

# 北海道の道路における通行止めと気象条件

石本敬志\* 竹内政男\* 野原他寿男\*\*

## 目 次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| まえがき .....                     | 1  |
| 1. 北海道の国道、開発道路における通行止め実態 ..... | 1  |
| (1) 12月から3月までの通行止め実態 .....     | 3  |
| (2) 4月から11月までの通行止め実態 .....     | 3  |
| (3) 吹雪発生頻度と冬季の通行止めの全道分布 .....  | 3  |
| 2. 吹雪による通行止めと気象条件 .....        | 6  |
| (1) 総観気象学的な特徴について .....        | 6  |
| (2) 低気圧の移動経路と通行止めの地域性 .....    | 8  |
| (3) 測定方法の違いによる降雪量の違いについて ..... | 14 |
| ま と め .....                    | 20 |
| あとがき .....                     | 20 |
| 参考文献 .....                     | 20 |

### まえがき

北海道の道路交通は、半年以上にわたり雪による種々の障害を受けている。雪が誘因となる交通災害は、交通事故と通行止めといった形で現われている。交通災害防止対策の基礎資料とするために、北海道で幹線道路の役割りを果たしている国道と開発道路における通行止め実態とその要因について調査した。

通行止めの要因の中で最も多かった吹雪については、吹雪による通行止めの全道分布と吹雪発生頻度との関係および通行止めになった時の気象パターン、低気圧移動経路と通行止めになる地域との関係について調査した。

### 1. 北海道の国道、開発道路における通行止め実態

豪雨、豪雪や暴風雪など異常気象時には、地すべり、路肩決壊、視程障害、吹溜り、雪崩などにより、道路は通行不能になることがある。通行は可能でも事故の未然防止のため、状況によっては、道路通行規制要領<sup>1)</sup>に基づき、道路管理者は、通行時間や車種などの交通規制を行い、時には安全を確保するために通行止めにする。

北海道開発局道路維持課の資料から日本道路情報センターがまとめた個々の通行止めについての集計を基礎と

して、道内すべての国道と開発道路における昭和45年度から50年度までの通行止め件数と、冬については通行止め期間も含めた要因別分類を行った。

通行止め件数と期間は次のように計算した。件数については、雪崩と吹雪が併発して通行止めになる場合のように要因が2つになる時は、各々0.5件として、通行止め件数の合計が発生した通行止め件数と一致するようにした。実際に2つの要因が重なって通行止めとなった件数は1冬に5%弱であった。

期間については、夜間だけ通行止めの場合、通行止めになっていた時間を積算して、夜間通行止め日数に換算した。吹雪と雪崩による2日以上にわたる通行止めは、吹雪の日を1日とって残りの日数を雪崩によるとした。2日未満の場合、吹雪、雪崩各々に日数を折半した。雪崩による場合の中には、実際に雪崩が発生していなくても、発生の恐れがあれば通行止めになることがまれにあった。なお、冬季間未除雪や工事などによる長期の不通区間は除外した。

調査の対象、方法をこのように定め、北海道開発局が冬期の除雪体制に入る12月から3月と、雪が降っても通常の維持体制で処理される4月から11月に1年を2期に分けた。

\*応用理化学研究室主任研究員 \*\*同室員

表-1 除雪の作業基準

| 種類  | 標準交通量            | 除雪日程                                         | 実施内容                                                                                                          |
|-----|------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1種 | 1,000台/日以上(重要幹線) | 昼夜の別なく除雪を実施し、交通を完全に確保する。                     | 路面上には約10cm以内の雪を残して夏季とほぼ同じ路面状態を保つように、常時路面の維持作業を行う。特に指定された区間については雪の運搬、投棄をも行う。たえず除雪状況を巡視していかなるときでも交通は杜絶しないようにする。 |
| 第2種 | 500台/日内外(幹線)     | 2車線確保を原則とし、バスの停留所などは拡張する。<br>夜間除雪は原則として行わない。 | 2車線の最小幅員を確保し路面維持の作業は必要限度に止める。除雪関係の標識はほぼ完備する。特別の場合は1車線になることがある。                                                |
| 第3種 | 300台/日内外(地方幹線)   | 1車線確保を原則として各所に待避所をつくる。                       | 各種車輛の通行可能をもって限度とする。除雪標識も最小限度とする。特別の場合短時間または短区間交通不能になっても止むを得ない。                                                |

表-2 除雪路線延長の推移 (km)

|     | 昭和45年度 | 昭和46年度 | 昭和47年度 | 昭和48年度 | 昭和49年度 | 昭和50年度 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 第1種 | 2060.9 | 2549.9 | 2821.4 | 2850.9 | 2951.3 | 3043.3 |
| 第2種 | 2336.1 | 2230.4 | 1966.9 | 1938.4 | 1955.5 | 2024.7 |
| 第3種 | 764.8  | 547.5  | 583.3  | 585.7  | 486.2  | 579.0  |
| 計   | 5211.8 | 5327.8 | 5371.6 | 5375.0 | 5393.0 | 5652.0 |

国道・開発道路における  
冬季間(12月～3月)の通行止め期間の要因別分類  
(昭和45～50年)

| 年度 | 吹雪  | 雪崩  | 降積雪 | 高波、土砂崩れ | その他 | 合計      |
|----|-----|-----|-----|---------|-----|---------|
| 45 | 51% | 23% | 20% | 6%      | %   | 210.29日 |
| 46 | 35  | 32  | 14  | 19      |     | 315.66  |
| 47 | 43  | 37  | 4   | 16      |     | 184.64  |
| 48 | 64  | 21  | 1   | 14      |     | 222.36  |
| 49 | 49  | 40  | 2   | 8       | 1   | 211.17  |
| 50 | 66  | 9   | 1   | 24      |     | 73.69   |
| 平均 | 51% | 27% | 7%  | 15%     |     | 202.97  |

一種除雪路線について分類

|    |     |      |      |      |       |
|----|-----|------|------|------|-------|
| 45 | 0%  | 100% | %    | %    | 0.10  |
| 46 | 39  | 58   | 3    |      | 36.60 |
| 47 | 19  | 81   |      |      | 30.37 |
| 48 | 30  | 70   |      |      | 53.63 |
| 49 | 69  | 22   |      | 9    | 12.95 |
| 50 | 100 | 0    |      |      | 3.53  |
| 平均 | 43% | 55%  | 0.5% | 1.5% | 24.20 |

国道・開発道路における  
冬季間(12月～3月)の通行止め件数  
(昭和45～50年)

| 年度 | 全件数   | 吹雪            | 雪崩          | 降積雪         | その他         |
|----|-------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 45 | 161   | 119.5         | 33.5        | 2.5         | 5.5         |
| 46 | 145   | 103.5         | 13.0        | 4.5         | 24.0        |
| 47 | 99    | 81            | 15.0        | 2           | 1.0         |
| 48 | 103   | 85            | 10          | 1           | 12          |
| 49 | 103   | 71.0          | 13.5        | 5           | 13.5        |
| 50 | 53    | 45            | 5           | 1           | 2           |
| 平均 | 111.5 | 84.2<br>(75%) | 15<br>(14%) | 2.7<br>(2%) | 9.7<br>(9%) |

一種除雪路線のみ

|    |      |              |              |             |             |
|----|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 45 | 2    | 1            | 1            |             |             |
| 46 | 10   | 7.5          | 1            | 0.5         | 1           |
| 47 | 18   | 14           | 4            |             |             |
| 48 | 18   | 14           | 4            |             |             |
| 49 | 20   | 16.5         | 1.5          |             | 2           |
| 50 | 5    | 5            |              |             |             |
|    | 12.2 | 9.7<br>(79%) | 1.9<br>(16%) | 0.1<br>(1%) | 0.5<br>(4%) |

(1) 12月から3月までの通行止め実態

冬、北海道の道路交通にとって最大の障害は雪である。雪による交通障害が多くなる12月から3月まで、北海道開発局の関係機関は、冬季の除雪体制に入る。

北海道の国道、開発道路の除雪実態を概観すると、除雪の作業基準は、表一1に示したように路線の重要度によって第1種から第3種に分けられており、除雪目標や除雪実施内容が異なる。一方、除雪路線延長の推移を表一2に示す。除雪路線は次第に延びており、昭和50年度は5,600 kmに及んでいる。特に第1種除雪路線の延長は、昭和45年度から50年度の間に5割増しとなっている。

このような除雪実態のもとで、通行止めは次のようになっている。昭和45年度から50年度まで過去6年間の、12月から3月までの通行止め件数と期間の要因別分類を表一3に示した。表一3の上段は、除雪路線全体を対象にした分類である。冬季の除雪体制に入っているこの期間、北海道の国道、開発道路では平均すると毎年110件あまり、通行止め日数は延べ200日を越えている。このうち、吹雪、雪崩、降雪によるものを合わせると全件数の90%以上が直接雪に関連しており、なかでも吹雪によるものは件数で全体の70~80%、延べ日数でも50%を越える。昭和50年度は、件数、期間いずれも例年の半数近くになっているが、昭和51年4月になってから、主に吹雪による30件近くの通行止めがあった。表一2、3をあわせて見ると、雪による交通障害の件数は、ここ数年横ばい状態である。

表一3下段は、重要幹線である第1種除雪路線についての分類である。表一1で示したように、第1種除雪路線では、レベルの高い維持基準にもかかわらず、年々吹雪による通行止め件数が増えている。期間については、件数の場合ほどはっきりした増加傾向はみられないが、吹雪による割合は、昭和50年度も含めて次第に増えている。期間の割に件数が増えていることから、短期間の通行止め件数が多くなっていることがわかる。

昭和45年度以降、6年間で第1種除雪路線の延長は5割増であるが、通行止め件数は、延長増加率をはるかに超えて増えている。通行止め増加の内訳を調べてみると、新しく第1種除雪区間となったところでおきたものが多く、このことは既存路線の維持率が低下しているために通行止めが増加したわけではなく、吹雪の発生しやすい条件の地域にまで、第1種除雪区間が延びつつあることを示すものである。

例えば、昭和45年度には第1種除雪区間ではなく、昭和50年度までの間に新しく第1種となった主な一般国道区間は、古い順に39号石北峠、40号稚内~音威子府、230

号中山峠、231号小平~羽幌、272号釧路~中標津などであり、いずれも吹雪の多い地域である。

(2) 4月から11月の通行止め実態

4月から11月までの通行止めについて、昭和45年度から51年度までの結果を表一4に示す。

表一4 夏期(4月~11月)の通行止め件数

|       | 合 計 | 雪 害 | 雪害の<br>比 率(%) |
|-------|-----|-----|---------------|
| 昭和45年 | 102 | 9   | 8.8           |
| 昭和46年 | 84  | 1   | 1.2           |
| 昭和47年 | 105 | 11  | 10.5          |
| 昭和48年 | 91  | 12  | 13.2          |
| 昭和49年 | 58  | 16  | 27.6          |
| 昭和50年 | 192 | 37  | 19.3          |
| 昭和51年 | 67  | 33  | 49.3          |

近年、次第に雪崩や吹雪による通行止めが増加する傾向にあることがわかる。これは新たに除雪区間となった場所が、雪の影響を季節的に遅くまで受けやすいことが増加の一因になっていると考えられる。真冬なら通行止めにはいたらない程度の雪でも、季節はずれであるため夏タイヤの車が多いことや除雪体制が解かれている時期であることなど悪条件が重なり、道路交通に与える障害が大きくなっていると思われる。

