HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道における路面積雪調査　I　：路面積雪分類試案
Author(s)	木下，誠一；秋田谷，英次
Citation	低温科學. 物理篇，27，163-179
Issue Date	1970-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18110
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p163-179.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Seiiti KINOSITA and Eizi AKITAYA 1969 Snow and Ice on Roads I. *Low Temperature Science, Ser. A, 27.* (With English Summary p. 179)

北海道における路面積雪調査 I*

——路面積雪分類試案——

木下誠一・秋田谷英次
(低温科学研究所)

(昭和44年7月受理)

I. 緒　　言

冬期，路面上に降った雪は，車輛の走行，除雪作業，気象状況などに応じて，刻々と変化し，その様相は複雑多岐にわたる。このような路面上の雪（路面積面と称する）の多様性が，冬期交通上の重要問題である除雪作業，路面すべり，（ふぶきなどによる）視程減退などの諸問題の解明を困難にしている。この意味において，まず，路面積雪をいくつかの特徴ある型に分類し，整理することが必要である。そして，路面積雪の雪質の記述を明確にしなければならない。

昭和43年8月に，建設機械化協会道路除雪委員会において，路面積雪調査のための委員会が設置された。委員会では，まず，路面積雪の実態を把握するための調査が企画された。路面積雪についての調査は，これまでに，我が国はもちろん諸外国においても，殆ど皆無といってよい状態なので，とりあえず資料の集積が目標とされた。そして，昭和43～44年の冬期に，北海道地区，新潟地区において，調査が実施された。その結果から，一応の路面積雪分類試案が作られた。

ここに，北海道地区において実施された調査を紹介する。

II. 調査方法

1. 調査表によるもの

路面積雪の状態を出来るだけ多く把握するため，目視観測でも記入可能な調査表を作り，これを広く配布することにした。調査表としては，道路除雪委員会において，数度討論されて作られた原案に，除雪作業担当の人の意見を入れたものを採用した。第1表に，その「路面積雪調査表」を示す。この調査表は，大別して，除雪状況，気象，路面積雪概況，雪質観測の4欄にわけられる。調査表の記入は，原則として，雪質の変化に応じて行なわれることが望ましいが，記入の簡便さを考慮した結果，除雪作業態勢に順応して，担当路線パトロール時に書きこむことにした。又，一枚の表には，10回記入出来るのであるが，1日24時間以内に記入することで，1日1枚使用ということにした。

2. 断面観測及び雪の組織の微細観測

前記調査表による調査が行なわれている地点に，随時数名からなる研究班が出かけ，その

* 北海道大学低温科学研究所業績　第965号

第 1 表

路面積雪調査表

・この調査は路面上に残る雪を分類する目的で行なわれる。
・調査は雪質の変化に応じて行なわれることが望ましい。

調査地点

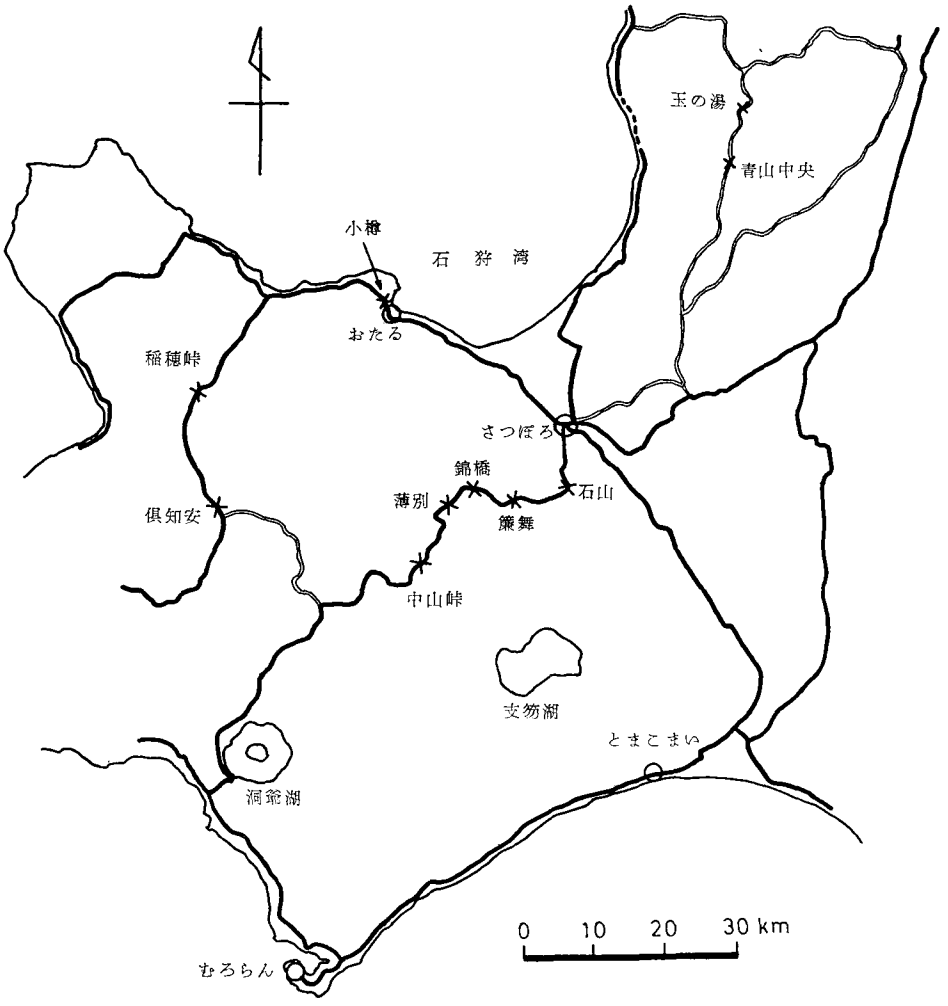
（路面上調査位置を指示した横断面図及び現場写真を別紙添付）

		年月日											
		時刻											
		調査責任者											
除雪状況	調査時前12時間以内の除雪の	回数											
		時刻											
		機種											
	調査時の	除雪幅員											
		雪堤の高さ											
	薬剤散布の	種類											
		散布量g/m²											
		時刻											
気象	気温	調査日の最高											
		調査日の最低											
		調査時の											
		天候											
		風向											
		風力											
	調査日の降雪量												
	日射状況（日当りか日かげかを記入）												
路面積雪概況	路面積雪の有無												
	表面状態（該当欄に○印）	なめらか											
		でこぼこ											
		わだち											
		氷盤											
		ざらめ											
		地ふぶき											
	その他の通称												
	最上層	厚さ cm											
		雪状（該当欄に○印）	新雪										
			ふきだまり										
			粒状										
			圧雪										
			氷板										
			水べた										
			水										
		混入物（薬剤，ゴミ，その他）											
		色（黒，白，灰，その他）											
	第二層	厚さ cm											
		雪状											
		混入物											
		色											
雪質観測（最上層）	硬度（平手，こぶし，指先，鉛筆，ナイフ，釘打ちで凹む）												
	含水（乾き，しめり，ぬれ，水びたし）												
	粒形（丸い，角ばる，不明）												
	混入物（多，中，少，なし）												
	（測定可能のときだけ）密度	粒径											
備考（交通の難易など）													

地点の路面積雪について，詳細な測定をおこなった。一般に，交通量の多い道路では，完全除雪がたてまえなので，路面上に残る雪の厚さは非常に薄い。中央部で高々数 cm，路肩部でも高々 10 cm にすぎない。しかも，日中は，日射などで雪が完全にとけ，舗装面が露出することがしばしばである。又，1 mm にもみたぬ非常に薄い氷の膜が，舗装面に付着することもある。研究班は，このように薄い雪や氷の断面を，除雪幅員いっぱいにわたって切り取り，雪の表面から舗装面にいたる全層について，次の項目の観測をおこなった。

イ．路面積雪概況の横断面図　　ニ．含 水 率　　ト．雪試料の薄片の顕微鏡観察
ロ．密　　度　　ホ．硬　　度　　チ．含 土 砂 量
ハ．温　　度　　ヘ．雪粒の接写　　リ．とかした水の電気比抵抗

