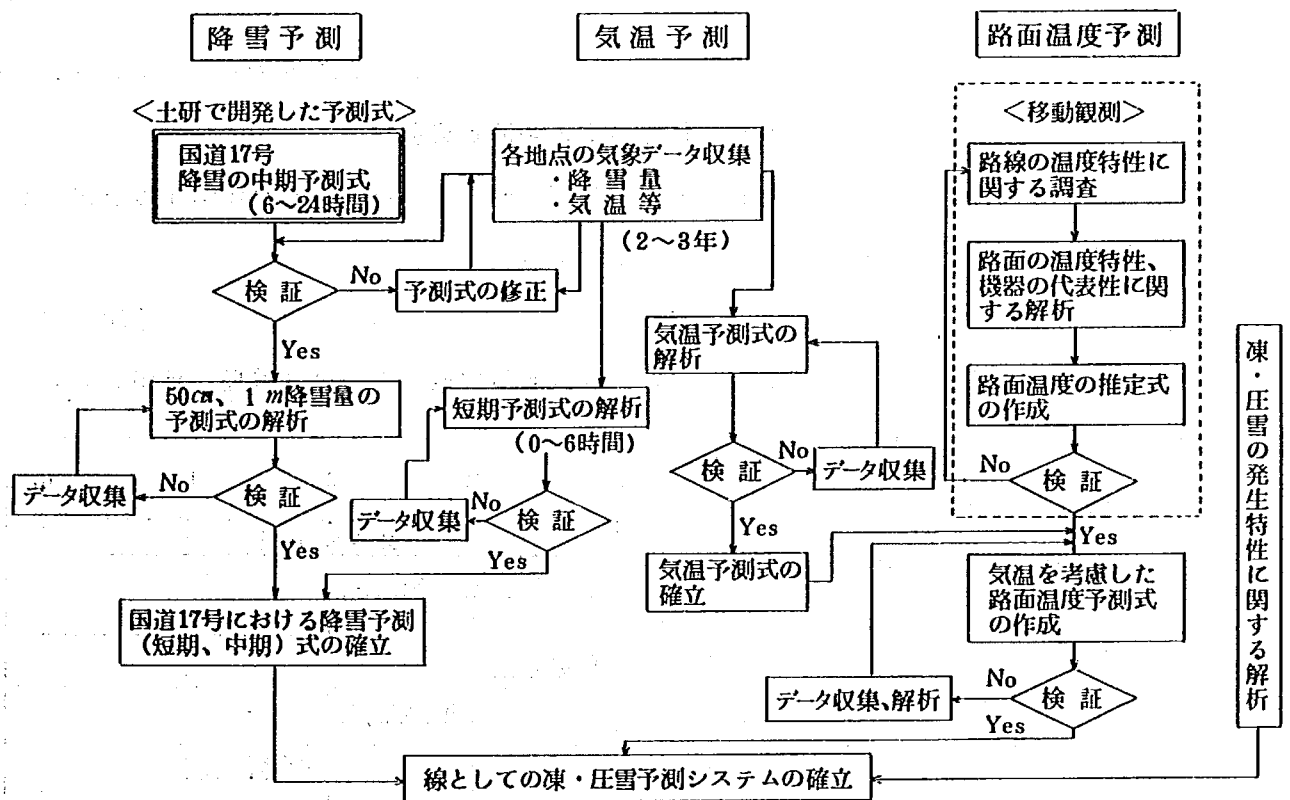


図-17 凍結・圧雪予測を確立するための調査・研究フロー
 ([] : 本テーマで実施した範囲)

しかし、国道17号用として開発したものは、本項で示した路線全体の気温、路面温度を推定する方法のみであり、それ以外は新しい手法を開発するか、あるいは、現在開発されつつある方法を国道17号用として改良するかである。その方法および開発の現状等について示すと次のとおりである。