夏季の通行止め要因の大半は、地すべり、土砂崩れ、落石などで、気象要素との関連では大雨による影響が最も大きいようである。

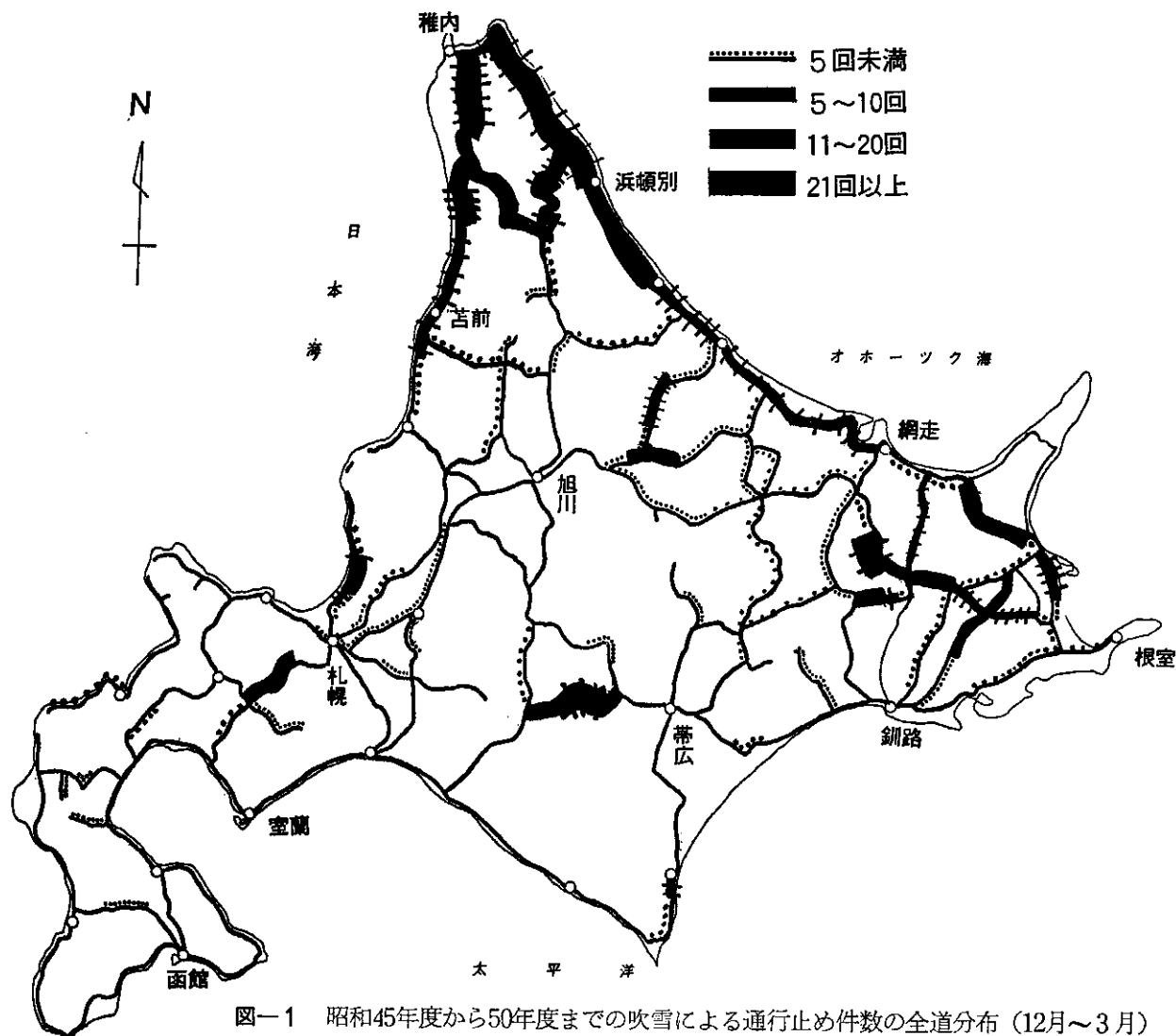
昭和50年度の全件数が例年の2倍近いのは、夏の台風によるもので、路肩決壊、土砂崩れが多発した。この時石狩川水系では、堤防決壊を始め、多くの被害がでた。また、昭和51年度雪害による通行止め件数が多かったのは、4月になってから発達した低気圧の接近により、道東を中心に吹雪による多くの通行止めがあったことによる。

自然環境の厳しい地域にまで除雪区間が延びるに従い、冬の前夜、4月や11月にも山間部を中心に主に吹雪による通行止めが年々増加しているのが現状である。

(3) 吹雪発生頻度と冬季の通行止めの全道分布

全道の視野で吹雪と通行止めの関係を見るため、吹雪発生頻度、通行止めの全道分布図を作った。

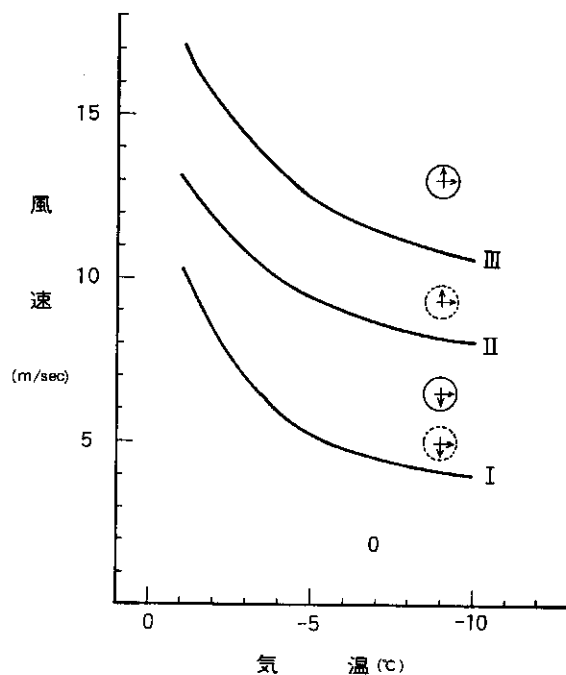
昭和45年度から50年度まで、6年間の吹雪による冬季の通算通行止め頻度分布を図一1に示す。図では通行止め頻度が多くなるほど太い実線で示してあり、通行止め区間と頻度の概要がわかる。頻度が多いのは、中山、日



図一 昭和45年度から50年度までの吹雪による通行止め件数の全道分布（12月～3月）

勝，狩勝，美幌などの峠山間部と道北地方，道東海岸沿いである。

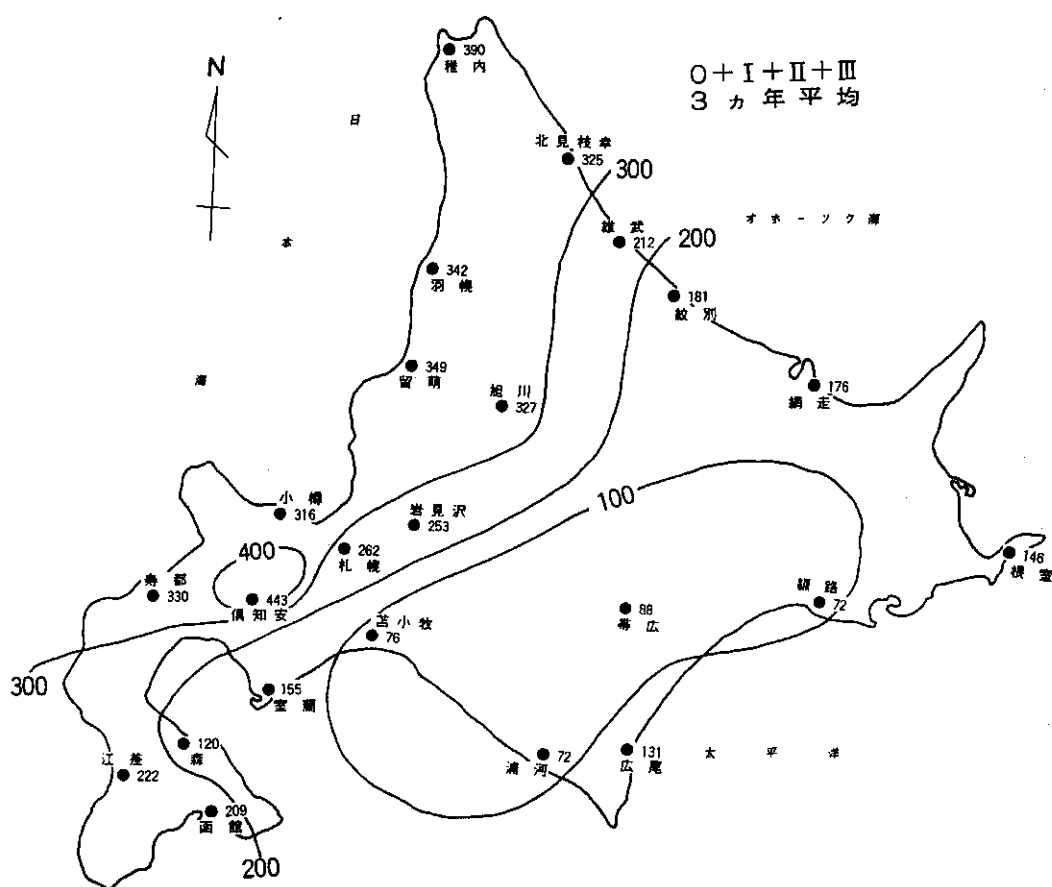
北海道内23カ所の気象台，測候所の昭和45～47年度の3年間，12～3月までの観測日原簿を1日8回，3時間おきに読みとり，吹雪の発生頻度を吹雪の強さ別に階級に分けて調べた。吹雪階級についてはわれわれが石狩で行っている観測結果<sup>2)</sup>より，降雪のある時の吹雪の程度を気温と，雪面上7mの高さの風速から図一2に示したグラフより推定した。図一2，Iの曲線は低い吹雪の発生限界，IIを越えると時々高い吹雪になり，IIIを越えると連続した高い吹雪となる。ここでいう低い吹雪とは，主に雪粒子が表面転動や跳躍によって移動する場合で，雪面のごく近くをほうようのように移動する状態をさす。路肩に雪堤がある時は視程障害の要因になるが，吹雪量は少ない。高い吹雪になると雪面近くの飛雪の外に，雪粒子が強風時，乱流拡散によって数mの高さまで舞い上がる状態も加わる。この場合，吹雪輸送量も多く視程障害も



図一2 降雪時における吹雪発生条件

表—5 吹雪階級の分類 (いずれも降雪時)

| 吹雪降級 | 特                                                    | 徴 |
|------|------------------------------------------------------|---|
| 0    | 風のない降雪状態                                             |   |
| I    | 人の目の高さより低い雪面上を雪粒子が表面転動や跳躍により移動する状態                   |   |
| II   | Iの状態に加えて強風による乱流拡散により、人の目の高さを越えて雪が舞い上がる高い吹雪が断続的に起きる状態 |   |
| III  | 人の目の高さを越える高い吹雪が連続する状態                                |   |



圖—3 降 雪 頻 度

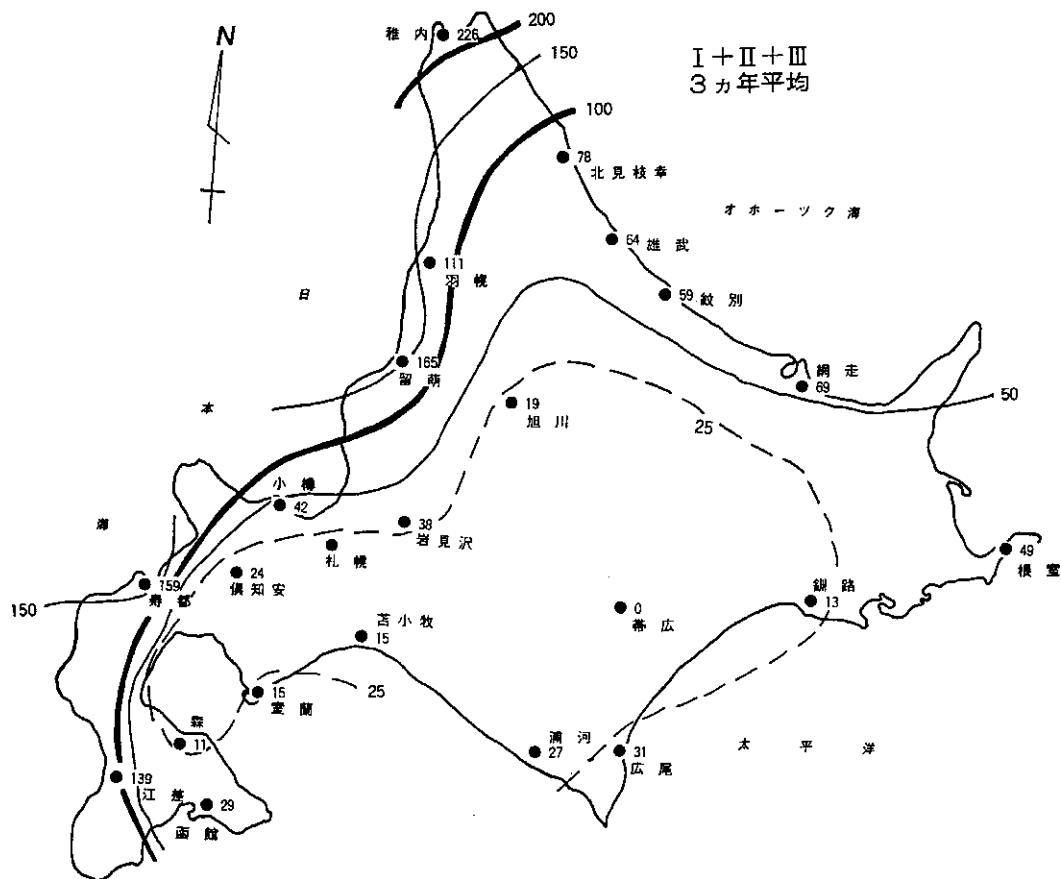
低い吹雪より頻繁におき、吹溜り量も多くなる。

曲線ⅠとⅡの間を吹雪階級Ⅰ，ⅡとⅢの間をⅡ，Ⅲを越えるものをⅢとして，曲線Ⅰの下をⅠと定義する。吹雪階級Ⅰとは風のない降雪状態を表わす。吹雪階級の分類は，まとめて表一５に示した。降雪頻度に当たる吹雪階級Ⅰも含めた全階級の和を図一３に示す。