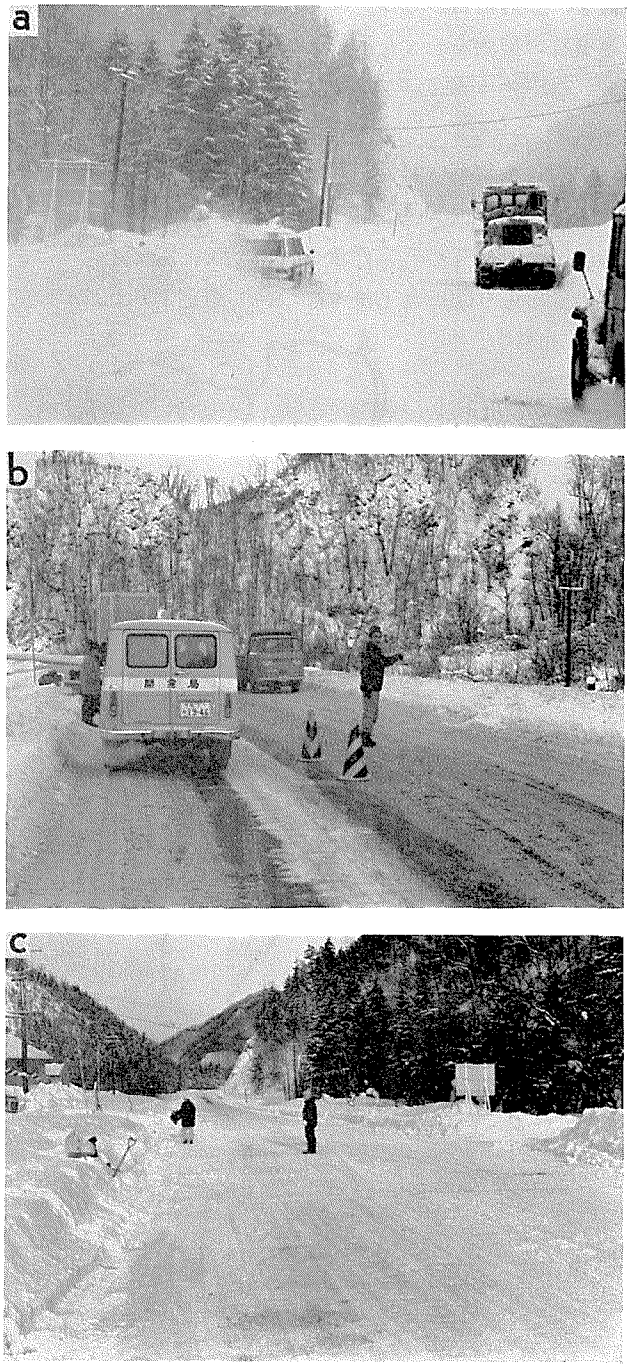
なお，チ．と リ．は採取した試料を低温室にもち帰ってから測定をおこなった。含土砂量は，室温で試料をとかした上に，乾燥炉で完全に蒸発させてから，秤量された。又，電気比抵抗は，とかした後で，遠心分離器にかけて，土砂分をとり除いた上澄みについて測定された。



第1図　調査地点。× 印で示す

III. 調 査 地 点

調査がおこなわれた地点を次にあげる。なお，その位置を第1図の地図に示す。又，若干の現場を第2図と第3図の写真に示す。



第2図 路面積雪状況 (その 1)

a. **こなゆき**。走行する車の後方に舞い上る。左側の駐車している車からは舞い上っていない。1月28日，国道230号線開発局薄別事業所近く。雪粒の写真は図版 I-2

b. **つぶゆき**。塩カル散布の区間。12月27日，国道230号線錦橋隧道近く。雪粒の写真は図版 II-6, 7

c. **圧雪**。1月28日，国道230号線開発局薄別事業所近く。このときの路面積雪横断面図が第4図に示される。雪粒の写真は図版 III-8

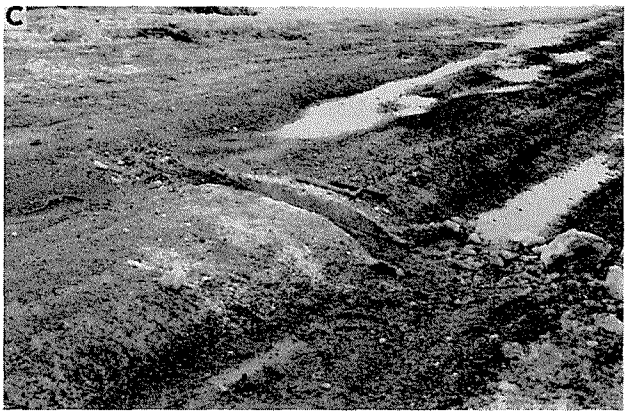
イ．国道5号線

開発局小樽出張所前（第3図 **a**），稲穂峠付近†，開発局倶知安出張所前

ロ．国道230号線

石山坂の上部†，簾舞†（第3図 **b**），錦橋隧道近く（第2図 **b**），開発局薄別事業所前（第2図 **a**, **c**），中山峠†

ハ．道々当別青山線



第3図 路面積雪状況（その 2）

a. **圧雪**（上層）と **氷板**（下層）。2月26日，国道5号線開発局小樽出張所前，このときの路面積雪横断面図が第5図に示される

b. **こなゆき**（上層）と **氷膜**（下層）。車のすべった跡に氷膜がみられる。この氷膜は厚さ1 mm 程度で，舗装面に付着している。1月29日，国道230号線簾舞付近

c. **氷板**。融雪期で表面に泥をかぶっている。3月27日道々当別青山線青山中央。このときの氷板の横断面図が第9図に示される。薄片の写真は図版 IV-12

青山中央除雪センター前† (第3図 **c**), 玉の湯隧道近く†

ニ. 札幌市内

北26西8*, 北18西5*

上記の調査地点のうち, 調査表だけを用いた地点に * 印を, 又, 微細観測だけをおこなった地点に † をつけてある。印のないのは, 両者を併用した地点である。このうち国道230号線の錦橋隧道近くは, 薬剤散布試験区間[1]として開発局土木試験所において継続調査中の地点である。各地点の地形状況などは第2表の微細観測一覧と, 第2図, 第3図の写真に示される。調査表による調査は, 小樽, 倶知安, 錦橋, 薄別においては, 開発局除雪担当者によって, 1月下旬から3月中旬までほぼ5日ごとにおこなわれた。又, 札幌市内においては, 随時数回おこなわれた。又, 微細観測をおこなった日時は, 第2表に示される。

IV. 調 査 結 果

1. 調査表によるもの

開発局に依頼して調査がおこなわれた小樽, 倶知安, 錦橋, 薄別においては, それぞれ大量の資料が得られた。詳細は集録して別に印刷した[2]。これらの結果を参照しながら微細観測をおこない, 路面積雪分類試案を作ったわけである。各地点とも, 調査表のなかの表面状態の記述に不明確な点が多かった。この記述の方法については, 今後改良しなければならない。その他の欄については, ほぼ予期した結果が得られた。ここでは, 各地点の調査表に現われた概略の特徴だけを述べる。

イ. 小樽出張所前

調査日　1月21, 25, 30日, 2月7, 10, 15, 20, 25日, 3月1, 5, 10日。

交通量が1日約6000台と非常に多く, 又除雪作業が盛なため, 路面中央部では, 雪の厚さはほとんど1cm以下で, 氷膜の状態が多かった。路肩部では, 上層圧雪, 下層氷板の状態が多かったが, 日中, 日が当ると, つぶ状から水べたになり, ときには, 雪がなくなることもあった。

ロ. 錦橋隧道近く

調査日　1月21, 22, 28, 29日, 2月3, 4, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 27, 28日, 3月3, 4, 7, 8, 12, 17, 18日。

ここは, 北海道土木技術会薬剤除雪研究委員会(委員長板倉忠三)が試験区間として指定したところで, 薬剤散布の作業及びその効果の調査は, 北海道開発局が担当した[1]。毎日1回又は2回, 1 m^2 当り数十gずつ薬剤主として塩化カルシウム ($CaCl_2$, 以後 **塩カル** と略す) が散布された。融点降下のため雪がとけるので, 湿った感じの状態になる。しめり方が強いと, スノージャムという表現が使われた。雪粒子は, 一見ざらめゆき状で, 相互につながりがなく, ばらばらである。従って, グレーダー等によるかき集めが容易になる。この点が大きな利点であろう。又, この場合, 車のタイヤに付着する土が雪にまざり, 雪は茶色になる。

ハ. 薄別事業所前

調査日　1月21, 22, 28, 29日, 2月3, 4, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 27, 28日, 3月7, 8, 12, 17, 18日。

新雪，圧雪，氷板からなることが殆どであった。効外ではあるが，除雪がゆきとどき，雪の厚さは路面中央より路肩方向へ 2.5 m の調査箇所で，4 cm をこえることがなかった。車輛の走行が途絶えることはなかったが，ときには，第 2 図 **a** の写真のように，こなゆきが舞い上って視程障害を起したり，又，すべることがあった。

ニ．倶知安出張所前

調査日　　1 月 22, 25, 29, 30 日，2 月 1, 5, 12, 15, 20, 25 日，3 月 1, 5, 11 日。

薄別と同じく，新雪，圧雪，氷板からなることが殆どであった。多雪地帯であるため，除雪作業が盛んであるにもかかわらず，雪の厚さが 10 cm をこえることが，しばしばであった。路面は縦断勾配が 4.9% 傾斜している上，道路が少しカーブになっているので，車がすべることがしばしばであった。

ホ．札 幌 市 内

北 18 西 5　調査日　　1 月 21, 22, 23 日，2 月 10, 12, 13, 14 日

北 26 西 8　調査日　　1 月 18, 19, 22 日

交通量が多いため，雪質の変化が激しい。降雪後に，圧雪ができても，すぐつぶ状又は水べたに変化し，日中には消えることが多い。又，雪の色は，茶色よりも黒色に近い方が多い。