1) 降雪予測

道路管理に必要とする降雪予測の情報としては図-18に示すように、長期(1~3日)、

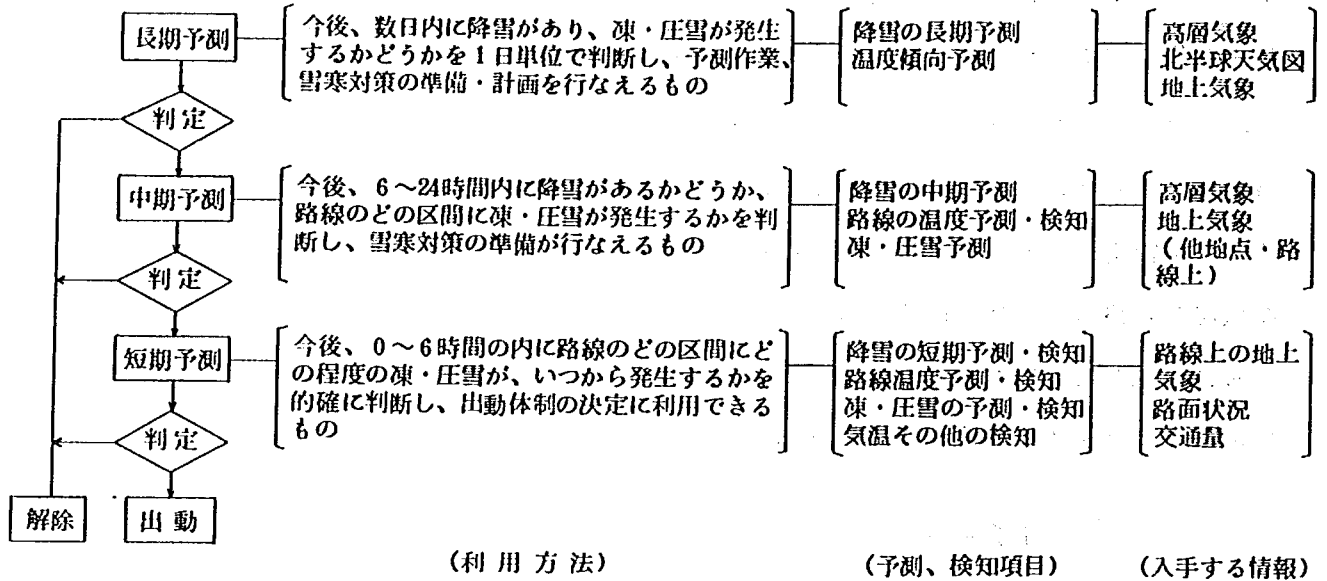


図-18 凍結・圧雪予測の範囲と必要性

中期(6~12時間)、短期(6時間以内)予測が必要と思われる。これに関する研究は土木研究所等で実施され、現在、現地で検証中である。

その予測方式としては、路線上の気象観測局のデータ(降雪量、気温)、気象庁の地上気象観測データ(輪島、相川、etc)、および高層気象観測データ(輪島、秋田、etc)から判別分析の手法を用いて、今後の降雪の有無を判定するものであり、的中率は約80%程度得られている。

(詳しくは、文献-2参照)

また、予測時間は図-19に示すように6時間、12時間、24時間の降雪予測を行っている。予測のための判

時刻	18	24	6	12	18
16時	24時間予測				
	12時間予測		12時間予測		
	6時間予測				
24時	6時間予測				
6時	6時間予測				
12時	6時間予測				

図-19 降雪予測の時間表(中期予測)

別計算にはマイクロコンピューターを使用し、各地点について7~10個のデータをキーボードから入力すれば、今後6~24時間の降雪の有無が確率で表示されるようにしている。

このような現状から、この降雪予測式を国道17号用として作成するためには、2~8年以上の毎時間ごとによる降雪深および気温等の情報を収集することによって可能となろう。

2) 路面温度予測

路面温度の予測は、これまでに路面の熱収支計算による予測、天候パターンによる分類、予測、重回帰式による予測等の手法が考えられているが、実用上十分な精度を得るまでに

は至っていない。その理由として、

- ④ 路面温度の予測方式のうち、熱収支計算による方法は最も理論的ではあるが、計算に使用するデータ数が多く、また、これらのデータを欠測することなく観測するためには、観測装置の維持管理が非常に難しくなる。
- ⑤ 天候パターンによる方式の場合は、それぞれの天候パターンについて温度の日変化曲線を予め定めておき、初期条件によって曲線を上下に平行移動するような方法であるが、当日の天候パターンを決定することが非常に難しく、さらに、温度の日変化は必ずしも天候パターンのみで決定されるものでなく、他の外的要因により左右されることが多いことから、予測精度は悪くあまり使われていない。
- ⑥ 重回帰式による路面温度予測は、これらの方法に比べて、予測のための説明因子が少なく、現場での取扱いが簡単であるという利点がある。重回帰式の方法は大きく分けて二つの方法が考えられる。その一つは、何時間か先を予測する回帰式を多数作成し、この式を用い1時間毎の路面温度を予測する方法である。もう一つは、温度の日変化曲線を最もうまく近似できる曲線を求め、当日の昼夜の路温データを使って、その都度、回帰曲線を求め、この式から温度を予測しようとする方式である。

この二つの方式のうち、どちらが精度の高い予測が可能かは不明であるが、後者は夜間の最低温度がどの程度になるかを求める場合、その都度、回帰式を作成する方が作業手順としては楽である。つまり、この方式の場合は、何年分かの路面温度データを解析し、日変化曲線に最も近似した曲線の形を求めるだけで作成できる。これに対し、前者の方式では、他の気象要素を含めた多くのデータを解析して多数の回帰式を作成しなければならないため、その開発に要する費用や労力は大きくなる。