図一 4 には吹雪頻度に当たる吹雪階級ⅠからⅢまでの

合計を示す。いずれも3カ年を平均した発生頻度であり  
詳細は報告されている。<sup>3)</sup>

図-3, 4を比較すると、降雪頻度は内陸でも多くなっているが、吹雪の発生頻度は太平洋側を除く海岸部と道北地方に集中している。道東地方は普段雪の少ない地方であるが、吹雪発生頻度は多く図-1に示したように通行止め件数は多い。これらは、道東沖に近づく発達し



圖一4 吹雪頻度

た低気圧によるものであり、これらの低気圧は短期間に多量の降雪をもたらす。

倶知安地方は、北海道でも豪雪地帯に属するが吹雪は少ない。これは後で具体例で述べるように、強風が少ないことによる。吹雪の頻度については観測日原簿のほとんどが風速を3時間おきに記録してあるため、3時間おきの記録から吹雪階級の頻度を求めた。

石狩や中山峠におけるわれわれの観測から、通行止めにいたる程度の吹雪は途中断続的であっても、3～4時間以上継続する場合はほとんどなので、通行止めに係わる吹雪を見逃すことはないと考えられる。図一3、4の観測地点名をみてもわかるように、峠山間部の資料がないため、吹雪が平地より多いと考えられる峠山間部の実態を把握できなかった。また、観測は1点で行われるが吹雪現象はある広がりをもった面的現象であるから、観測値およびそれから求めた推定値が、面的にどの地域まで代表できるかを吟味する必要は残されている。

図-4は、このように一定の限界を持っている吹雪の全道分布図ではあるが、峠山間部や道東の空白地域を除き、大まかに見れば図-1の吹雪による通行止め分布図と対応している。

## 2. 吹雪による通行止めと気象条件

どのような気象条件のとき吹雪が発生し、通行止めになりやすいかを知る目的で、通行止めが吹雪による場合の気象条件をまとめた。

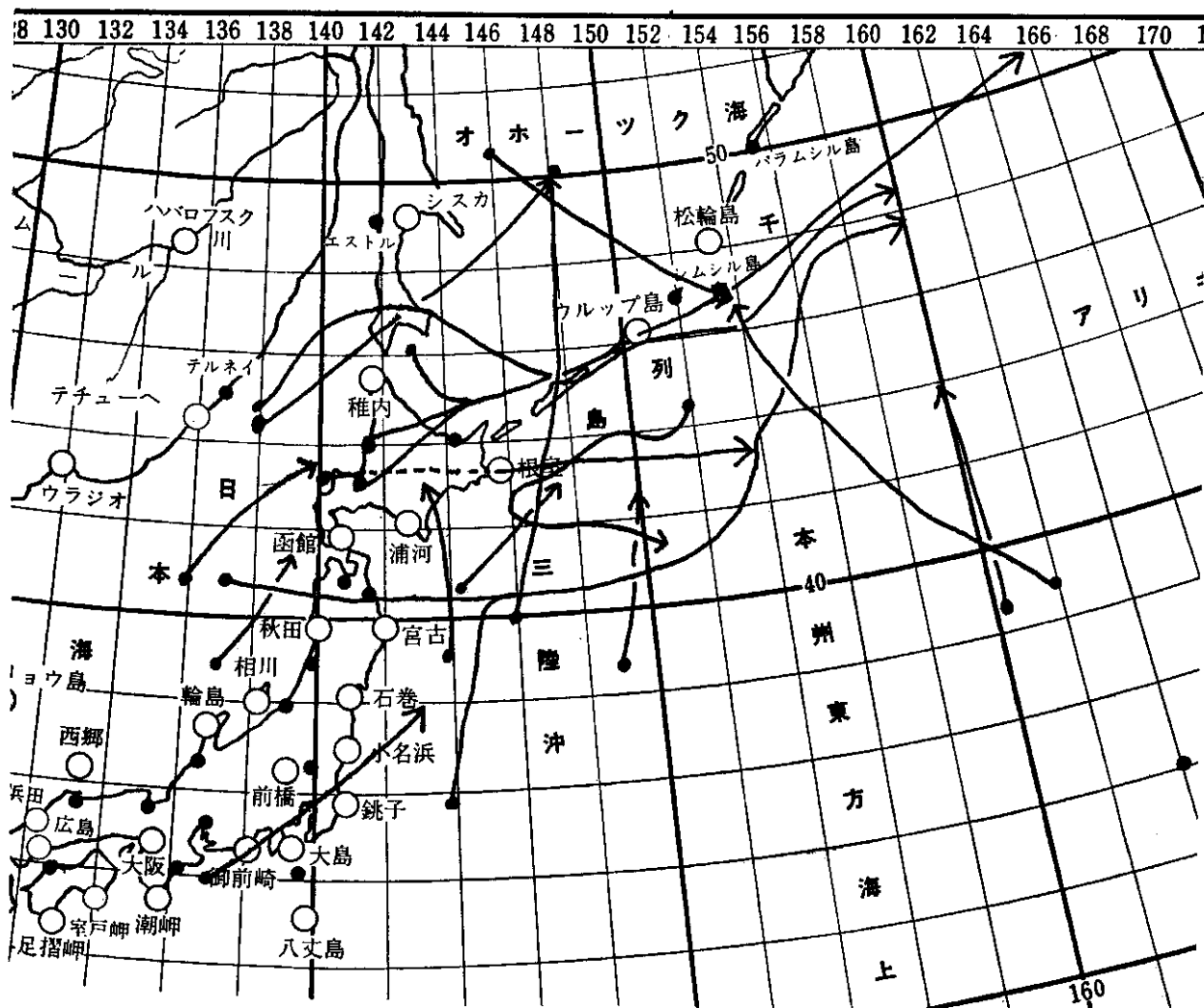
最初に2区間以上が1度に通行止めになった時の気象パターンを調べた。その結果、低気圧の影響を強く受けていることがわかったので、低気圧の移動経路と通行止めの地域性を調査した。

(1) 総観気象学的な特徴について

ある時刻における大気の空間の状態を示す天気図の時間的な変化から、今後大気の状態がどう変わっていくかを予測する総観気象学的な見方は、吹雪による通行止めを予測する上で重要である。

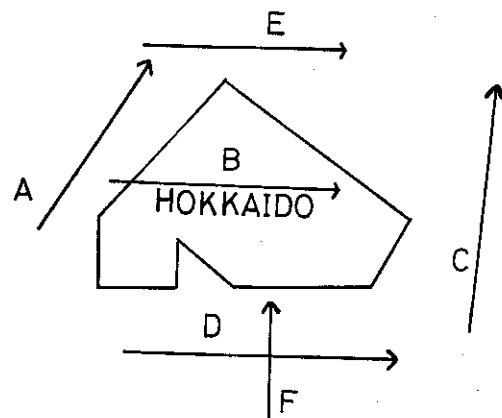
吹雪による通行止めがある時の気象パターンを調べると大きく2つのタイプに分けられる。一つは大陸からの優勢な高気圧の張りだしがある西高東低の気圧配置で、北海道の西部を中心に吹雪く場合。もう一つは、低気圧前面の湿潤暖気や後面への寒気の流入による降雪と、急な気圧勾配による強風で吹雪く場合である。この場合、低気圧の経路により吹雪の発生地域が異なる。

単一区間が通行止めになるのは、過去6年間で全体の2割に満たず、8割以上は2～3日の間に複数区間で通



図一5 1度に10区間以上が通行止めになった時の低気圧移動経路

行止めになる。複数の路線を通行止めにいたらしめた天気図をみると、低気圧の影響がきわめて大きいことがわかった。図一5は、昭和45年度から50年度まで6年間に発達した低気圧が通過する短時日の間に、10区間以上が通行止めとなった時の低気圧の移動経路を示す。一方、中山峠や石狩におけるわれわれの観測結果では、視程30～50m以上の高い吹雪が連続する状態が数時間以上継続するとき、通行止めになる場合が多い。図中の実線は、通行止め6時間前の低気圧の位置から最後の通行止めが起きるまでに移動した低気圧の経路である。低気圧の移動経路は図一6に示したA～Fの6種類に分けた。10区間以上が短期間に通行止めとなったのは15回あった。そのうち7回は北海道の東海上を北上するCコース、北海道の西海上を北上するAコースが3回、道央を西から東へ抜けるBコースが2回、残りは他のコースであった。20区間を超える場合はCコースが2回、D→C、B、E+Hの各コースが1回であった。北海道東部や南部を低気圧が通る時は、特に多くの路線が通行止めになること



図一6 低気圧移動経路の分類

が多い。一度に最も多く止まったのは昭和49年1月23～26日の4日間で、北海道中央部を東西(Bコース)に進んだ低気圧により17路線45区間が吹雪のために通行止めになった。

表-6 気象パターンと通行止め区間数

—12~3月, 2区間以上通行止めになる時の気象パターンの出現回数と(区間数)—

| 年 度  | A         | A<br>+<br>F | A<br>↓<br>C | A<br>+<br>C | E         | C         | D         | D<br>↓<br>C | C<br>+<br>H | A<br>+<br>H | E<br>+<br>H | H         |            |
|------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|
| 45   | 1<br>(3)  |             |             | 1<br>(3)    |           | 4<br>(60) | 1<br>(4)  | 1<br>(25)   | 1<br>(9)    |             |             |           | 9<br>(104) |
| 46   |           | 2<br>(31)   |             |             |           | 2<br>(29) |           |             | 1<br>(3)    |             | 1<br>(20)   |           | 6<br>(83)  |
| 47   | 2<br>(5)  |             | 1<br>(2)    |             | 1<br>(10) | 2<br>(22) | 1<br>(4)  | 1<br>(6)    | 1<br>(3)    | 1<br>(4)    | 1<br>(11)   | 1<br>(2)  | 12<br>(69) |
| 48   | 2<br>(13) |             |             |             | 1<br>(45) | 1<br>(8)  |           |             | 2<br>(6)    |             |             | 2<br>(4)  | 8<br>(76)  |
| 49   | 1<br>(8)  |             |             |             | 1<br>(5)  | 2<br>(27) |           |             | 2<br>(7)    |             |             |           | 6<br>(47)  |
| 50   |           |             |             |             |           | 2<br>(5)  | 2<br>(12) | 1<br>(9)    |             | 1<br>(4)    |             | 4<br>(12) | 10<br>(42) |
| 合計回数 | 6         | 2           | 1           | 1           | 3         | 13        | 4         | 3           | 7           | 2           | 2           | 7         | 51         |
| 合計件数 | (29)      | (31)        | (2)         | (3)         | (60)      | (151)     | (20)      | (40)        | (28)        | (8)         | (31)        | (18)      | (421)      |