2. 微細観測 (現場測定)

得られた結果の一覧を第 2 表に示す。そのうち，横断面を作って測定をおこなったものについて，横断面図と各測定値を第 4, 5, 6, 7, 8, 9 図に示す。それぞれ，厚さ，横幅とも，同じ縮尺で書いたが，路面上の雪や氷が極めて薄いことが解るであろう。

密度の測定は，自然積雪について使用されている方法[3] によったが，路面積雪が非常に硬いため，試料の採取は容易でなかった。又，硬度の測定は，木下式硬度計[3] の先端に，直径 1 cm の丸棒アタッチメントをつけておこなわれた。この硬度は，雪に錘を落して穴をあけるときの抵抗力で表されるから，本来の圧縮破壊の他に，おしつめが加わるので，圧縮強度よりは大きな値になる。除雪作業では，雪の圧縮がこれに近い形でおこなわれるから，この硬度の値は，実用的には役に立つと思われる。

第 4, 6, 7 図の，薄別，稲穂峠，倶知安では，上層に新雪，こなゆきがあるが，非常に薄いので，図には省略されている。又，第 4 図薄別の中央部下層の氷板の厚さは，数 mm の程度で，むしろ氷膜と云った方がよい。

第 4 図薄別の状況は，第 2 図 **c** の写真に示れる。又，第 5 図小樽の状況は，第 3 図 **a** の写真に示される。

第 8 図と第 9 図は，ともに道々当別青山線における観測結果である。調査日の 3 月 27 日には，除雪作業が完了していた。僅かに路面中央に氷の塊が，表面に泥の層をかぶって残っていた。第 8 図の青山中央の状況が，第 3 図 **c** の写真に示される。第 9 図の雪堤の高さ 2 m からも解るように，この冬はかなりの大雪であった。又，除雪回数も国道に比べると少ないから，1 月，2 月にはかなりの厚さの圧雪層があったことが想像される。従って，恐らくこの氷板は，圧雪に水がしみこんで，凍ったものであろう。

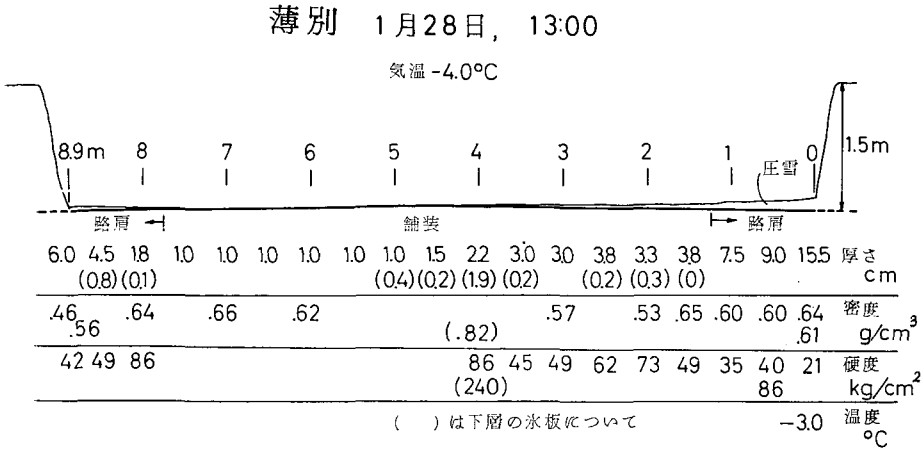
微細観測で採取された雪や氷の顕微鏡写真は，まとめて本文最後の図版に示される。又，

第2表　微細観測結果一覧

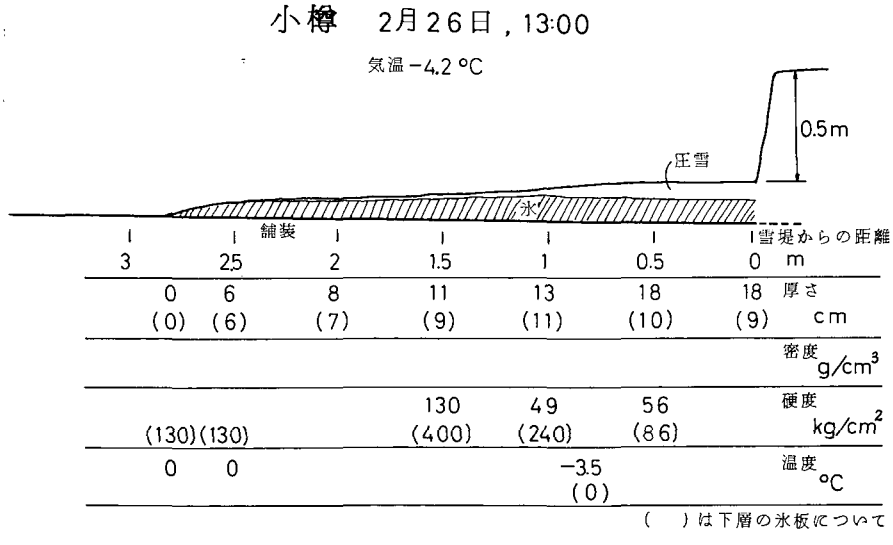
	月日・時刻	交通量（台/日）	道路状況	除雪状況	除雪幅員 m	雪堤 m	薬剤	降雪状況	気温 ℃	天候・日射	表面状態
小樽出張所前 国道5号線	2.26 13～14:30	約6,000	切土 中央4mコンクリート 周囲 林地 両側アスファルト 家屋 縦断勾配 1%	当日除雪なし		0.50	なし	なし	−4.2	はれ，日当り	中央と両端に雪，他は路面露出
石山坂上 国道230号線	1.28 10:30	約5,000	片切盛 周囲 草地 縦断勾配約 5%				〃	すこし	−3.5	こゆき	中央と両端に雪，他は露面露出
みすまい 国道230号線	1.29 11:00	約4,000	盛土 周囲 草地 縦断勾配 0% 家屋				〃			はれ	
錦橋トンネル近くの国道230号線	12.27 15:30	約4,000	盛土 アスファルト 舗装幅員 8m 縦断勾配 0% 周囲 林地				30g/m² 13:00		−11.7	くもり	中央部は路面露出
	1.14 13:30			10:00 トラック	7.20	0.50	50 10:00		−8.2	〃	〃
	1.28 11:00			10:00 トラック	6.55	1.50			−3.5	〃	〃
	1.29 10:00			5:00 グレーダー	6.55	1.50	60 10:00		−9.5	はれ	〃
倶知安出張所前 国道5号線	2.27 10:30	約2,000	切土，アスファルト 舗装幅員 6.5m 周囲 林地 縦断勾配 4.89%	7:00～8:30 グレーダー2回	6.50	1.40	なし		−3.0	こゆき	なめらか
薄別出張所前 国道230号線	12.27 15:10	約1,000	片切盛	当日除雪なし			〃	なし	−6.4	くもり	〃
	1.14 11:20		アスファルト 周囲 林地 舗装幅員 6.5m 家屋	7:30 ローダー	8.90	1.50	〃	すこし	−8.0	〃	〃
	1.28 13:10		縦断勾配 2%	8:30 ローダー	8.00	1.40	〃	4.0cm	−4.0	〃	〃
稲穂峠 国道5号線	2.26 15:35	約1,000	盛土，アスファルト，周囲 林地 縦断勾配 0% 海抜 390m		8.50	1.00	〃		−5.8		〃
中山峠 国道230号線	1.28 16:00	約 600	切土，アスファルト，周囲 林地 縦断勾配 0% 海抜 830m	4:00~4:30ローダー 7:00 グレーダー 14:00 ローダー			〃		−13.2		〃
青山中央除雪センター前	3.27 17:15	約 800	砂利 周囲 家屋	なし			〃		−0.3		中央部分にだけ氷がある
玉の湯トンネル近く，道々青山線	3.27 14:15	約 150	片切盛，砂利 周囲 林地	なし	7.50	2.00	〃		0		中央部分と両端部にだけ雪がある
	3.28 6:30						〃		−4.3		