等が考えられる。そこで、国道17号の路面温度予測を展開するためには、これらを含め、この地区に適した最適な予測式を作成することが必要である。この予測式が作成されることによって、本稿で述べた路線としての温度の推定から予測へと展開が可能となろう。

また、これらの予測手法が確立されることによって図-20のような凍結・圧雪の予測システムが可能となろう。なお、これを作成するためには、次の点を考慮する必要がある。

a) 利用方法が簡単なこと

凍結・圧雪予測の手法は、最終的には現場の道路管理者が利用することから、予測を行う時の手順が非常に複雑であったり、担当者が判断に窮するような情報を含んではならない。たとえば、天気図のパターン分類という情報が必要な場合を考え

ると、当日の天気図そのものはテレビや新聞から容易に入手できるが、その判断基準は余程明確にしない限り、現場の担当者にとっては判断に苦しむ材料にしかなり得ない。また、もし、判断基準がはっきりしていても、その判断の手順が複雑であったり、難解であれば、実用的ではない。

- b) 時間(帯)別の予測が可能なこと
凍結・圧雪の予防、除去作業のための薬剤、薬液、作業員や車輛の準備、配置のために必要な時間は昼夜の別で異なるものと思われるが、障害発生よりも2～3時間前には予測結果が得られることが

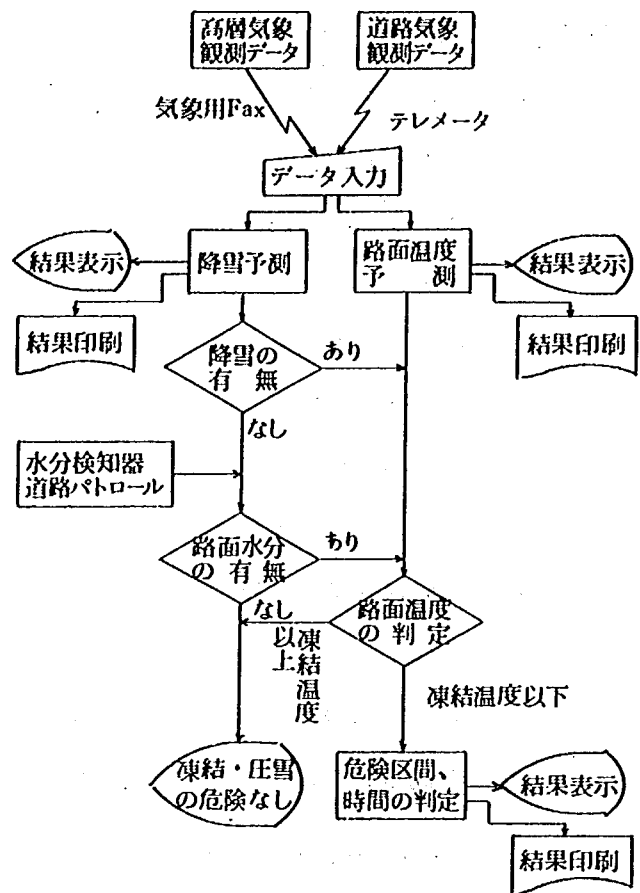


図-20 凍結・圧雪の予測システム

望ましい。特に夜間においては、作業員の早急な確保が難しい場合もあり得るため、深夜から早朝までの間に凍結・圧雪が生じるかどうかの予測は夕方までに得ておく必要がある。さらに、凍結・圧雪が発生している場合、現在の状況が発達状況か、衰退状況にあるのかを予測することが必要である。すなわち、現在の降雪が今後何時間程度継続し、かつ、総降雪量がどの程度になるかという予測が可能ならば、その後の作業計画の立案に対して十分な効果が上げられる。なお、この考え方は図-18にも示したので参照されたい。

- c) 路線(管理区間)全域の予測が可能なこと

路線上のある限られた狭い地区のみの予測ではなく、路線(管理区間)全域を網羅し、きめ細かい予測が必要である。なお、これについては現在実施している温度の推定式から温度予測が作成されることにより、路線全体の温度等の予測は可能となる。

- d) 信頼性が高いこと

予測結果の的中精度が高いのはもちろん必要であるが、ここで言う信頼性とは、予測段階における情報そのものと、その収集システムについてである。まず、観測の精度が悪いものとか、欠測が生じ易い観測データ等を予測のための情報として用いてはならない。次に、これらの情報は予測を行う時点までに確実に入手可能なものを選定する必要がある。

あ と が き

国道17号三国から小出の約67km区間における気象特性、および線（100m間隔）としての温度（気温、路面温度）の推定方法に関する解析を行い基礎調査の段階ではあるが、実用化としての可能性を得ることができた。しかし、今回の調査、解析は、凍結・圧雪の予測システムを作成するための一部分であり、今後、このシステムを展開して行くためには、降雪予測、路面温度予測等の多くの項目を解明することが必要となってくる。また、今回得られた気象特性および線としての推定式に関しても、路面温度、気温等は、天候、路面状況によって大きく異なることから、今後、数多くの検証を行い、より精度が得られるものとして修正等を行って行くことが必要となろう。