複数の国道, 開発道路を通行止めにいたらしめた気象パターンの出現回数と通行止め区間数を表-6に示す。表の中でA~Fは図-6で紹介したように, 低気圧の移動経路を示し, 高気圧の張りだしによる影響を強く受けている場合をHで示した。吹雪による通行止め地域が低気圧の影響圏下にあるか, 高気圧の影響圏下にあるかは, 上層も含めた天気図の主風向, 高度場, 温度場の様子から判断した。表の中で( )に入った数字が通行止め区間数で, その上が通行止めにいたる気象パターンの出現回数である。右端は各年度ごとの合計を示し, 最下段は6年間の各パターンごとの合計を示す。通行止め全体の20%は, 高気圧の張りだしによる影響を強く受けている。この場合でも, 多くはカムチャッカ方面やオホーツク海の北部に発達した低気圧があり, 高気圧の張りだしを助けている場合が多い。

一方, 通行止め件数全体の80%は, 低気圧の影響を強く受けている。2区間以上が通行止めにいたる時の気象パターン全体のうち, 発達した低気圧が現われる割合は66%であった。

気象パターンと通行止め区間数を比べると, 平均して低気圧による場合, 一度に10区間が通行止めになった。この数は高気圧が関与する通行止め区間数の2倍である。

このほかに, 北海道全体としては高気圧圏内にありながら, 季節風末期, 石狩湾に現われる石狩湾小低気圧により, 石狩湾から北の日本海側に局地的大雪や吹雪をもたらすパターンがある。この場合, 低気圧の規模が小さ

いたために天気図上に表われないことがある。表の中では高気圧が関与している場合に含まれている。

冬季間, 北海道近海では低気圧の発達が著しく, 過去6年間の調査から1日に20mb程度の割合で発達する例は何例もあり, 昭和45年12月13日前後のように, 1日に46mbの発達をみた例もある。この時中心示度は946mbにまで下がった。最大の移動速度は, 昭和46年3月2日前後の時速100kmである。この時わずか7時間で19路線19区間が1度に通行止めとなった。

過去30年間の資料<sup>4)</sup>では, 北海道近海をとおり台風の最低中心示度が960mb程度であることを考えるとまさしく北海道に近づく台風以上の低気圧が台風以上の頻度で北海道を襲うといえる。

#### (2) 低気圧の移動経路と通行止めの地域性

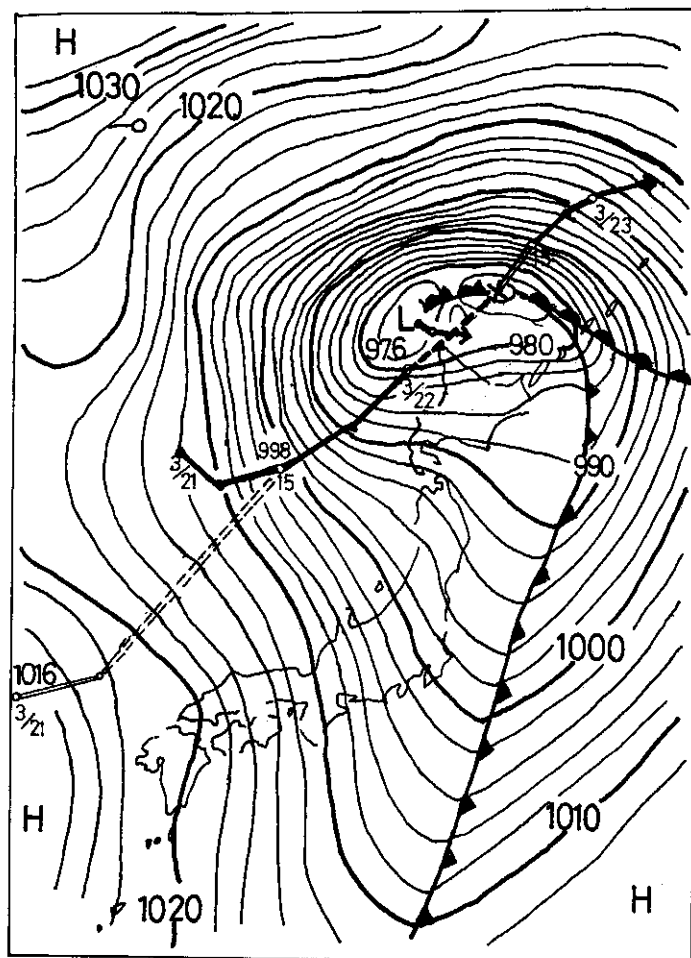
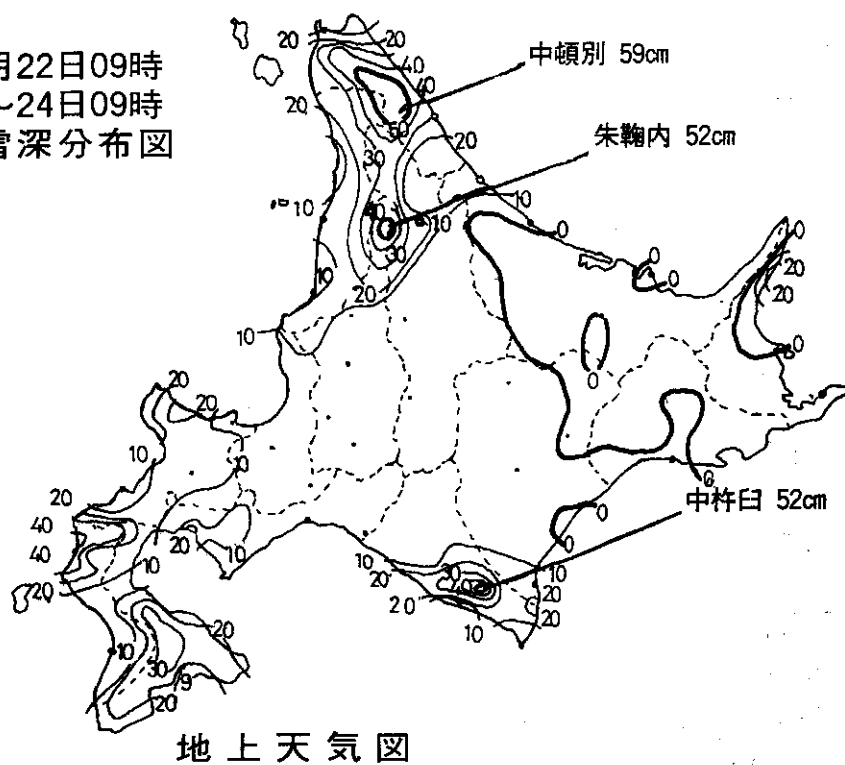
国道, 開発道路を通行止めにいたらしめる気象パターンの中で低気圧の影響はきわめて大きい。しかも, 低気圧移動経路によって地域的にも時間的にも集中して通行止めにせざるをえない状態が発生する。低気圧の主な移動経路と気象条件および通行止め区間について, 一度に10路線以上を止めた代表例を図-6で示したA, B, Cの各コースについて示す。

##### (1) 低気圧経路Aの場合

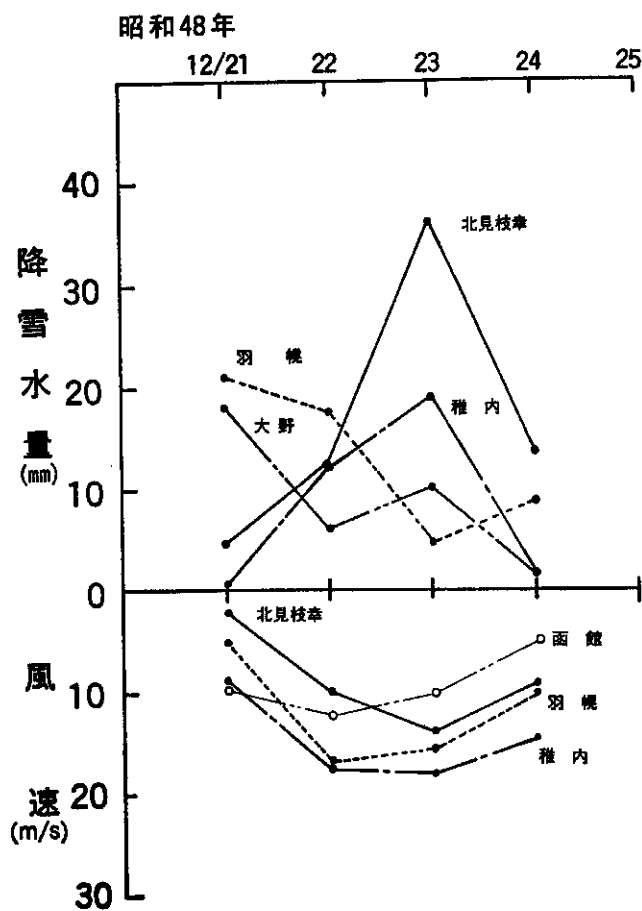
低気圧経路Aは, 北海道西海上を低気圧が北上する場合で, 典型例として昭和48年12月22日9時の地上天気図と低気圧移動経路および22日から24日までの48時間降雪深図を, 札幌管区気象台の異常気象速報<sup>5)</sup>から引用し図-7に示す。この低気圧は, 21日午前3時から24時間で35



昭和48年12月22日09時  
 ~24日09時  
 48時間降雪深分布図



図一7 Aコースの低気圧の移動経路と天気図(昭和48年12月22日9時)



図一 8 低気圧経路Aに伴う主要地点の降雪水量と10分間平均最大風速

mbという猛烈な速さで発達した。北海道西部海岸沿いと日高南西部で多くの降雪があった。

降雪量と10分間平均最大風速の日変化を図一8に示す。なお、日降雪深や10分間平均最大風速を決める際、1日の区切り方が観測所、記録の種類によって異なる。日界が24時になっている値の地名に( )を付けた。図一18にその例があるが、ほかは午前9時が日界になっている。低気圧の北上に伴い降雪量の極大値は、大野、羽幌方面から稚内、北見枝幸方面へと日を追って移動した。各地の10分間平均最大風速の極大値も函館、羽幌から稚内、北見枝幸へと移動している。

図一9には、22日から23日かけての吹雪による通行止め区間を横線の入った太い実線で示し、主要地点の10分間平均最大風速、風向を観測日とともに示した。通行止め開始日時は12月22日16時、274号日勝峠に始まり、23日17時、40号稚内～豊富にいたるまで25時間内に図中1～10の順序で8路線10区間が止まった。これらの図を見比べると、日高南部と日勝峠を除いて通行止め区間と気象条件の時間的、地域的対応がわかる。日本海を北上す

る低気圧に伴い北海道の西半分で降雪が多く、風も強まるに従って南から北へ次第に通行止め区間が移っていった。

高いところほど気象変化が早く表われるために、日勝峠については道南より早く通行止めになったと思われる。日高南西部では多量の降雪があり、10分間平均最大風速が20m/sを超えたが、吹雪を発達させる平地が少なく地形的条件が十分でなかったために、通行止めにならなかった。過去6年間、この区間では吹雪による通行止めが1件も起きていないことと考えあわせて、地形的条件が吹雪の発達を支配している好例である。<sup>6)</sup>

970mb代にまで急速に発達した低気圧による被害は、道路関係だけにとどまらない。この2～3日の間に、国鉄は道北地方を中心に390本の列車を運休にした。北海道電力関係では、道南日本海側で強風、塩害、着雪により2,700戸、道北で強風により1,400戸が停電となった。

海上でも青函連絡船45便が欠航し、沈没漁船17、漁船、磯舟の流出89隻など日本海側を中心に道南と道北で多くの被害がでた。

#### (ロ) 低気圧経路Bの場合

低気圧経路Bの場合、低気圧は北海道中央部を東に横断し、低気圧経路の北に当たる地域で通行止めが発生する。

B型の典型例として、昭和49年1月25日9時の地上天気図と低気圧経路、1月23日から26日まで4日間の合計降雪深を異常気象速報からの引用で図一10に示す。図一11に1月25日前後、16路線45の通行止め区間と主要地点の4日間の最大風速、風向を示した。降雪深分布と通行止め区間を比較すると、オホーツク海沿岸部では両者が一致している。一方、道北地方では降雪深は少ないが、強風による吹雪で通行止めになっており、逆に倶知安では降雪深は多いが風が弱く通行止めにならなかった。

オホーツク海上にでて970mbにまで発達した低気圧により、国道、開発道路のほかに、道々144路線が通行止めになった。道路以外に道東、道北で9,500戸の停電、1,141本の列車の運休があった。