	測定点		雪質	厚さ cm	密度 g/cm³	硬度 kg/cm²	温度 ℃	色		粒径 mm	含土砂量 %	とかした水の比抵抗 Ω cm	写真
小樽出張所前	全断面	中央 上層	ざらめ	0～1	0.62		0	茶		0.3～0.9	1.7	1.8×10^3	図版 II-4
		下層	氷板	0～0.5				〃					
国道5号線	第5図参照	端 上層	圧雪	0～0.9		50～130	−3.5	灰	圧雪→氷板	0.05～0.2			第3図 a
		下層	氷板	0～9	0.76	90～300	0～−3.0	〃		(0.6～1.2)*	0.79	5.0×10^3	
石山坂上	中央，端部	中央 上層	つぶゆき	0～0.5	0.46			白		0.3～1.1	1.9	1.6×10^3	図版 II-5
国道230号線		端 下層	(固まらない)氷板					〃	圧雪→氷板	(0.2程度)			図版 IV-11
みすまい	雪堤から	上層	こなゆき	0.4	0.29 0.30					0.05～0.15			第3図 b
国道230号線	4.6m	下層	氷膜	約0.05									
	中央近く	上層	つぶゆき	0～3	0.5			茶		0.2～0.8			第2図 b
錦橋トンネル近くの国道230号線	〃	上層	つぶゆき	0～2	0.41		−7.0	〃	0.1~0.3mmの小粒が集まる	0.4～1.0	2.6	8.6×10	図版 II-7
	〃	上層	つぶゆき	0～2	0.5		−2.8	灰		0.4～1.1			
		下層	氷板				−3.5	〃		(1～1.7)			
	〃		つぶゆき	0～2	0.28 0.31		−8.0	〃	0.07~0.3mmの小粒が集まる	0.3～0.7			図版 II-6
倶知安出張所前	半断面	上層	こなゆき							0.05～0.2	0.01	1.6×10^4	図版 III-8
国道5号線	第7図参照	中層	圧雪	9～11	0.57～0.61	30～170		白					他に氷膜 9, 10
		下層	氷板	0～4									
	中央	上層	圧雪	4	0.6	53～75	−6.6～−6.9	白		0.05～0.15			
薄別出張所前	〃	上層	こなゆき		0.41		−7.5	〃		0.1～0.3			図版 I-3
		中層	圧雪	2.5	0.67	46, 58	−8.0	〃		0.1～0.3	0.15	1.7×10^4	
国道230号線		下層	氷板	0.8		170	−7.8	〃		(0.3～0.8)			
	全断面	上層	こなゆき		0.27			〃		0.1～0.4			第2図 a
	第4図参照	中層	圧雪	1～15	0.46～0.66	21～86	−3.0	〃		0.1～0.2	0.07 0.07	(5.0×10^4	図版I-1, 2
		下層	氷板	0～1.9	0.82	200	−2.5	〃		(0.3～1.2)		自然雪)	第2図 c
稲穂峠	半断面	上層	圧雪	1～5	0.6	40～170	−5.5	白		0.05～0.2	0.02		
国道5号線	第6図参照	下層	氷板	0～6.5		170		〃		(0.7～1.7)		1.2×10^4	
中山峠	中央	上層	こなゆき							0.1～0.3			
国道230号線		下層	圧雪	10	0.54	73, 130	−9.7	白		0.1～0.25		2.5×10^4	
青山中央除雪センター前	中央 第9図参照	中央	氷板	0～11.3	0.83		0～−1.0	灰		(1.0～2.0)			第3図 c 図版 IV-12
玉の湯トンネル近く，道々青山線	第8図参照	中央	氷板	0～3		170	0	灰		(0.7～1.4)			
		端	ささくれ，ざらめ，氷板	全厚 6	ざらめ 0.63	0.88	0	〃	含水率 19, 22.4%	気泡 0.1～0.5	2.9		

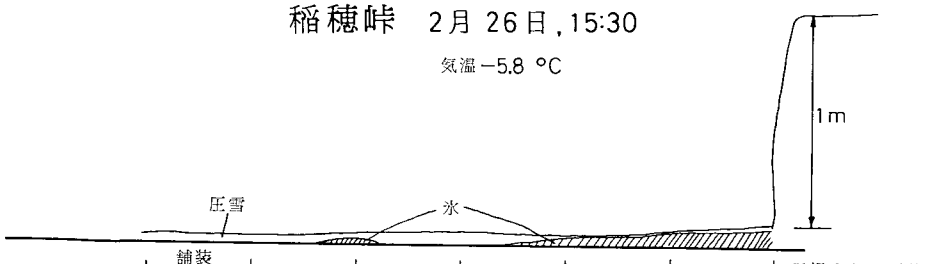
* 氷板の場合は多結晶氷のなかの結晶粒の大きさ



第4図 国道230号線開発局薄別事業所前の路面積雪の横断面図。中山峠方面を向いて書いた図。右側が北西。第2図 **c** がこのときの写真である



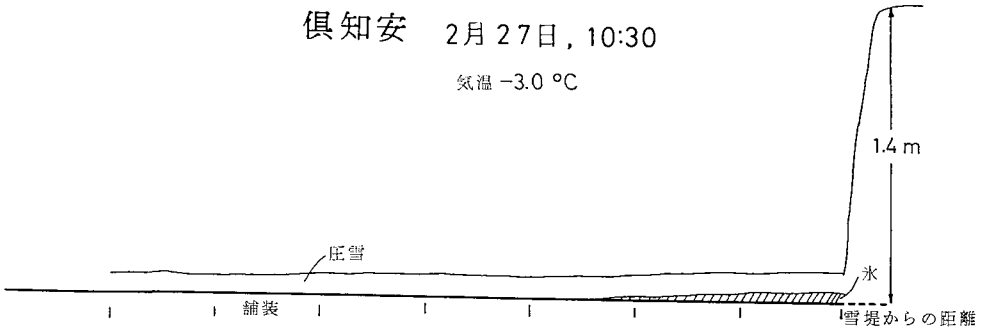
第5図 国道5号線開発局小樽出張所前の路面積雪の横断面図。札幌方向を向いて書いた図。右側が南西。第3図 **a** がこのときの写真である。中央部は舗装面が露出している。舗装幅員は 11 m



3	2.5	2	1.5	1	0.5	0 m	雪堤からの距離
3.0 (0)	2.5 (0)	3.5 (0.3)	5 (0)	3 (2.3)	7 (6.5)		厚さ cm (氷)
	0.61		0.6		(0.9)		密度 g/cm³
170	86	130	73	40 (170)	40 (170)		硬度 kg/cm²
						−5.5	温度 °C

( ) は下層の氷板について

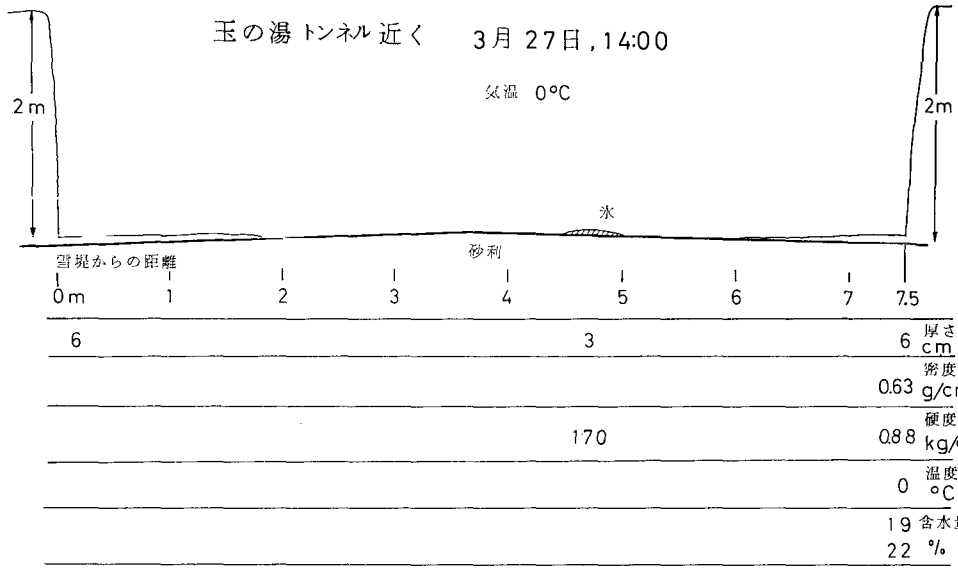
第6図 国道5号線稲穂峠付近。小樽方面を向いて書いた図。右側が南。氷板のないところは車のタイヤがよく通るところである。舗装幅員は 6.5 m



3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0 m	雪堤からの距離
9	9	9.5	10	10	11 (0.8)	13 (3)	13 (4)	厚さ cm
	0.58 0.60		0.61 0.56		0.60 0.61		0.57	密度 g/cm³
170 86	170 130	130	100	130	42 (130)	66	30	硬度 kg/cm²
−6.0	−4.3 −6.0		−4.0 −6.0	−5.7	−3.2 −4.2	−3.0	−2.0	温度 °C

( ) は下層の氷板について

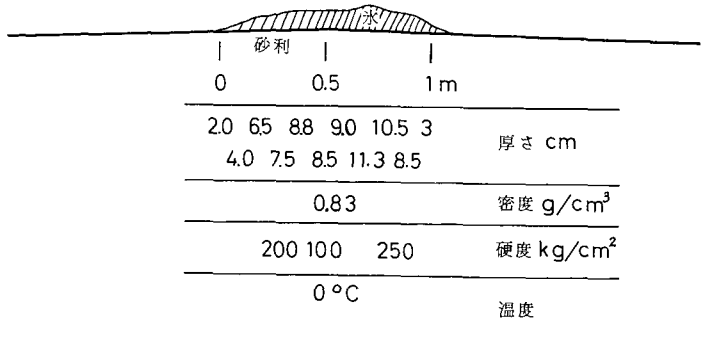
第7図 国道5号線開発局倶知安出張所前。函館方面を向いて書いた図。右側が西. この圧雪の薄片の写真を図版 III-8 に示す。又，その圧雪の表面に出来た氷膜の薄片の写真を，図版 III-9, 10 に示す。舗装幅員は 6.5 m