最後に、線としての気象調査を行うに当たって、長岡国道工事々務所の御協力を得たことを、ここに付記し感謝の意を表する。

参 考 文 献

1. 土木研究所年度報告 地方建設局依頼調査試験報告の国道17号気象特性調査
昭和53年5月～57年5月
2. 土木研究所資料 道路気象情報システムの実用開発計画(3)第1539号
昭和54年12月

〔 資 料 編 〕

資料編の目次

§ 1 塩沢～三国区間の観測結果（路面温度、気温、日射量、路面状況）の一例

測定年月日	開始時刻	終了時刻	走行回数(回)	ページ
① 昭和52年 8 月 22日	12時58分	11時00分	10	48～54
② 昭和53年 8 月 22日	15時00分	15時00分	13	54～63

§ 2 塩沢～小出区間の観測結果（路面温度、気温、日射量、路面状況）の一例

測定年月日	開始時刻	終了時刻	走行回数(回)	ページ
① 昭和54年 1 月 12日	13時00分	11時00分	12	64～71
② 昭和54年 12月 7 日	16時00分	14時07分	12	72～79

資料の説明

観測結果の一覧については、

- ① ポイントNoとは、塩沢を起点とし三国（あるいは小出）方面への100 mピッチごとによる距離を示した。例として、ポイントNo 182 とあるのは塩沢起点から18.2 kmの地点を示す。
- ② 路面温度、気温の単位は℃で示し、日射量はmw/cmの単位である。
- ③ 路面状況欄の数値は、0が記録なし、1または10が乾路面、2または20が一部ぬれ、8または80が全部ぬれ、4または40が一部ジャムとかシャーベット、7または70がザクザク雪を示す。
- ④ 空欄、「-」、「-999.99」は、データが入力されていない部分である。

である。

測定年月日・時刻

昭和52年3月22日 18時00分(塩沢~三國間)

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 18:00 measurement.

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 18:00 measurement.

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 18:00 measurement.

測定年月日・時刻

昭和52年3月22日 20時00分(塩沢~三國間)

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 20:00 measurement.

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 20:00 measurement.

Table with 5 columns: Point No., Station Name, Direction, Time, and Status. It contains 10 rows of data for the 20:00 measurement.

観測年月日・時刻

昭和52年3月22日 22時00分(塩沢～三國間)

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the first observation period.

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the second observation period.

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the third observation period.

観測年月日・時刻

昭和52年3月22日 22時00分(塩沢～三國間)

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the fourth observation period.

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the fifth observation period.

Table with 5 columns: 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ, 電ノ. Contains numerical data for the sixth observation period.

*電ノは観測ステーション、電ノは351号三國アンテナ出口を示す。

昭和52年3月23日 1時00分(塩沢～三國間)

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

昭和52年3月23日 4時03分(塩沢～三國間)

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

車種	車番	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車	乗車	下車
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199

*本ページの乗車状況は、本ページNo.351は三國トンネルの出口を示す。

昭和52年 8月28日 9時30分 (横浜(三田区))

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

昭和52年 8月28日 9時30分 (横浜(三田区))

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

昭和52年 8月28日 9時30分 (横浜(三田区))

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

昭和52年 8月28日 9時30分 (横浜(三田区))

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

Table with columns: No., Name, and multiple rows of alphanumeric data.

* 本ページの氏名は、本ページのNo.と一致する。

測定年月日・時刻 昭和54年1月12日 13時00分(塩沢～小出間)

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
0	0	0	0	0
10	10	10	10	10
20	20	20	20	20
30	30	30	30	30
40	40	40	40	40
50	50	50	50	50
60	60	60	60	60
70	70	70	70	70
80	80	80	80	80
90	90	90	90	90

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
100	100	100	100	100
110	110	110	110	110
120	120	120	120	120
130	130	130	130	130
140	140	140	140	140
150	150	150	150	150
160	160	160	160	160
170	170	170	170	170
180	180	180	180	180
190	190	190	190	190

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
200	200	200	200	200
210	210	210	210	210
220	220	220	220	220
230	230	230	230	230
240	240	240	240	240
250	250	250	250	250
260	260	260	260	260
270	270	270	270	270
280	280	280	280	280
290	290	290	290	290

測定年月日・時刻 昭和54年1月12日 15時00分(塩沢～小出間)

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
300	300	300	300	300
310	310	310	310	310
320	320	320	320	320
330	330	330	330	330
340	340	340	340	340
350	350	350	350	350
360	360	360	360	360
370	370	370	370	370
380	380	380	380	380
390	390	390	390	390

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
400	400	400	400	400
410	410	410	410	410
420	420	420	420	420
430	430	430	430	430
440	440	440	440	440
450	450	450	450	450
460	460	460	460	460
470	470	470	470	470
480	480	480	480	480
490	490	490	490	490