図一12下段は、1月23日から5日間の10分間平均最大風速は稚内、網走で20m/s前後であるが、倶知安では5m/s前後であった。図一12上段の降雪深の日変化をみると降雪深の極大値は北見枝幸、稚内などの道北から斜里、網走を含む道東へと移動した。北見枝幸について降雪は1月23日以前にも多く降っているが、強風発生は24日以降である。北見枝幸周辺の通行止めは、24日から27日までであった。

降雪による飛びやすい雪の存在は、吹雪発生の必要条件ではあるが、いつ吹雪くかを決定するのは風であるこ

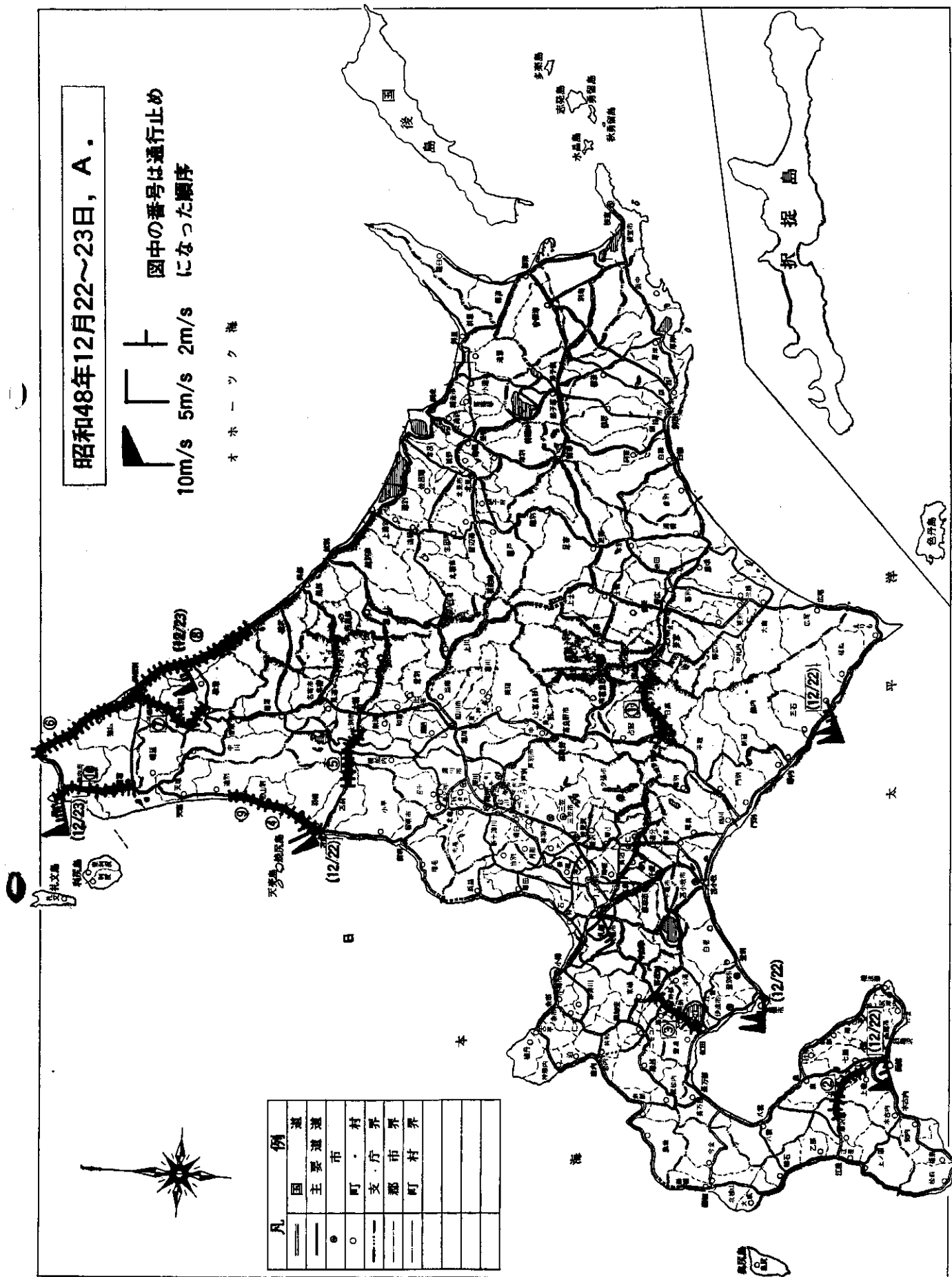
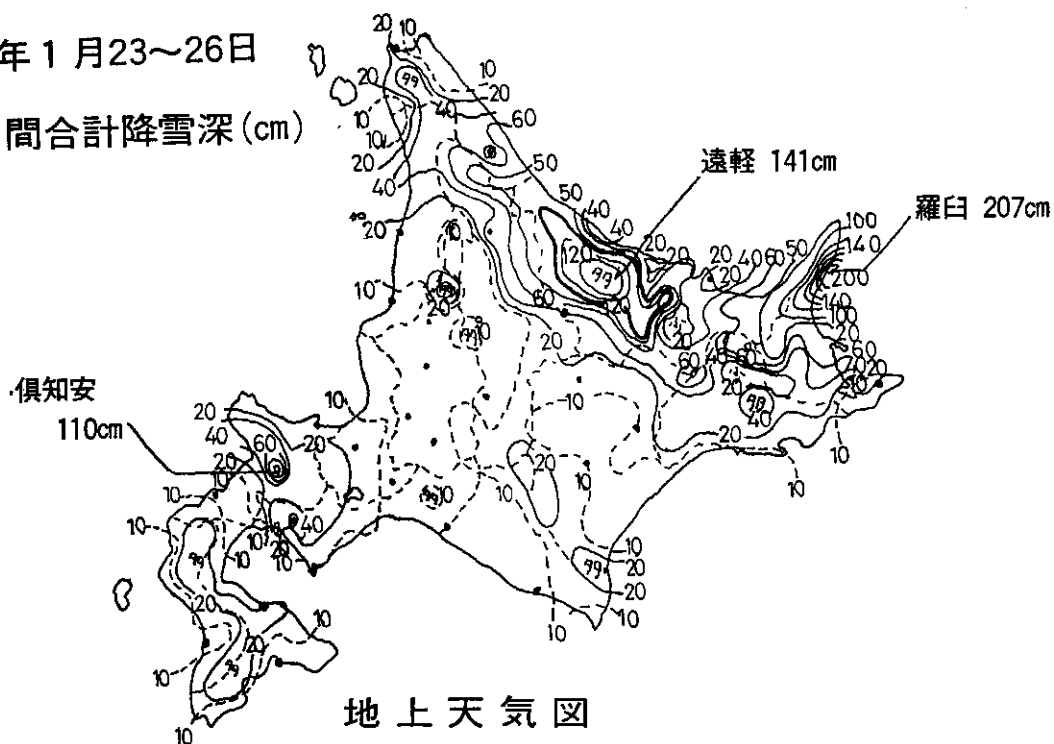


図-9 低気圧経路Aに伴う通行止め区間と順序, 最大風速, 風向と起日

昭和49年1月23～26日

4日間合計降雪深 (cm)



地上天気図

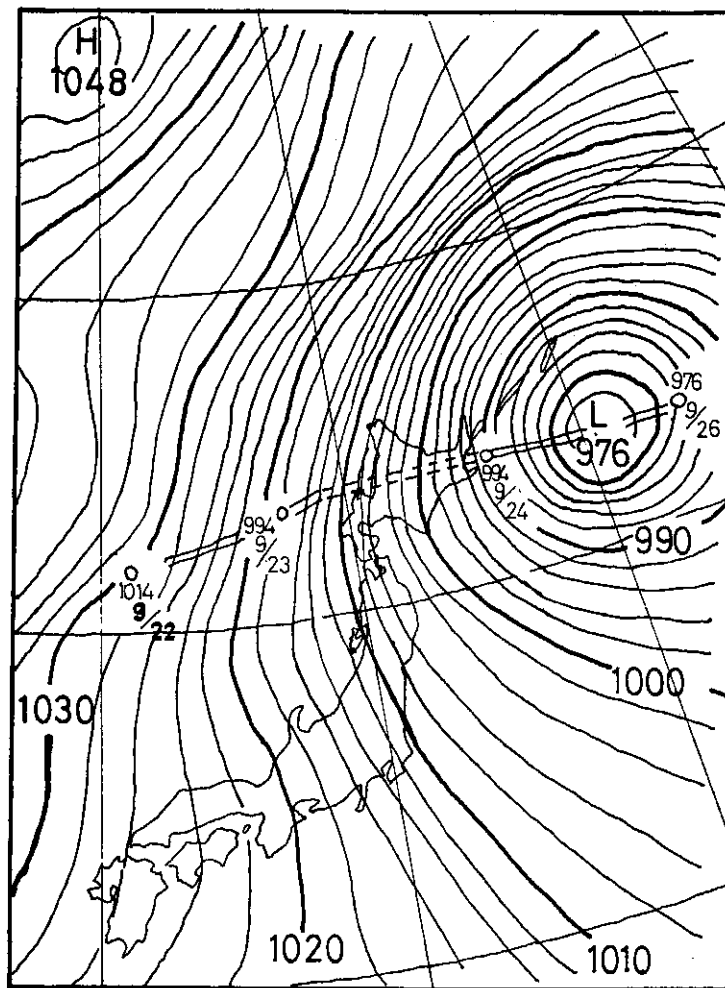
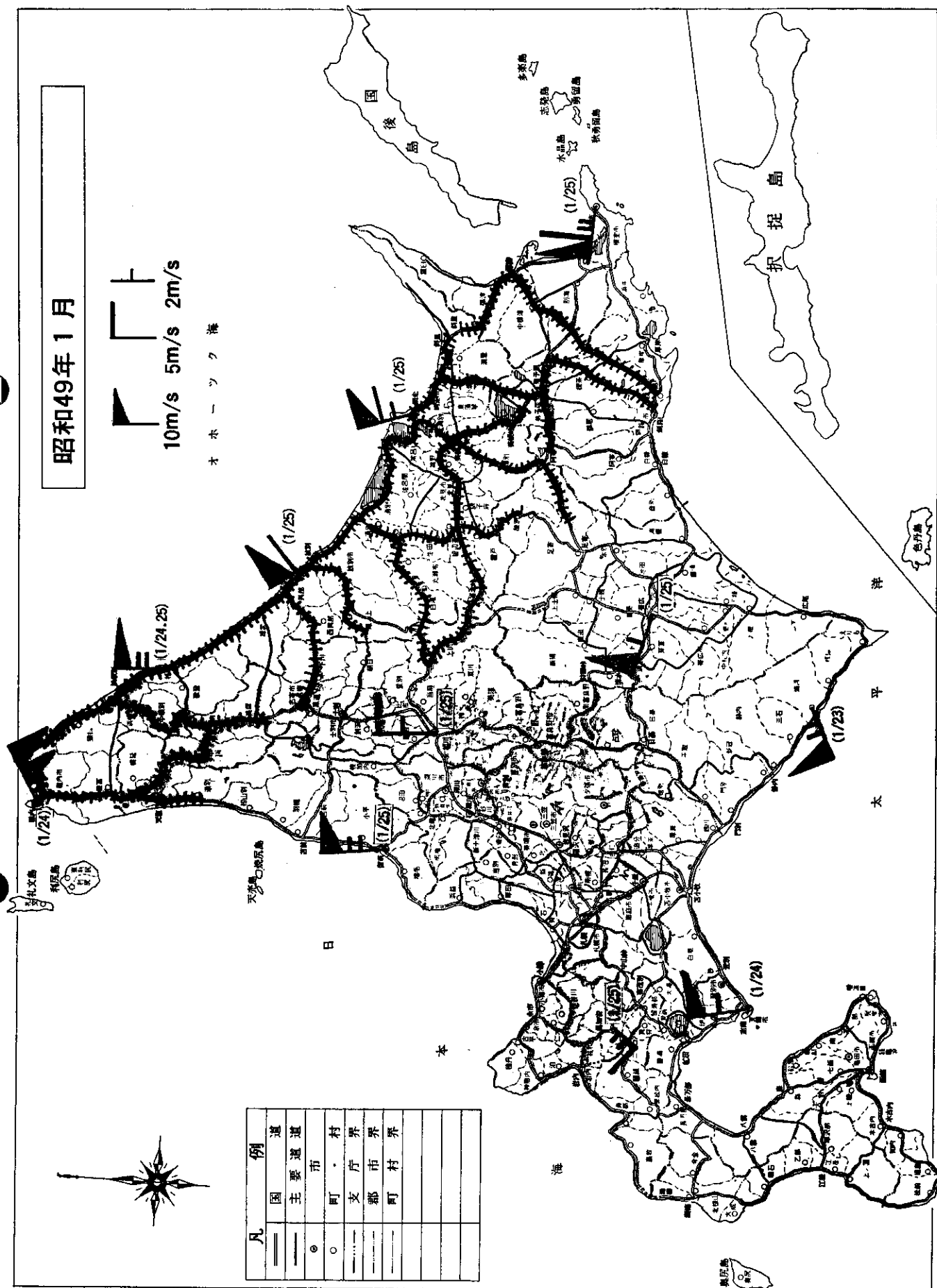