第8図 道々当別青山線玉の湯トンネルに近く。トンネルの北側。北を向いて書いた図。中央部に泥をかぶった氷板と，路肩部にざらめ雪があるだけで，他は露出していた。雪堤の高さ2mは，この冬はかなりの大雪があったことを示す

青山中央 3月27日, 17:00

気温 −0.3°C



第9図 道々当別青山線青山中央除雪センター前。北を向いて書いた図。路面中央に泥をかぶった氷板があるだけ，このときの写真が第3図 **c** である。又，この氷板の薄片の写真が図版 IV-12 である。

その粒子の粒径などについては，第2表に記載されている。

舗装面にごく薄い氷膜が付着することが多いが，この氷膜の上を車輛等が走行するときは，非常にすべり易い[4]。第3図 **b** に，すべったタイヤの跡がみえる。1月29日国道230号線簾舞における状況であるが，このように，氷膜の上に薄く雪が蔽われることが非常に多い。この氷膜を量的に測定することは難しいが，今後の課題として研究するつもりである。

3. 微細観測（実験室測定）

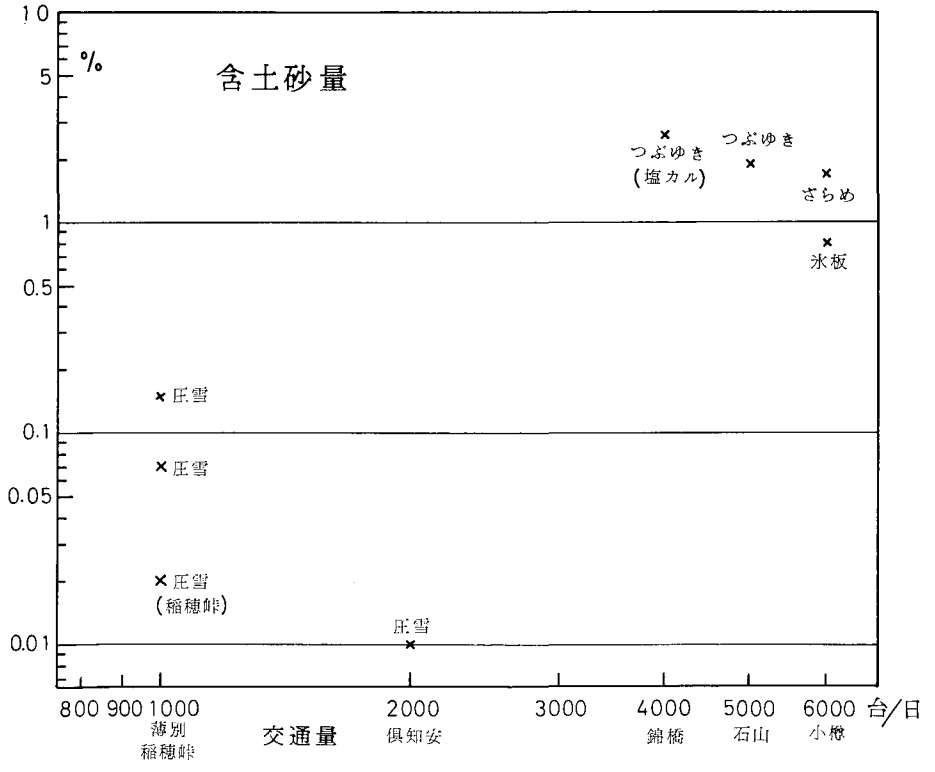
路面上で試料を採取して，実験室にもち帰り，含土砂量と，融解水の電気比抵抗を測定した。

イ．含 土 砂 量

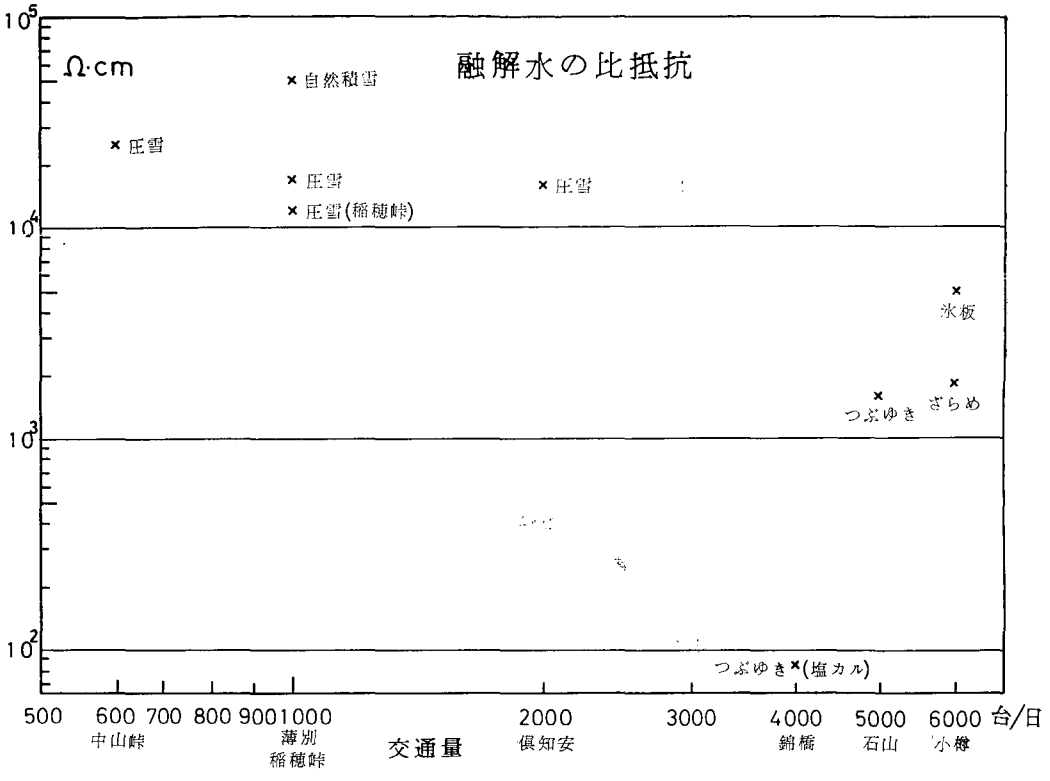
交通量の多い路面ほど，雪のなかに含まれる土砂の量が多いことが予想されるので，第10図に交通量と含土砂量との関係を両対数グラフで表わした。交通量の少ない薄別や稲穂峠，それに倶知安のような山間部では，含土砂量は0.1% 以下0.01% 程度である。交通量が4000台/日以上になると，含土砂量は1% をこえ，雪は灰色又は茶色にみえる。特に，薬剤散布区間の錦橋では，前にのべたように含土砂量が多く，2.6% に達した。

ロ．融解水の比抵抗

交通量の多い路面ほど，雪の中に色々なよごれがまじる。山間部の自然積雪では，融解水の比抵抗は $5\times10^4\ \Omega\cdot$cm の程度で，ほぼ蒸溜水に近い。測定した融解水の比抵抗と交通量との



第10図 路面積雪の含土砂量と交通量との関係



第11図 路面積雪をとかした水の電気比抵抗と交通量との関係。小さい値のつぶゆきは，塩カルに散布区間の錦橋隧道近くにおいて，採取されたものである

関係を，第11図に両対数スケールで表わす。交通量の少ない山間部では，自然積雪にほぼ近い値を示した。交通量の多い石山や小樽では，$2\sim5\times10^3\,\Omega$·cm であった。薬剤を散布している所では，薬剤の水溶液が雪つぶを蔽うため，比抵抗は小さくなる。塩カルを散布した錦橋では，86 Ω·cm にすぎない。

この値は，ほぼ0.1 N (規定) の塩溶液の値に近い。したがって，試料をとかした水1リットル中にほぼ6 g の塩カルが入っていたことになる。試料を採取した1月14日には，塩カルが1 m² につき50 g 散布された[1]ので，1 m² につきとかして8.4リットルになるだけの雪があったことになる。厚さにして0.84 cm である。この日のつぶ雪の密度は0.42 g/cm³ であるから，結局約2 cm の厚さになる。大体妥当な値といえよう。

外国の薬剤散布の例では，散布量が数百 g/m² にも達する[5]が，これは，路面上の雪や氷を完全にとかし流してしまうことを目的にしている。このような場合には，当然比抵抗はもっと小さくなる。したがって，車体をいためることも多い。カナダなどでは，そのための車洗いが盛んである。