ポイント	路面	気温	日射	路面
水	湿度	湿度	湿度	状況
500	500	500	500	500
510	510	510	510	510
520	520	520	520	520
530	530	530	530	530
540	540	540	540	540
550	550	550	550	550
560	560	560	560	560
570	570	570	570	570
580	580	580	580	580
590	590	590	590	590

※ 各ポイントの路面状況は、各ポイントの319に小出港時圧縮率を示す。

測定年月日・時刻

昭和54年1月12日 19時00分(塩沢~小出間)

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

測定年月日・時刻

昭和54年1月12日 21時00分(塩沢~小出間)

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

ポイント	路線	区間	日計	路線	状況
100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117
118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129
130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171
172	173	174	175	176	177
178	179	180	181	182	183
184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201

*ポイントNo.0は塩沢ステーション、ポイントNo.319は小出維持出張所を示す。

昭和54年1月12日 23時00分 (協沢～小庄間)

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
101	普通	上野	23:00	上野	
101	普通	上野	23:05	大塚	
101	普通	上野	23:10	池袋	
101	普通	上野	23:15	有楽町線	
101	普通	上野	23:20	池袋	
101	普通	上野	23:25	大塚	
101	普通	上野	23:30	上野	
102	普通	池袋	23:00	池袋	
102	普通	池袋	23:05	大塚	
102	普通	池袋	23:10	池袋	
102	普通	池袋	23:15	有楽町線	
102	普通	池袋	23:20	池袋	
102	普通	池袋	23:25	大塚	
102	普通	池袋	23:30	池袋	

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
103	普通	池袋	23:00	池袋	
103	普通	池袋	23:05	大塚	
103	普通	池袋	23:10	池袋	
103	普通	池袋	23:15	有楽町線	
103	普通	池袋	23:20	池袋	
103	普通	池袋	23:25	大塚	
103	普通	池袋	23:30	池袋	

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
104	普通	池袋	23:00	池袋	
104	普通	池袋	23:05	大塚	
104	普通	池袋	23:10	池袋	
104	普通	池袋	23:15	有楽町線	
104	普通	池袋	23:20	池袋	
104	普通	池袋	23:25	大塚	
104	普通	池袋	23:30	池袋	

昭和54年1月12日 23時00分 (協沢～小庄間)

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
110	普通	上野	23:00	上野	
110	普通	上野	23:05	大塚	
110	普通	上野	23:10	池袋	
110	普通	上野	23:15	有楽町線	
110	普通	上野	23:20	池袋	
110	普通	上野	23:25	大塚	
110	普通	上野	23:30	上野	
111	普通	池袋	23:00	池袋	
111	普通	池袋	23:05	大塚	
111	普通	池袋	23:10	池袋	
111	普通	池袋	23:15	有楽町線	
111	普通	池袋	23:20	池袋	
111	普通	池袋	23:25	大塚	
111	普通	池袋	23:30	池袋	

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
112	普通	池袋	23:00	池袋	
112	普通	池袋	23:05	大塚	
112	普通	池袋	23:10	池袋	
112	普通	池袋	23:15	有楽町線	
112	普通	池袋	23:20	池袋	
112	普通	池袋	23:25	大塚	
112	普通	池袋	23:30	池袋	

車次	種別	行先	時刻	駅名	状況
113	普通	池袋	23:00	池袋	
113	普通	池袋	23:05	大塚	
113	普通	池袋	23:10	池袋	
113	普通	池袋	23:15	有楽町線	
113	普通	池袋	23:20	池袋	
113	普通	池袋	23:25	大塚	
113	普通	池袋	23:30	池袋	

* 本表の0は協沢駅、1は小庄駅を示す。

測定年月日・時刻 昭和54年1月13日 1時00分(塩沢～小出間)

測定年月日・時刻 昭和54年1月13日 3時00分(塩沢～小出間)

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

ポイント	距離	気温	日射	路面状況
100	101	102	103	104
105	106	107	108	109
110	111	112	113	114
115	116	117	118	119
120	121	122	123	124
125	126	127	128	129
130	131	132	133	134
135	136	137	138	139
140	141	142	143	144
145	146	147	148	149
150	151	152	153	154
155	156	157	158	159
160	161	162	163	164
165	166	167	168	169
170	171	172	173	174
175	176	177	178	179
180	181	182	183	184
185	186	187	188	189
190	191	192	193	194
195	196	197	198	199
200	201	202	203	204

※ポイントNo.0は塩沢マターション、ポイントNo.319は小出権持圧取所を示す。

昭和54年1月13日 時刻

昭和54年1月13日 11時00分 (橋沢~小出間)

昭和54年1月13日 時刻 昭和54年1月13日 11時00分 (橋沢~小出間)