図-10 Bコースの低気圧経路, 4日間合計降雪深

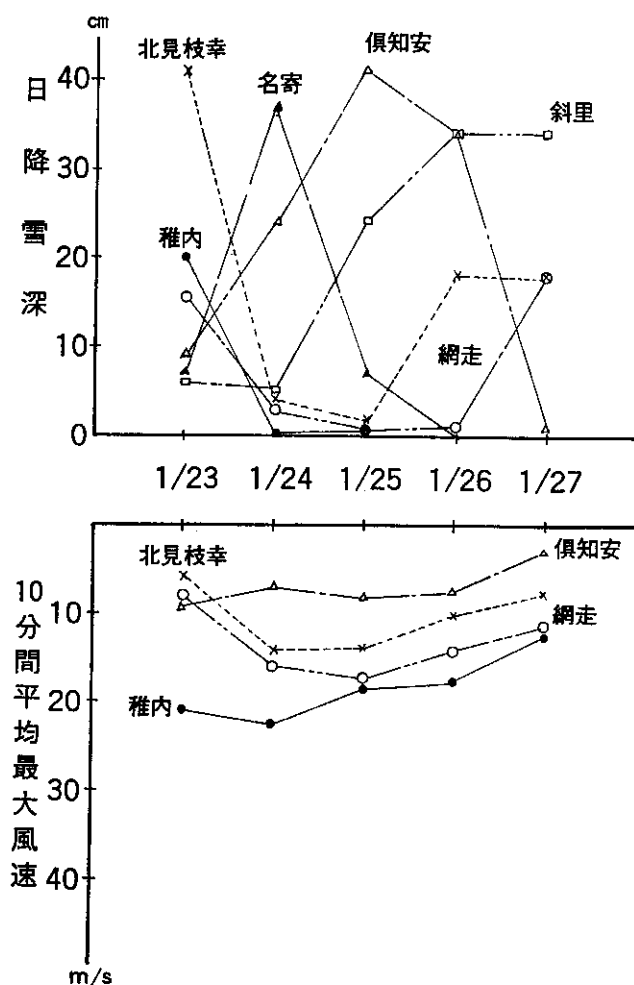
昭和49年 1 月

10m/s 5m/s 2m/s

オホホツク海



図一11 低気圧経路Bに伴う通行止め区間と最大風速，風向，起日



図一12 低気圧経路Bに伴う降雪深と10分間平均最大風速

とがわかる。根室の10分間平均最大風速は、1月25日18 m/sであった。強風が道東における降雪量の増大と重なり、1月25日になってから道東に通行止めをもたらした。

#### (イ) 低気圧経路がCの場合

低気圧経路がCの場合は、低気圧が北海道東海上を北に進む場合で、北海道東部と北部を中心に吹雪くことが多く、通行止めもこの地方で多く起きている。典型例として、昭和46年1月21日から23日までの合計降雪深と低気圧移動経路を図一13に示す。1月22日朝から1月24日夕方にかけて、21路線、24区間の国道、開発道路が吹雪で通行止めになった。通行止め区間は、日高南部の一般国道236号広尾～庶野に始まり、次第に道東、道北へと拡大した。1月22日から24日までの間に通行止めになった区間と、10分間平均最大風速、風向を起日とともに図一14に示す。倶知安では雪が多く降ったが、風が弱く吹雪

による通行止めはなかった。図中の番号は、通行止めになった順序である。

図一15は、1月21日と22日各々の21時の850 m b等圧面天気図である。秋田沖と本州中部にあった2つ玉低気圧が、22日早朝、仙台沖で一つになりさらに発達を続けている様子がわかる。

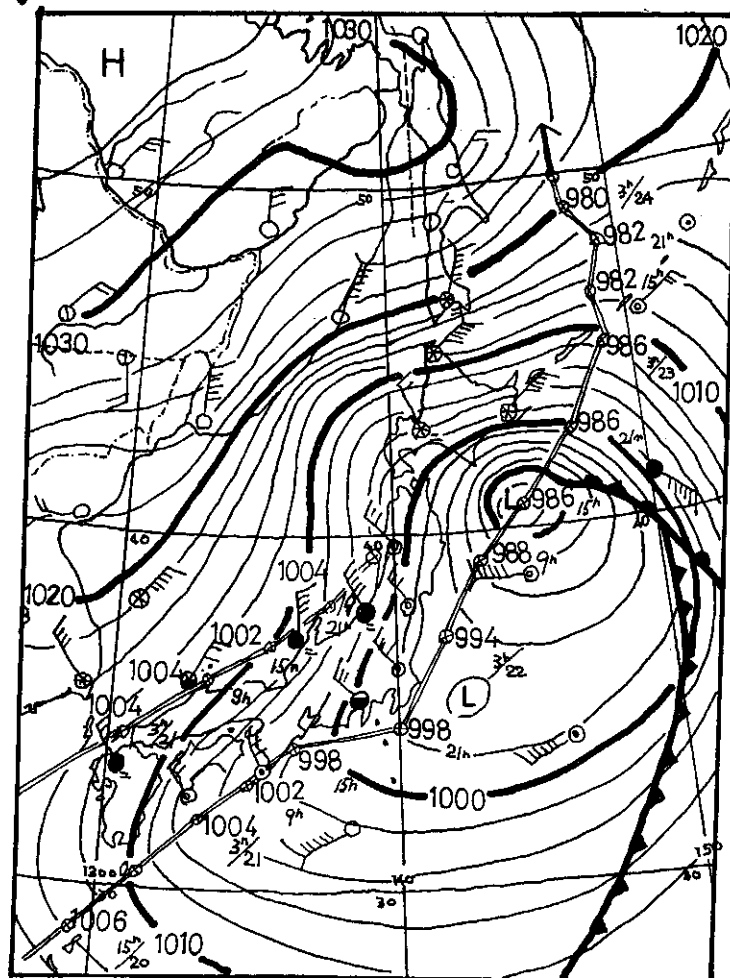
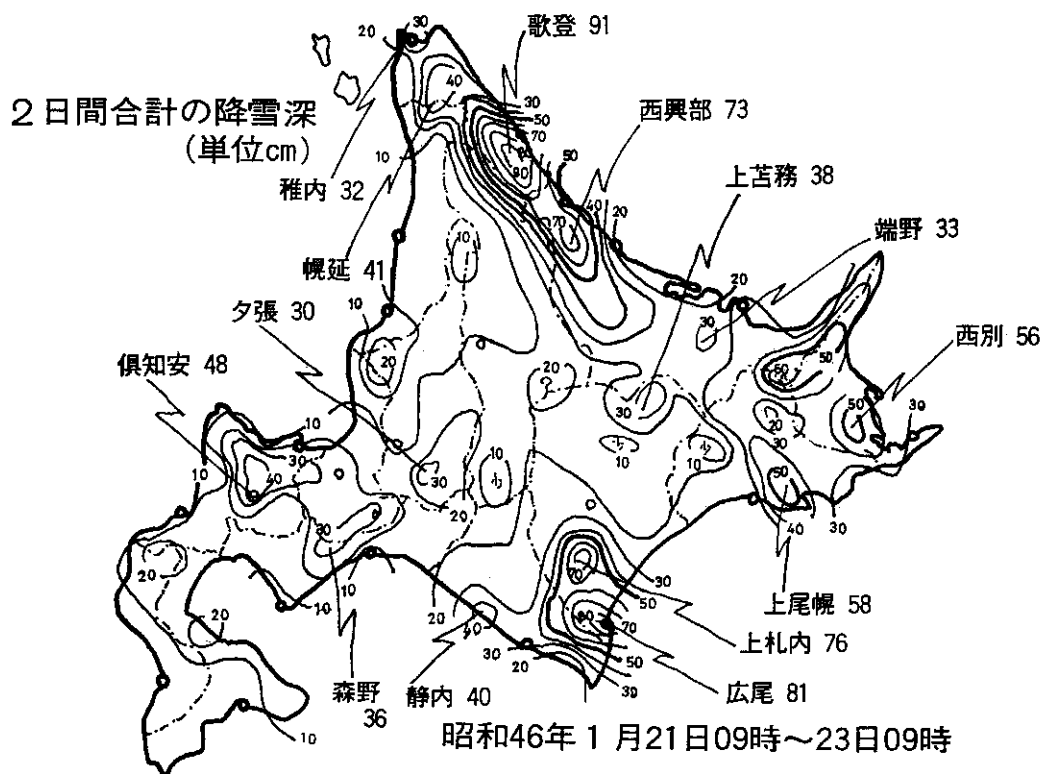
図一16には、1月20日から25日までの日降雪量と、10分間平均日最大風速を折れ線グラフで示した。21日から22日にかけて、強風と多量の降雪があった。稚内におけるこの間の時間断面図を図一17に示した。この時間断面図と等圧面天気図によって、21から22日にかけて稚内地方が低気圧の影響圏内に入っていたことがわかる。また、低気圧通過後、後面へ高気圧の吹きだしが強まっていた。

#### (3) 測定方法の違いによる降雪量の違いについて

気象官署を始め、一般に降雪量をはかる方法として、降雪深のほかに雨量計にヒーターを入れた雪量計が使われている。図一18がこうして得られた降雪を水に換算した倶知安の降雪水量の日変化である。図一12の降雪深の日変化と比べると両者に違いのあることがわかる。まず、5日間のピークの位置が違う。倶知安、名寄は、降雪水量が降雪深の後になり、斜里、網走については、降雪水量のピークが降雪深の前にずれている。また、新雪の密度は $0.03 \sim 0.1 \text{ g/cm}^3$ 程度である。新雪の密度を仮定すれば、降雪深は降雪量と量的対応がつく。今の場合倶知安・稚内・北見枝幸が5日間合計値ではば対応し網走、斜里は対応しない。

気象庁の地上観測法<sup>6)</sup>によると、気象官署における日降雪量の日界は24時であり、降雪の深さは9時、15時、21時における降雪の深さの合計値である。ピークのずれについて、日界の違いによって理解できる場合もあるが、日界の違いだけでは説明できない場合もある。そのほかに、降雪の捕捉率が雪量計と雪尺のまわりの雪面とで違うことが考えられる。

無風の場合には捕捉率の違いが少なく、降雪量と降雪深を対応させる新雪の推定密度は妥当な範囲に入ると思われる。日界の違いを補うため、新降雪深を5日間合計すると風が5地点の中で最も弱かった倶知安では、降雪水量の合計は94mmであり、1  $\text{cm}^3$ 当たり9.4 gの重さがある。降雪深の合計は112 cmである。これらの降雪水量と降雪深から推定される新雪の密度は、 $0.084 \text{ g/cm}^3$ である。降った直後の新雪密度は、 $0.03 \sim 0.1 \text{ g/cm}^3$ であるから、この推定密度は妥当な範囲に入っている。稚内・北見枝幸も推定密度が $0.1 \text{ g/cm}^3$ 以内になるが、網走・斜里は密度が大きく推定され量的対応 $\text{A}$ がくない。