V. 路面積雪分類試案

昭和43～44年冬期の路面積雪調査で得られた結果を総合して，分類の試案を作った。そ

第3表 路面積雪分類試案

名称	特徴	雪粒状態	密度 g/cm³	硬度 kg/cm²	写真
新雪	降ったばかりの雪	降雪雪片	0.1 前後	なし	図版 I-1
こなゆき	(粉状) 車の通過後まい上る地ふぶき	粒径0.05～0.3 mm の相互につながりのない粒	0.27～0.41	なし	図版 I-2, 3, 第 2 図 **a**
つぶゆき	(粒状) 車の通過後まい上らない，ざらめゆき 車の走行によるかきまぜでできる，薬剤散布でできる	粒径 0.3 mm 以上の相互につながりのない円い粒	0.28～0.50	なし	図版 II-4 図版 II-5 図版II-6, 7, 第 2 図 **b**
圧雪	(板状) おしつめられた雪	粒径0.05～0.3mm の雪粒が相互に網目をなしてつながり合う	0.45～0.75	20～170	図版 III-8, 第 2 図 **c**
氷板	(板状) 圧雪に水がしみこんで凍ったもの	粒径 0.3～2mm の多結晶氷	0.75 以上	90～300	図版IV-11, 12, 第 3 図**c**
氷膜	(膜状) 水の膜が凍ったもの	粒径 0.1～0.4 mm の多結晶氷			図版III-9, 10, 第 3 図**b**
水べた	(液状) 雪がぬれた状態				

れは，新雪，こなゆき，つぶゆき，圧雪，氷板，氷膜，水べたの 7 種類で，それぞれの特徴，雪粒状態，密度，硬度をまとめて，第 3 表に示す。また，雪粒又は薄片の顕微鏡写真を，本文末の図版 I, II, III, IV に示す。

つぎに各雪質についての第 3 表の説明に若干の補足を加える。

新雪 自然積雪における分類名と同じ (図版 I-1)。

こなゆき 新雪の雪片からちぎれて出来たものと，円味をおびた小さな粒とがある。後者は，新雪粒子が車の走行による摩擦熱でとけたためにできるものである (図版 I-2)。交通量が多いほど，粒は大きくなる (図版 I-3)。車輛の通過でまい上り，視程減退の障害を起す。その状況を第 2 図 **a** の写真に示す。下層に圧雪があるときは，圧雪にくりこまれて行くが，下層が氷板，氷膜又は露出した舗装面である場合には，粒が次第に大きくなって行く。第 3 図 **b** の表面の雪がそれである。

つぶゆき 圧雪が日射又は暖気でとけてざらめ雪になる場合は，自然積雪の分類と同じ (図版 II-4)。こなゆきの粒が大きくなって，粒径が 0.3 mm 以上になると，もはや車の通過後でもまい上ることがない (図版 II-5)。自然積雪面をとぶ地ふぶきの雪粒子も，粒径の最大はほぼ 0.3 mm 位である[6]。

薬剤たとえば塩カルを散布する場合，散布量が数十 g/m² 程度のときに，つぶゆきの状態になる。散布後間もないとき (10 分後位) が図版 II-6 の状態で，こまかな粒 (0.07～0.2 mm) が

集って大きな粒 (0.3～0.7 mm) を作る。時間がたつと (3 時間半後), 図版 II-7 の状態になる。大きな粒は 0.4～1.1 mm になるが, これ以上は粒が大きくならない。このようにばらばらとして, 相互にくっつくことがないのが薬剤散布の特徴で, かき集め易いのが除雪作業にとって利点になる。静かに集めて密度を測ると, 散布後間もないときで 0.3 g/cm^3 前後, 時間がたつと, 0.4 g/cm^3 から 0.5 g/cm^3 位にもなる。雪面の状況は, 第 2 図 **b** の写真に示される。

塩カルが雪粒に接触すると, 融点降下で液体が出来, これが雪粒の表面を蔽う。こまかな雪粒が密集している場合には, 液体の表面張力で粒同士が凝集を始める。しかし, ある程度集って, 粒がある大きさになると, その表面張力では, もはや粒同士が凝集しなくなる。このような限界の粒の大きさが 1 mm 前後なのであろう。

圧　雪　都市の道路を除いては, この状態が最も多い。密度, 硬度とも広範囲にわたる (図版 III-8)。雪面が圧雪の状態は, 第 2 図 **c** 及び第 3 図 **a** の路肩部にみられる。

氷　板　圧雪にしみこむ水の量の多少で, 氷板の微細組織が違う。水の量が少ないときには図 IV-11, 多いときには図版 IV-12 の状態になる。後者の方が, 氷の結晶が大きい一方, 気泡がよりまばらに点在する。氷板の状態は, 第 3 図 **a** の下層部及び第 3 図 **c** にみられる。気泡の大きさは, 0.1～0.5 mm である。

氷　膜　水の膜が凍って出来るものである。舗装面に付着するもの (第 3 図 **b** の写真にタイヤのすべった跡がみられる) と, 圧雪表面に出来るもの (図版 III-9, 10) とがある。後者は, 車がすべるときの摩擦熱で圧雪のごく薄い表層部分がとけ, そのとけ水が雪粒間隙をうめた後, すぐに凍ったものである。鏡のようになめらかになっている。この氷膜の厚さは, 0.2 mm ほどである。図版 III-9 は, そのような氷膜をもっ圧雪面の鉛直断面の薄片である。又, 図版 III-10 は, その氷膜の部分だけの水平断面である。気泡の大きさは 0.01～0.1 mm である。

水 べ た　新雪, こなゆき, つぶゆき, 圧雪がぬれた状態である。スノージャム, シャーベット, 大根おろし等の呼び名がある。これについては, 微細観測をおこなう機会がなかった。次年度の調査にまちたい。

IV. むすび

ひと冬の調査ではあったが, 路面積雪の実態をある程度把握することができた。そして試案として大分類を作成した。しかし, これを路面積雪の全貌とするには, まだ資料が不十分なので, 今後の研究に期待しなければならない。特に考慮したい点としては, 除雪作業能率, 車のすべり, 視程減退などの, 現実の交通に関係する諸問題と密着した雪質の分類やよび名を作ることである。又, 測定器の点でも, 自然積雪の場合とは違ったものを開発する必要がある。

調査方法や路面積雪分類試案の作成にあたって, 道路除雪委員会委員長石原健二博士ほか委員の皆様に, 色々御討論をいただいた。又, 調査表による調査にあたって北海道開発局道路維持課長山野耕二氏, 官房機械課和田清高氏, 札幌開発建設部札幌出張所, 小樽開発建設部, 同小樽出張所, 倶知安出張所の皆様の非常な御協力を得た。又, 微細観測にあたって, 低温科

学研究所若浜五郎助教授，成田英器，堀口薫，小林俊一，田沼邦雄，山田知充の各助手，大学院学生石川信敬，技術員赤川宇佐美，山口昇の各氏には多大の御協力を得た。又，論文作成に当って吉田順五教授，鈴木義男助教授から貴重な御意見をいただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

文　　献

1) 板倉忠三 1969 塩類利用による路面着氷防止．北海道土木技術会薬剤除雪研究委員会，35 pp.
2) 路面積雪調査結果．調査表集録，微細観測結果，昭和44年5月，12 pp.
3) 清水　弘 1967 積雪観測法．北海道大学低温科学研究所，24 pp.
4) 市原　薫・金泉　昭・小野田光之 1964 各種路面のすべりまさつ係数について．土木技術資料，**6**-6, 238-246.
5) Manual on Snow Removal and Ice Control in Urban Areas. 1967 *National Research Council, Ottawa, Canada. Technical Memorandum* No. 93, 135 pp.
6) 小島賢治 1969 顕微鏡による飛雪粒子の観察．低温科学，物理篇，**27**, 115-129.

Summary

The characteristics of snow on roads change continuously with the action of traffic, snow removal, weather conditions, ect. and appears in many different forms. Attention must be given to classification of the snow forms when studying snow removal, ice control operations and winter driving.

Measurements of density, hardness, temperature and soil content, and micrographical observations were carried out in the winter of 1968～69 on thin snow layers covering urban arterial roads in Hokkaido.