駅	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	
100																					
101																					
102																					
103																					
104																					
105																					
106																					
107																					
108																					
109																					
110																					
111																					
112																					
113																					
114																					
115																					
116																					
117																					
118																					
119																					
120																					
121																					
122																					
123																					
124																					
125																					
126																					
127																					
128																					
129																					
130																					
131																					
132																					
133																					
134																					
135																					
136																					
137																					
138																					
139																					
140																					
141																					
142																					
143																					
144																					
145																					
146																					
147																					
148																					
149																					
150																					
151																					
152																					
153																					
154																					
155																					
156																					
157																					
158																					
159																					
160																					
161																					
162																					
163																					
164																					
165																					
166																					
167																					
168																					
169																					
170																					
171																					
172																					
173																					
174																					
175																					
176																					
177																					
178																					
179																					
180																					
181																					
182																					
183																					
184																					
185																					
186																					
187																					
188																					
189																					
190																					
191																					
192																					
193																					
194																					
195																					
196																					
197																					
198																					
199																					

駅	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	
100																					
101																					
102																					
103																					
104																					
105																					
106																					
107																					
108																					
109																					
110																					
111																					
112																					
113																					
114																					
115																					
116																					
117																					
118																					
119																					
120																					
121																					

昭和54年12月7日 22時00分 (塩沢～小出間)

キロメートル	路線	電線	日野	電線	電線
0	100	100	100	100	100
1	101	101	101	101	101
2	102	102	102	102	102
3	103	103	103	103	103
4	104	104	104	104	104
5	105	105	105	105	105
6	106	106	106	106	106
7	107	107	107	107	107
8	108	108	108	108	108
9	109	109	109	109	109
10	110	110	110	110	110
11	111	111	111	111	111
12	112	112	112	112	112
13	113	113	113	113	113
14	114	114	114	114	114
15	115	115	115	115	115
16	116	116	116	116	116
17	117	117	117	117	117
18	118	118	118	118	118
19	119	119	119	119	119
20	120	120	120	120	120
21	121	121	121	121	121
22	122	122	122	122	122
23	123	123	123	123	123
24	124	124	124	124	124
25	125	125	125	125	125
26	126	126	126	126	126
27	127	127	127	127	127
28	128	128	128	128	128
29	129	129	129	129	129
30	130	130	130	130	130
31	131	131	131	131	131
32	132	132	132	132	132
33	133	133	133	133	133
34	134	134	134	134	134
35	135	135	135	135	135
36	136	136	136	136	136
37	137	137	137	137	137
38	138	138	138	138	138
39	139	139	139	139	139
40	140	140	140	140	140
41	141	141	141	141	141
42	142	142	142	142	142
43	143	143	143	143	143
44	144	144	144	144	144
45	145	145	145	145	145
46	146	146	146	146	146
47	147	147	147	147	147
48	148	148	148	148	148
49	149	149	149	149	149
50	150	150	150	150	150
51	151	151	151	151	151
52	152	152	152	152	152
53	153	153	153	153	153
54	154	154	154	154	154
55	155	155	155	155	155
56	156	156	156	156	156
57	157	157	157	157	157
58	158	158	158	158	158
59	159	159	159	159	159
60	160	160	160	160	160
61	161	161	161	161	161
62	162	162	162	162	162
63	163	163	163	163	163
64	164	164	164	164	164
65	165	165	165	165	165
66	166	166	166	166	166
67	167	167	167	167	167
68	168	168	168	168	168
69	169	169	169	169	169
70	170	170	170	170	170
71	171	171	171	171	171
72	172	172	172	172	172
73	173	173	173	173	173
74	174	174	174	174	174
75	175	175	175	175	175
76	176	176	176	176	176
77	177	177	177	177	177
78	178	178	178	178	178
79	179	179	179	179	179
80	180	180	180	180	180
81	181	181	181	181	181
82	182	182	182	182	182
83	183	183	183	183	183
84	184	184	184	184	184
85	185	185	185	185	185
86	186	186	186	186	186
87	187	187	187	187	187
88	188	188	188	188	188
89	189	189	189	189	189
90	190	190	190	190	190
91	191	191	191	191	191
92	192	192	192	192	192
93	193	193	193	193	193
94	194	194	194	194	194
95	195	195	195	195	195
96	196	196	196	196	196
97	197	197	197	197	197
98	198	198	198	198	198
99	199	199	199	199	199
100	200	200	200	200	200

昭和54年12月7日 22時00分 (塩沢～小出間)