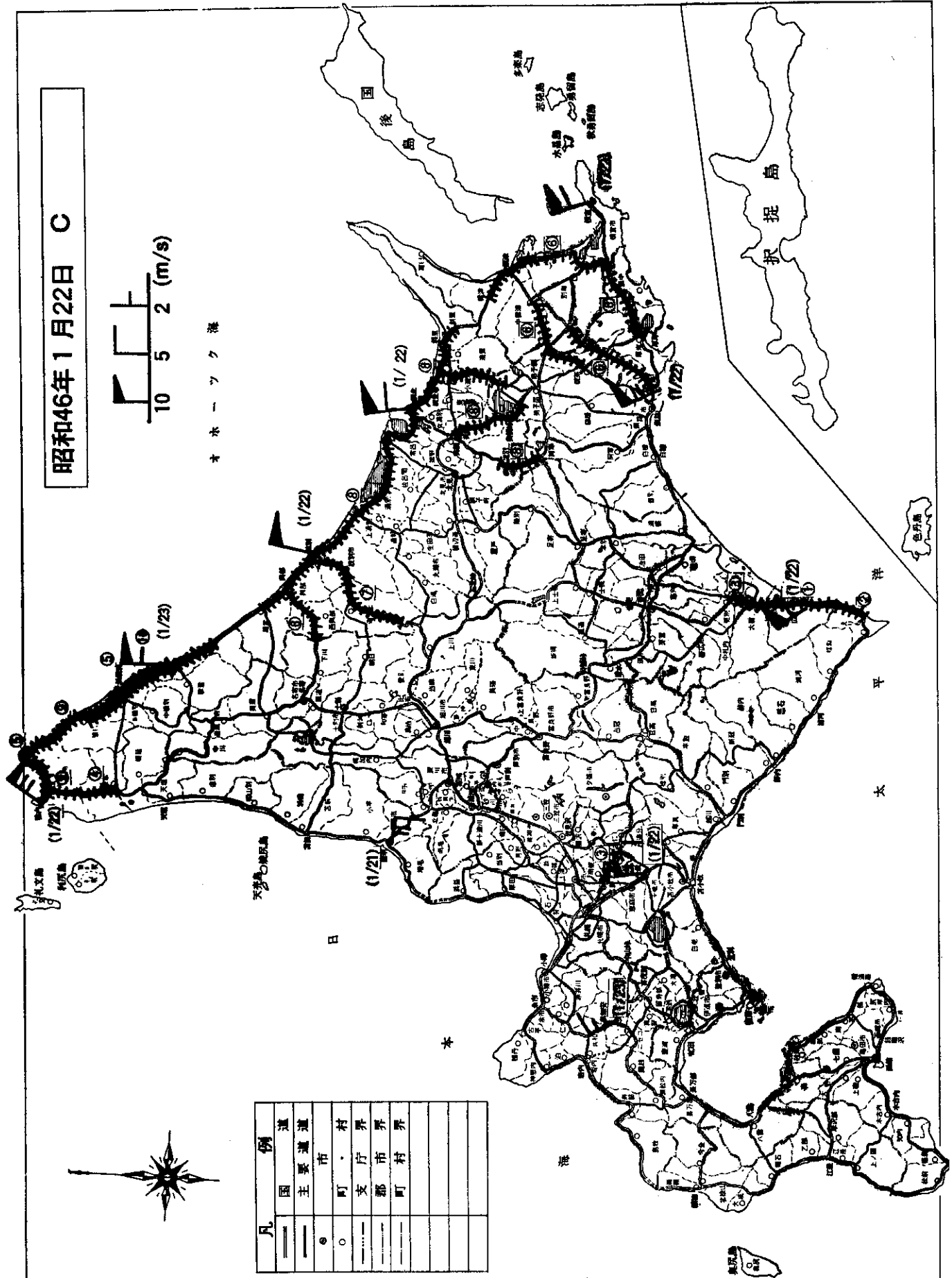


図一13 地上天気図（昭和46年1月22日5時）と低気圧経路と2日間合計降雪深

昭和46年1月22日 C

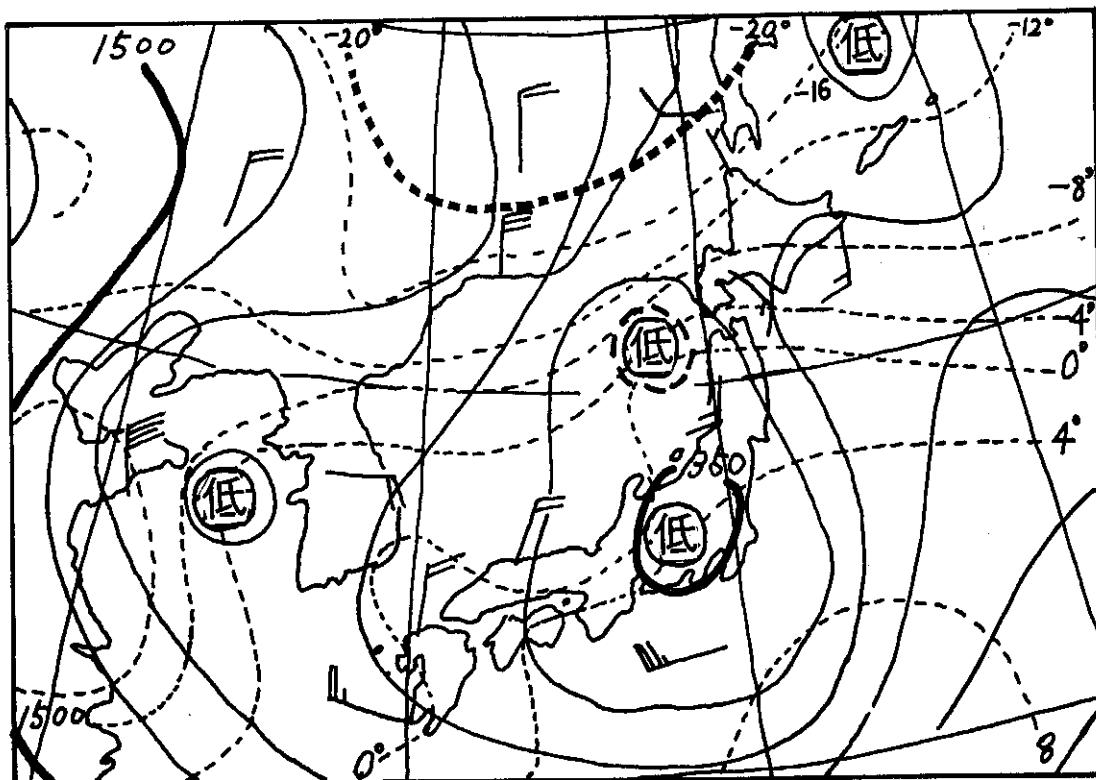
10 5 2 (m/s)