The following classification of snow types will be proposed on the basic of these results;

New Snow (Composed of snow flakes; immediately after a snowfall on roads; the snow grains are shown in photograph I-**1**; density $\rho \approx 0.1$ g/cm^3)

Powdery Snow (Composed of loose grains of 0.05～0.3 mm in diameter; blown up by a passing car, as shown in Fig. 2 **a**; the snow grains are shown in photograph I-**2**, **3**; $\rho = 0.27 \sim 0.41$ g/cm^3)

Grainy Snow (Composed of loose grains of 0.3 mm or larger in diameter; never blown up; formed by thermal metamorphosis (II-**4**), mechanical mixing (II-**5**) and chemical treatment (II-**6**, **7**, Fig. **2 b**); $\rho = 0.28 \sim 0.50$ g/cm^3)

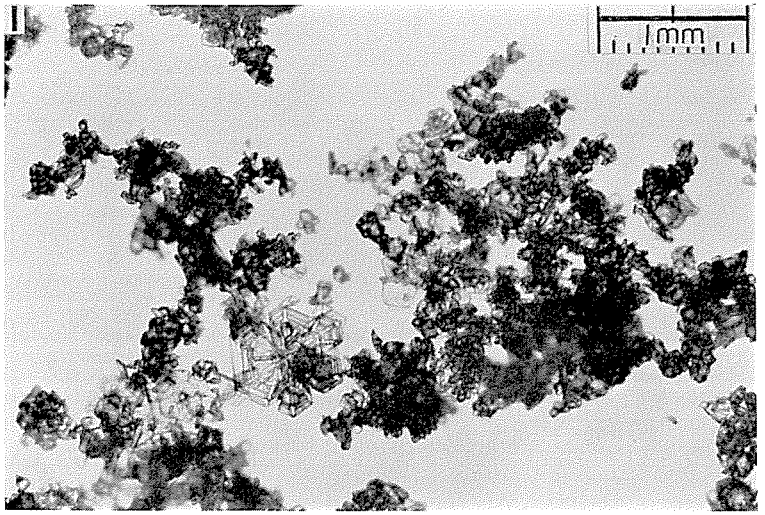
Packed Snow (A network texture of grains of 0.05～0.3 mm in diameter, as shown in II-**8**; view shown in Fig. 2 **c**; $\rho = 0.45 \sim 0.75$ g/cm^3, hardness $H = 20 \sim 170$ kg/cm^2)

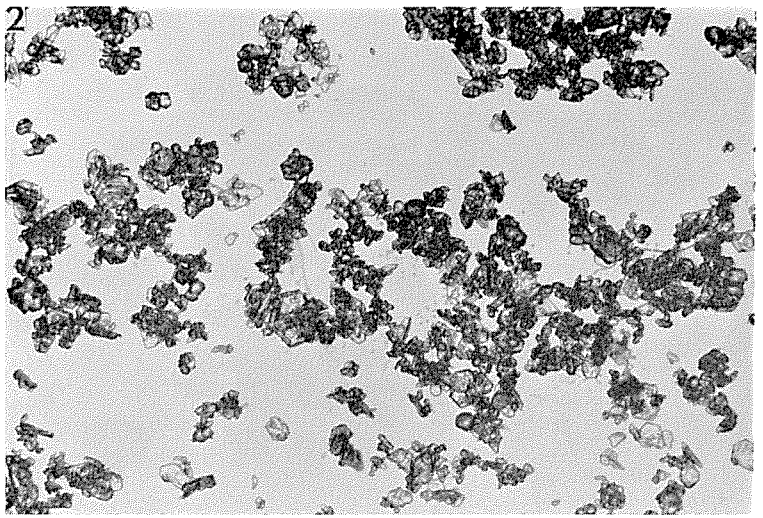
Ice Crust (Polycrystalline ice with air bubbles of 0.1～0.5 mm in diameter, as shown in IV-**11**, **12**; formed by freezing of wet packed snow; $\rho > 0.75$ g/cm^3, $H = 90 \sim 300$ kg/cm^2)

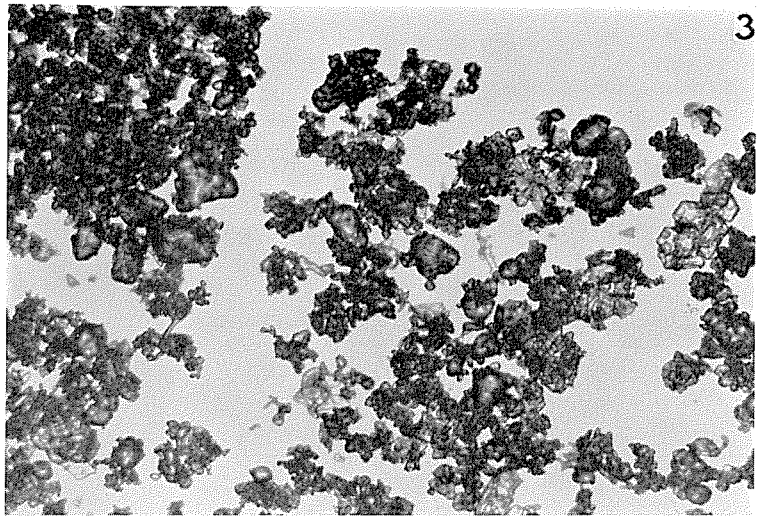
Ice Film (Polycrystalline ice with tiny air bubbles of 0.01～0.1 mm in diameter, as shown in III-**10**: formed by freezing of melt-water film)

Slush (Formed by melting of snow)

Snow on roads are sometimes composed of two or three layers, as shown in Fig. **3 a** or Fig. 5 (above: packed snow; below: ice crust) and Fig. **3 b** (above: powdery snow; below: ice film appearing at the slip trace of a car).





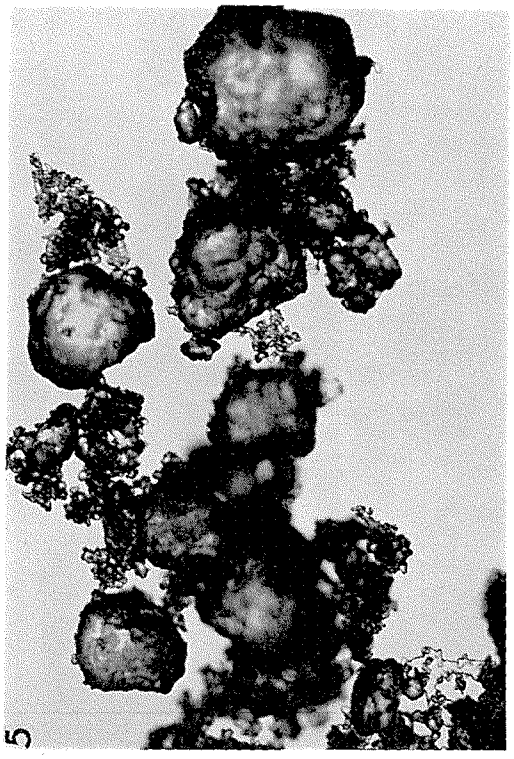


図版 I

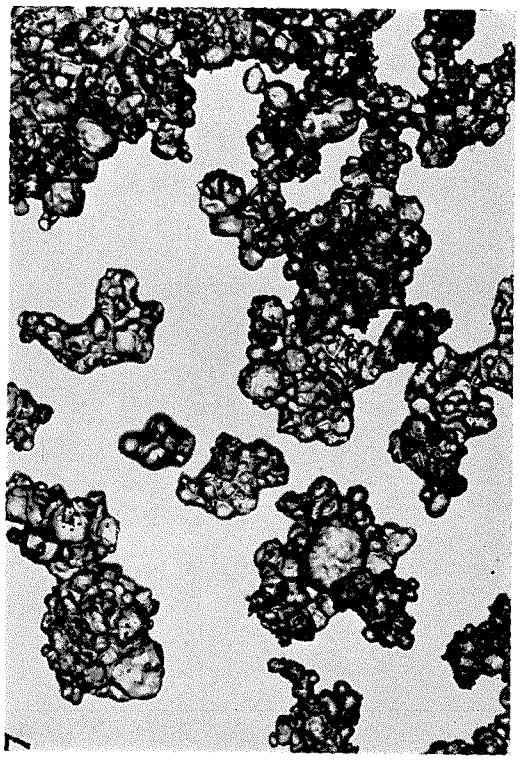
1—新　雪　1月28日薄別において路面上に降ったばかりの新雪

2—こなゆき　1月28日薄別において，雪が降ってすぐ車にふまれたもの，密度 0.27 g/cm^3

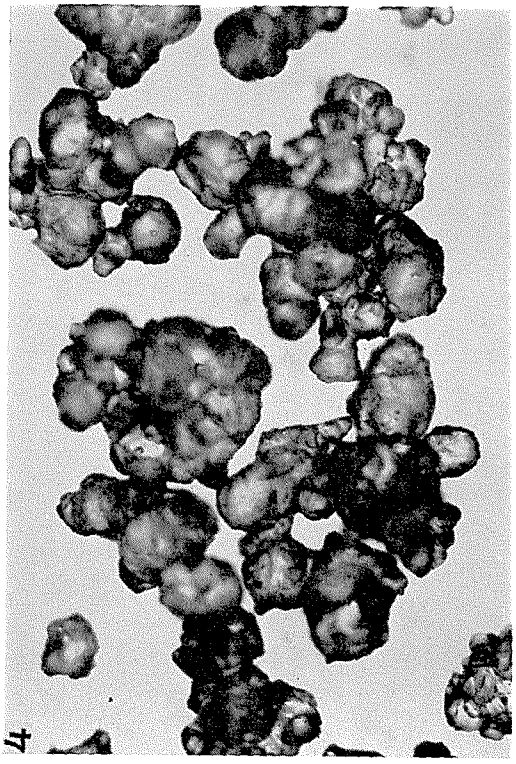
3—こなゆき　1月14日薄別において，降ってから，10分ほど車にふまれたもの，密度 0.41 g/cm^3。2, 3とも車の通過後，第2図 **a** のように舞い上る