キロメートル	路線	電線	日野	電線	電線
100	100	100	100	100	100
101	101	101	101	101	101
102	102	102	102	102	102
103	103	103	103	103	103
104	104	104	104	104	104
105	105	105	105	105	105
106	106	106	106	106	106
107	107	107	107	107	107
108	108	108	108	108	108
109	109	109	109	109	109
110	110	110	110	110	110
111	111	111	111	111	111
112	112	112	112	112	112
113	113	113	113	113	113
114	114	114	114	114	114
115	115	115	115	115	115
116	116	116	116	116	116
117	117	117	117	117	117
118	118	118	118	118	118
119	119	119	119	119	119
120	120	120	120	120	120
121	121	121	121	121	121
122	122	122	122	122	122
123	123	123	123	123	123
124	124	124	124	124	124
125	125	125	125	125	125
126	126	126	126	126	126
127	127	127	127	127	127
128	128	128	128	128	128
129	129	129	129	129	129
130	130	130	130	130	130
131	131	131	131	131	131
132	132	132	132	132	132
133	133	133	133	133	133
134	134	134	134	134	134
135	135	135	135	135	135
136	136	136	136	136	136
137	137	137	137	137	137
138	138	138	138	138	138
139	139	139	139	139	139
140	140	140	140	140	140
141	141	141	141	141	141
142	142	142	142	142	142
143	143	143	143	143	143
144	144	144	144	144	144
145	145	145	145	145	145
146	146	146	146	146	146
147	147	147	147	147	147
148	148	148	148	148	148
149	149	149	149	149	149
150	150	150	150	150	150
151	151	151	151	151	151
152	152	152	152	152	152
153	153	153	153	153	153
154	154	154	154	154	154
155	155	155	155	155	155
156	156	156	156	156	156
157	157	157	157	157	157
158	158	158	158	158	158
159	159	159	159	159	159
160	160	160	160	160	160
161	161	161	161	161	161
162	162	162	162	162	162
163	163	163	163	163	163
164	164	164	164	164	164
165	165	165	165	165	165
166	166	166	166	166	166
167	167	167	167	167	167
168	168	168	168	168	168
169	169	169	169	169	169
170	170	170	170	170	170
171	171	171	171	171	171
172	172	172	172	172	172
173	173	173	173	173	173
174	174	174	174	174	174
175	175	175	175	175	175
176	176	176	176	176	176
177	177	177	177	177	177
178	178	178	178	178	178
179	179	179	179	179	179
180	180	180	180	180	180
181	181	181	181	181	181
182	182	182	182	182	182
183	183	183	183	183	183
184	184	184	184	184	184
185	185	185	185	185	185
186	186	186	186	186	186
187	187	187	187	187	187
188	188	188	188	188	188
189	189	189	189	189	189
190	190	190	190	190	190
191	191	191	191	191	191
192	192	192	192	192	192
193	193	193	193	193	193
194	194	194	194	194	194
195	195	195	195	195	195
196	196	196	196	196	196
197	197	197	197	197	197
198	198	198	198	198	198
199	199	199	199	199	199
200	200	200	200	200	200

キロメートル	路線	電線	日野	電線	電線
200	200	200	200	200	200
201	201	201	201	201	201
202	202	202	202	202	202
203	203	203	203	203	203
204	204	204	204	204	204
205	205	205	205	205	205
206	206	206	206	206	206
207	207	207	207	207	207
208	208	208	208	208	208
209	209	209	209	209	209
210	210	210	210	210	210
211	211	211	211	211	211
212	212	212	212	212	212
213	213	213	213	213	213
214	214	214	214	214	214
215	215	215	215	215	215
216	216	216	216	216	216
217	217	217	217	217	217
218	218	218	218	218	218
219	219	219	219	219	219
220	220	220	220	220	220
221	221	221	221	221	221
222	222	222	222	222	222
223	223	223	223	223	223
224	224	224	224	224	224
225	225	22			

昭和54年12月8日 1時59分(塩沢～小出間)

ポイント	駅名	種別	日次	駅名	ポイント	駅名	種別	日次	駅名	ポイント	駅名	種別	日次	駅名
300					300					300				
301					301					301				
302					302					302				
303					303					303				
304					304					304				
305					305					305				
306					306					306				
307					307					307				
308					308					308				
309					309					309				
310					310					310				
311					311					311				
312					312					312				
313					313					313				
314					314					314				
315					315					315				
316					316					316				
317					317					317				
318					318					318				
319					319					319				
320					320					320				
321					321					321				
322					322					322				
323					323					323				
324					324					324				
325					325					325				
326					326					326				
327					327					327				
328					328					328				
329					329					329				
330					330					330				
331					331					331				
332					332					332				
333					333					333				
334					334					334				
335					335					335				
336					336					336				
337					337					337				
338					338					338				
339					339					339				
340					340					340				
341					341					341				
342					342					342				
343					343					343				
344					344					344				
345					345					345				
346					346					346				
347					347					347				
348					348					348				
349					349					349				
350					350					350				
351					351					351				
352					352					352				
353					353					353				
354					354					354				
355					355					355				
356					356					356				
357					357					357				
358					358					358				
359					359					359				
360					360					360				
361					361					361				
362					362					362				
363					363					363				
364					364					364				
365					365					365				
366					366					366				
367					367					367				
368					368					368				
369					369					369				
370					370					370				
371					371					371				
372					372					372				
373					373					373				
374					374					374				
375					375					375				
376					376					376				
377					377					377				
378					378					378				
379					379					379				
380					380					380				
381					381					381				
382					382					382				
383					383					383				
384					384					384				
385					385					385				
386					386					386				
387					387					387				
388					388					388				
389					389					389				
390					390					390				
391					391					391				
392					392					392				
393					393					393				
394					394					394				
395					395					395				