オホーアック海

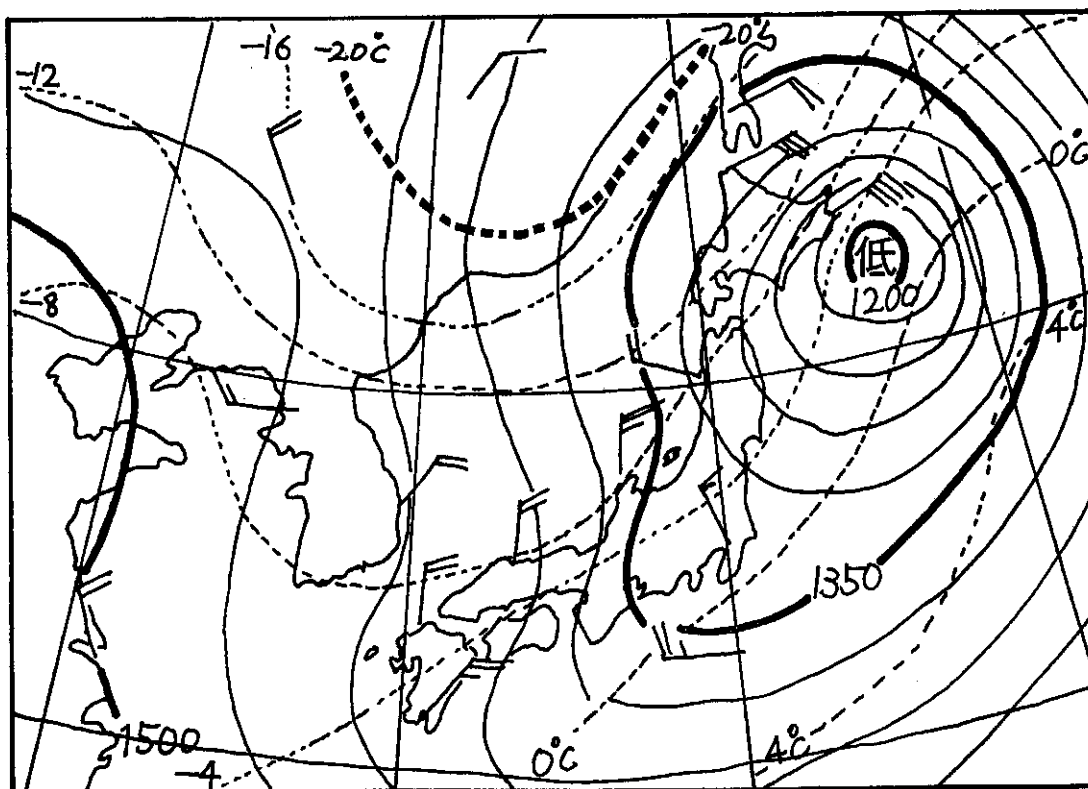


図一14 低気圧経路Cに伴う通行止め区間と順序, 最大風速, 風向と起日



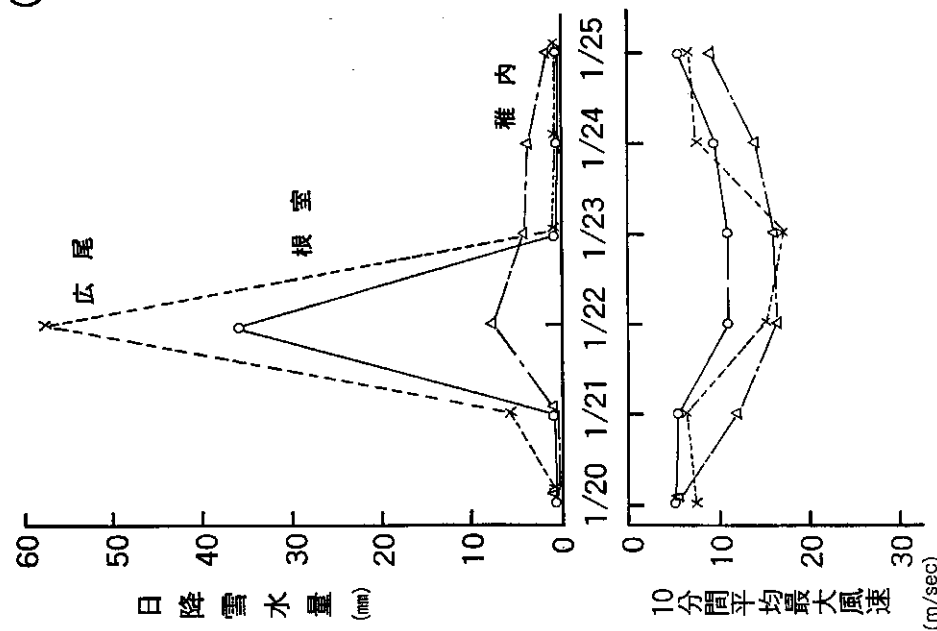


850ミリバル天気図 昭和46年1月21日21時

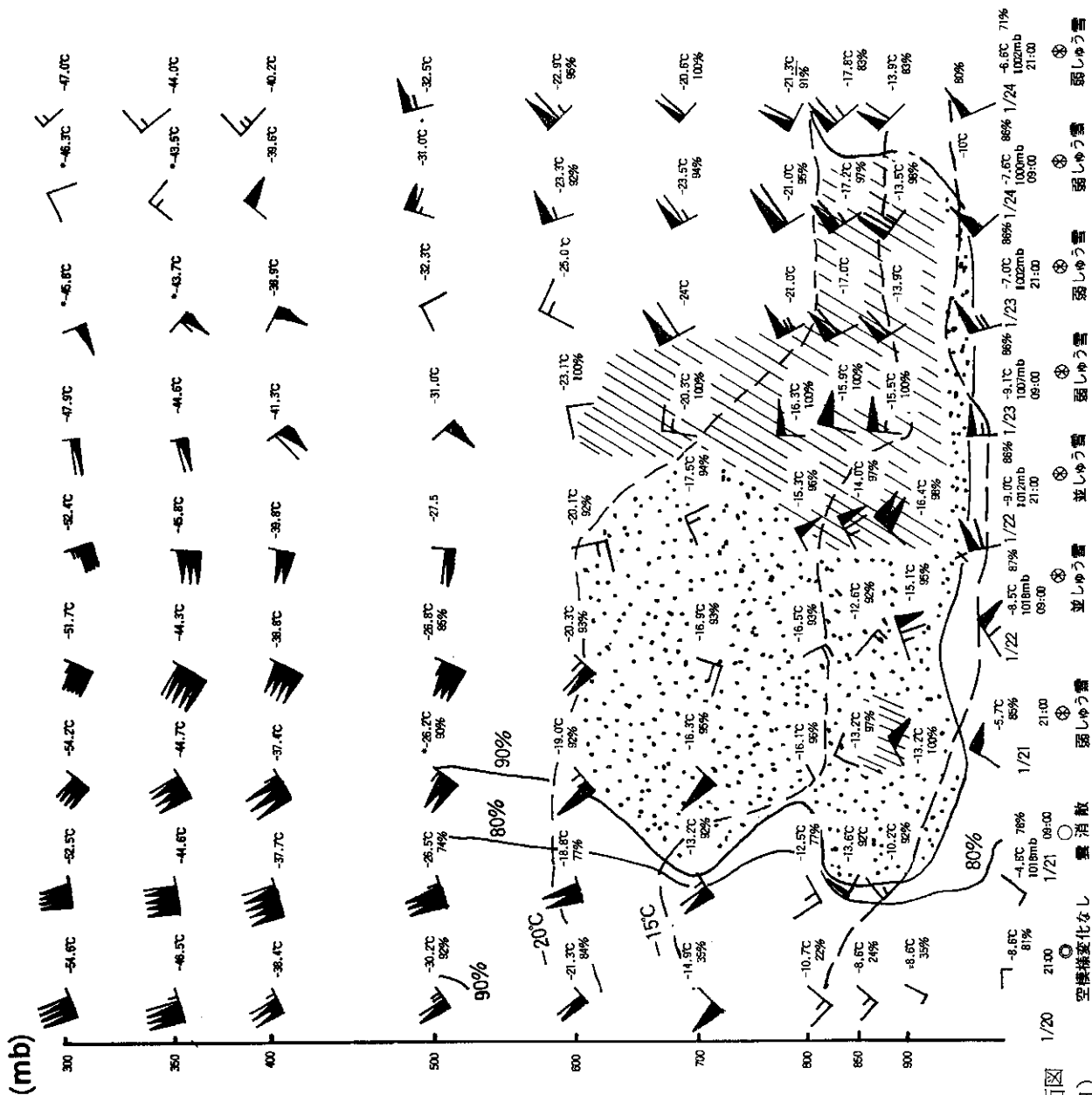


850ミリバル天気図 昭和46年1月22日21時

図-15 低気圧経路Cに伴う850mb面の高度場と温度場



図一16 低気圧経路Cに伴う日降雪水量と10分間平均風速の日変化



図一17 低気圧経路Cに伴う稚内 (1971年) の時間断面図 (1月20日~1月24日)

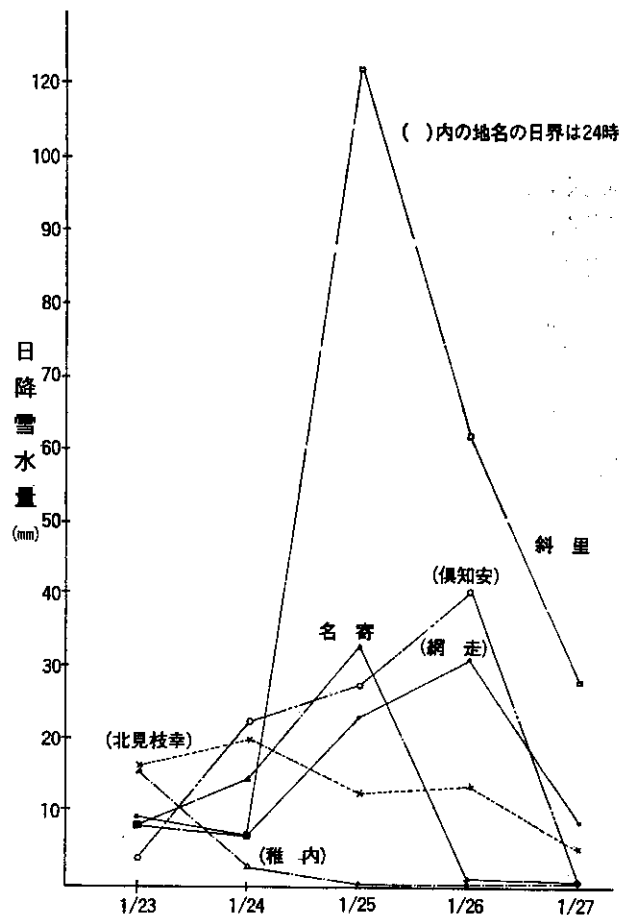
風速の強弱によって雪量計と降雪深を測る雪尺のまわりの捕捉率が違い、推定雪密度が異なることを検討する。

冬、風が強く、吹雪くことの多い稚内の昭和47・48年の1月から2月の厳寒期について調べた結果を表一7に示す。表の上・下いずれも降雪のある日の稚内地方気象台の日原簿から資料を得て雪密度を推定した。

上の表は、日最大瞬間風速が10m/s以下の日だけを対象に雪密度を推定した代表例で、ほぼ0.03~0.1g/cm<sup>3</sup>の間に入っていることがわかる。

下の表は、日最大瞬間風速が20m/sを越える日の代表例である。上、下の表から風の強い日には推定雪密度は、新雪の範囲をはずれることが多い。新雪の範囲内にある時もある地点が吹溜り域になったり、吹払い域になったりして、推定雪密度がみかけ上妥当な範囲内に入ることも考えられる。降雪が水を含むと雪の捕捉率に影響を与えるため、上・下いずれの表も日最高気温が氷点下の日の資料を使った。

このように風のない時、降雪深と降雪水量はよく対応し、その値は信頼できるが風が強い時信頼できる値を得ることは困難である。このために強風時に使える吹雪量の測器についてはわれわれも開発中である。<sup>9)</sup>



図一18 低気圧経路Bに伴う日降雪水量変化

表一7 風速の違いによる推定雪密度 (稚内)

| 一 弱 風 時 一 |                  |              |              |             |                               |
|-----------|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| 年 月 日     | 日最大瞬間風速<br>(m/s) | 日最高気温<br>(℃) | 降雪水量<br>(mm) | 降雪深<br>(cm) | 推定雪密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
| 47, 2, 1  | 8.3              | -9.7         | 3.0          | 7.0         | 0.04                          |
| 2, 2      | 7.7              | -3.2         | 3.5          | 6.0         | 0.06                          |
| 2, 5      | 8.8              | -7.1         | 1.0          | 2.0         | 0.05                          |
| 2, 11     | 7.3              | -2.0         | 2.0          | 4.0         | 0.05                          |
| 2, 12     | 8.4              | -5.2         | 0.5          | 1.0         | 0.05                          |
| 48, 1, 15 | 4.8              | -2.3         | 1.5          | 5.0         | 0.03                          |
| 1, 16     | 6.5              | -0.6         | 3.5          | 3.0         | 0.12                          |
| 2, 13     | 9.7              | -5.2         | 6.0          | 20.0        | 0.03                          |

| 一 強 風 時 一 |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 47, 2, 20 | 22.7 | -0.7 | 5.0  | 1.0  | 0.50 |
| 2, 27     | 24.4 | -0.9 | 14.0 | 0    | —    |
| 2, 28     | 31.4 | -0.7 | 37.0 | 23.0 | 0.16 |
| 48, 2, 1  | 24.5 | -3.0 | 8.5  | 21.0 | 0.04 |
| 2, 7      | 31.5 | -7.0 | 11.0 | 0    | —    |

## ま と め

北海道における雪と道路の関係を考える時、同じく積雪寒冷地である東北、北陸地方と比べて主に気象条件の違いから雪が道路に与える影響も異なる。本州では気温が高く、湿雪状態で雪が重い。また、降雪水量がきわめて多く、この緯度の平地では世界でも類をみない<sup>10)</sup>。本州での雪による通行止めの一具体例として、表一8に上

表一8 昭和45～49年度一般国道17号線の  
雪による通行止め一覧

| 屋根雪<br>排 雪 | 地すべ<br>り 落 雪 | 雪崩ま<br>たは雪<br>崩防止<br>作 業 | 圧雪路<br>面凸凹 | 積 雪 | 吹 雪 | 事 故<br>な ど |
|------------|--------------|--------------------------|------------|-----|-----|------------|
| 1          | 1            | 21                       | 3          | 3   | 2   | 6          |

(北陸地建上越国道工事事務所)

越国道工事事務所がまとめた一般国道17号における雪による通行止めの要因別件数を示したが、雪崩または雪崩発生防止作業によるものが最も多い。雪による通行止め要因の中で北海道ではみられないものとして屋根雪排雪があるが、これは道路敷地面積が北海道に比べて狭いことによると思われる。

一方、北海道では気温が低いいため雪が軽く、雪粒子相互の結合が弱く、強風を伴う降雪時に吹雪による視程障害が起きたり、吹溜りができる。降雪がまったくない時でも密度の小さな雪が積雪表面にあれば、強風による地吹雪が通行止めを引き起こす例もある。このように、気象条件も含めた自然環境や社会環境によって、雪による道路交通障害の要因が異なる。

北海道の国道、開発道路における通行止めの過半数は雪害による。冬季間については、平均して毎年110件余りの通行止めがあり、その75%は吹雪による。

吹雪によって通行止めにいたときの気象条件の特徴は、低気圧の影響がきわめて大きいことである。過去6年間の資料によると2～3日の間に10区間以上が通行止めになったのは15回あるが、ほとんど低気圧によるものである。低気圧による場合は、移動経路の違いで通行止めになる地域がそれぞれ異なる。西高東低の気圧配置の場合は、北海道の西部で吹雪による通行止めが多い。

## あ と が き

冬期間、北海道の道路交通にとって最大の障害は雪であり、最も多い通行止め要因は吹雪であることがわかった。ここでは全道的に通行止めのみについて調査したが、吹雪が誘因となる交通障害には、このほかに交通事

故や交通の渋滞などがあり、その発生件数は通行止め件数をはるかに上まわっているものと考えられる。同じ気象条件でも、地形・植生・道路構造・安全施設の状態などによって、吹雪災害を受けやすいところとそうでない場所とがあり、吹雪に弱い地点は一つの区間の中で限られており、部分的で短い範囲のことが多い。吹雪災害の防止のためには、個々の道路における吹雪に弱い地点の実態を気象・地形・植生・道路構造などについて調査し、防雪方法を検討する必要がある。また、吹雪から道路を完全を守るのは現段階では非常にむずかしいことから、被害を最小限にとどめる意味で交通規制が円滑に行われるために、災害の予測と交通情報のシステム化などが今後必要になってくるものと考えられる。

最後に、過去数年間にわたる通行止めの資料を提供して頂き、かつ、各路線の地名について地図上にない場所を何度も教えていただいた日本道路情報センターの前田、大谷の両氏に深く感謝する。

また、道路の維持管理を行っている各現場から、雪氷災害について生の声をお聞かせ願えれば幸いである。

## 参 考 文 献

- 1) 異常気象時における道路通行規制要領 (1969) 北海道開発局建設部長通達
- 2) 竹内政夫 (1973) 吹雪による視程障害について、雪氷学会北海道支部 積雪寒冷地の道路交通に関する談話会
- 3) 竹内政夫、野原他喜男、石本敬志 (1975) 北海道における吹雪の地域性、昭和50年度日本雪氷学会秋季大会講演予稿集、P. 261
- 4) 気象学ハンドブック (1959) 技報堂、付録
- 5) 異常気象速報 (1971～1975) 札幌管区気象台
- 6) 竹内政夫、石本敬志、野原他喜男、福沢義文 (1976) 吹雪災害拡大要因、第19回開発局技術研究発表会論文集、P. 264～271
- 7) 木下誠一、石原健二 (1971) 自然積雪と路面積雪の雪質分類、日本雪氷学会、P. 3
- 8) 気象庁 地上気象観測法 日本気象協会 (1971) P. 190～193
- 9) 竹内政夫、野原他喜男、石本敬志 (1975) 雪量計式吹雪計、土木試験所月報 NO.260
- 10) 駒林 誠、中村和郎 (1976) 日本の気候、科学VOL46, NO.4, P. 211～222