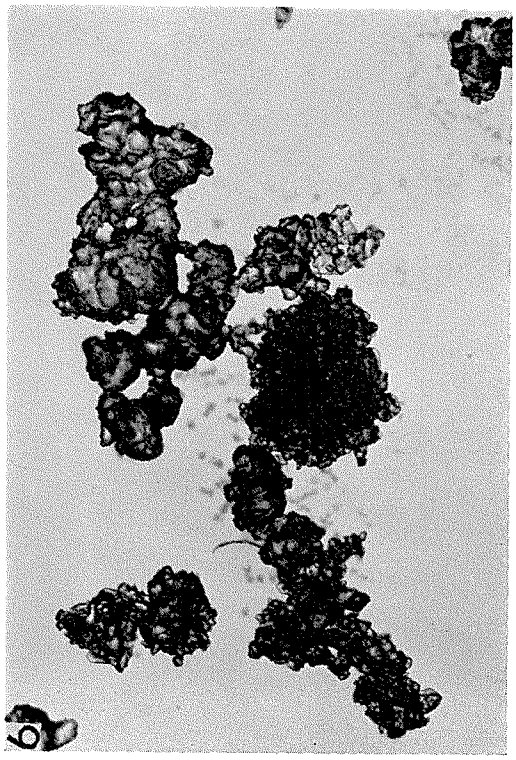
5



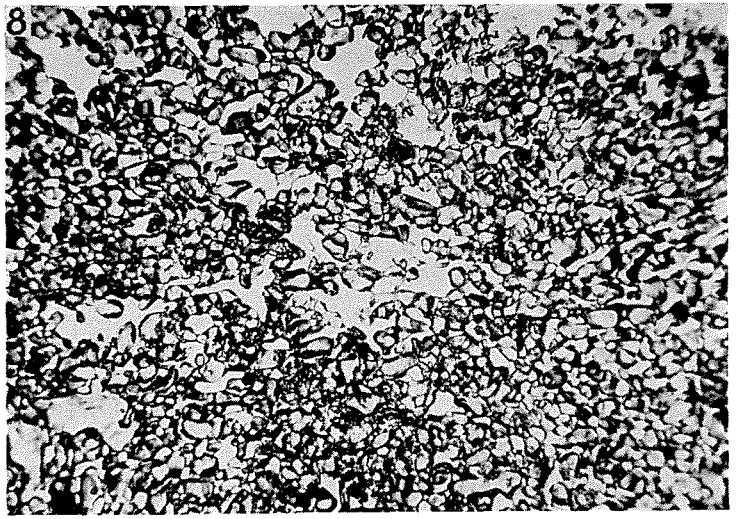
7

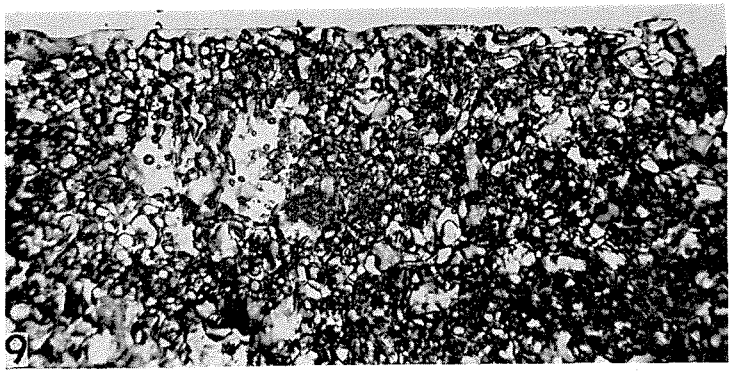


4



6





図版 II

4—つぶゆき　自然積雪のざらめゆき，2月26日小樽の路面中央で，新雪から変態した。密度 0.62 g/cm³

5—つぶゆき　1月28日石山坂上の路面中央にできる。交通量が多いため，こなゆきから変態した。密度 0.46 g/cm³

6—つぶゆき　1月29日錦橋において，塩カル散布後間もなく。密度 0.30 g/cm³

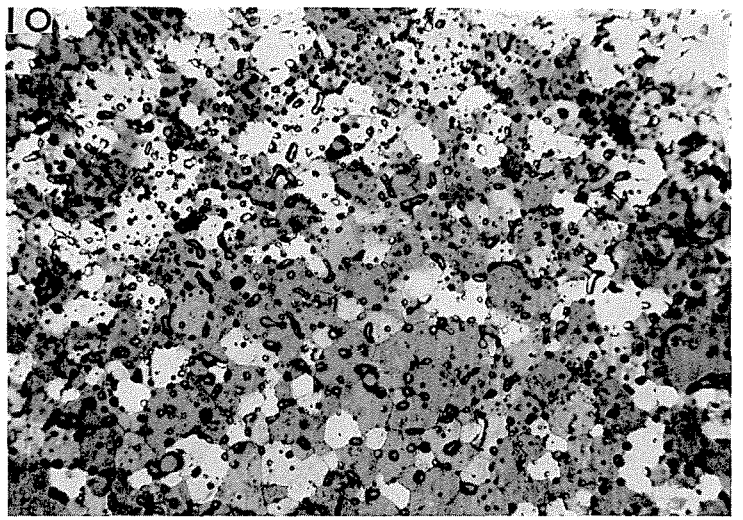
7—つぶゆき　1月14日錦橋において，塩カル散布後数時間たって，密度 0.41 g/cm³。第2図 **b** のつぶゆき

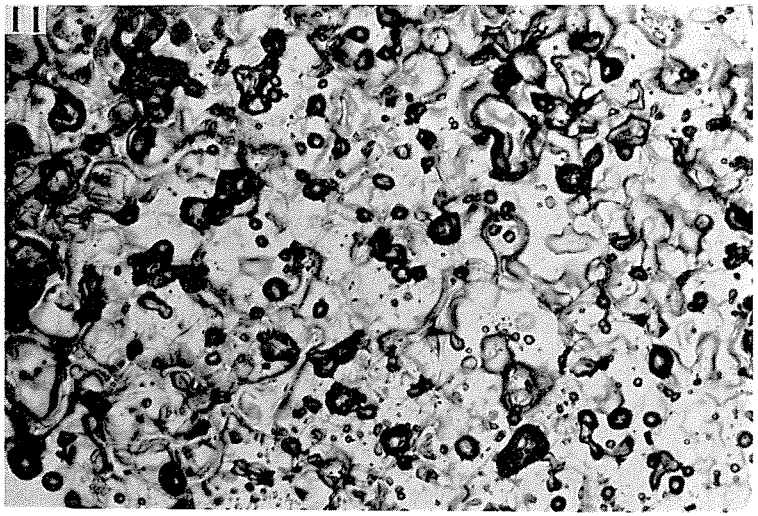
図版 III

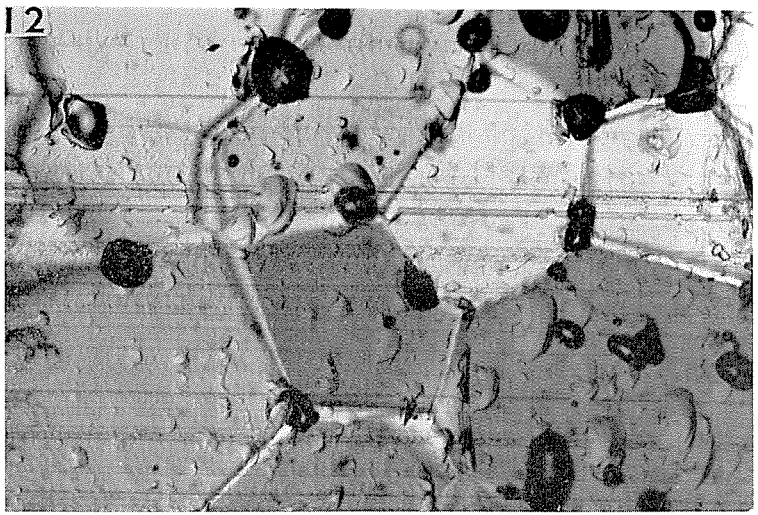
8—圧　雪　2月27日倶知安で採取。密度 0.6 g/cm³，硬度 100 kg/cm²

9—氷　膜　2月27日倶知安において，圧雪表面にできる，鉛直断面をとったもので，写真の上面が氷膜，車のすべりでできる

10—氷　膜　9の上面を薄く切り取り上からみた水平断面。偏光写真







図版 IV

11—氷　板　1月28日石山坂上において，路肩部分下層より採取，圧雪に水がしみこんで凍ったもの

12—氷　板　3月27日青山中央において，路面中央泥をかぶった下から採取，圧雪に多量の水がしみこんで凍ったもの。第3図 **c** の氷。偏光写真