昭和54年12月8日 1時59分(塩沢～小出間)

ポイント	駅名	種別	日次	駅名	ポイント	駅名	種別	日次	駅名	ポイント	駅名	種別	日次	駅名
100					100					100				
101					101					101				
102					102					102				
103					103					103				
104					104					104				
105					105					105				
106					106					106				
107					107					107				
108					108					108				
109					109					109				
110					110					110				
111					111					111				
112					112					112				
113					113					113				
114					114					114				
115					115					115				
116					116					116				
117					117					117				
118					118					118				
119					119					119				
120					120					120				
121					121					121				
122					122					122				
123					123					123				
124					124					124				
125					125					125				
126					126					126				
127					127					127				
128					128					128				
129					129					129				
130					130					130				
131					131					131				
132					132					132				
133					133					133				
134					134					134				
135					135					135				
136					136					136				
137					137					137				
138					138					138				
139					139					139				
140					140					140				
141					141					141				
142					142					142				
143					143					143				
144					144					144				
145					145					145				
146					146					146				
147					147					147				
148					148					148				
149					149					149				
150					150					150				
151					151					151				
152					152					152				
153					153					153				
154					154					154				
155					155					155				
156					156					156				
157					157					157				
158					158					158				

昭和54年12月8日 3時57分(盛況～小仕圖)

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 60-79.

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 80-99.

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 100-119.

測定年月日・時刻 昭和54年12月8日 5時57分(盛況～小仕圖)

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 120-139.

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 140-159.

Table with 5 columns: 水 (Water), 濁度 (Turbidity), 流量 (Flow), 日計 (Daily Total), 状況 (Status). Rows 160-179.

※ 水ノ下ノ数字ハ濁度ノリヤ、水ノ下ノ数字19ハ小仕機ノ仕圖所を示ス。

昭和54年12月8日 9時58分 (盛況～小出間)

昭和54年12月8日 11時58分 (盛況～小出間)

昭和54年12月8日 9時58分 (盛況～小出間)

昭和54年12月8日 11時58分 (盛況～小出間)

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
0	101	101	101	101	101	101
10	111	111	111	111	111	111
20	121	121	121	121	121	121
30	131	131	131	131	131	131
40	141	141	141	141	141	141
50	151	151	151	151	151	151
60	161	161	161	161	161	161
70	171	171	171	171	171	171
80	181	181	181	181	181	181
90	191	191	191	191	191	191

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
101	101	101	101	101	101	101
110	111	111	111	111	111	111
120	121	121	121	121	121	121
130	131	131	131	131	131	131
140	141	141	141	141	141	141
150	151	151	151	151	151	151
160	161	161	161	161	161	161
170	171	171	171	171	171	171
180	181	181	181	181	181	181
190	191	191	191	191	191	191

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
200	201	201	201	201	201	201
210	211	211	211	211	211	211
220	221	221	221	221	221	221
230	231	231	231	231	231	231
240	241	241	241	241	241	241
250	251	251	251	251	251	251
260	261	261	261	261	261	261
270	271	271	271	271	271	271
280	281	281	281	281	281	281
290	291	291	291	291	291	291

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
300	301	301	301	301	301	301
310	311	311	311	311	311	311
320	321	321	321	321	321	321
330	331	331	331	331	331	331
340	341	341	341	341	341	341
350	351	351	351	351	351	351
360	361	361	361	361	361	361
370	371	371	371	371	371	371
380	381	381	381	381	381	381
390	391	391	391	391	391	391

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
400	401	401	401	401	401	401
410	411	411	411	411	411	411
420	421	421	421	421	421	421
430	431	431	431	431	431	431
440	441	441	441	441	441	441
450	451	451	451	451	451	451
460	461	461	461	461	461	461
470	471	471	471	471	471	471
480	481	481	481	481	481	481
490	491	491	491	491	491	491

車種	車番	乗客	乗車	降車	乗車率	乗車状況
500	501	501	501	501	501	501
510	511	511	511	511	511	511
520	521	521	521	521	521	521
530	531	531	531	531	531	531
540	541	541	541	541	541	541
550	551	551	551	551	551	551
560	561	561	561	561	561	561
570	571	571	571	571	571	571
580	581	581	581	581	581	581
590	591	591	591	591	591	591

※本ページの乗客乗車降車状況は、乗客乗車降車状況を示す。

