



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	中国東北部の道路雪害調査 1994年3月
Author(s)	秋田谷, 英次; AKITAYA, Eizi; 石井, 吉之 他
Citation	低温科学. 物理篇, 53, 35-50
Issue Date	1995-02-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18636
Type	departmental bulletin paper
File Information	53_p35-50.pdf



Eizi AKITAYA, Yoshiyuki ISHII, Hideki NARITA, Nobuyoshi ISHIKAWA, Shun'ichi KOBAYASHI, Tetu SUZUKI, Norio HAYAKAWA, Katutoshi TUSIMA, Masaaki ISHIZAKA, Pengfei LE, and Sen ZANG 1994 Snow Disasters on Road in Heilongjiang Province, China. *Low Temperature Science, Ser. A, 53.*

中国東北部の道路雪害調査 —1994年3月—*

秋田谷英次・石井 吉之・成田 英器・石川 信敬

(低温科学研究所)

小林 俊一・鈴木 哲

(新潟大学)

早 川 典 生

(長岡技術科学大学)

対 馬 勝 年

(富山大学)

石 坂 雅 昭

(富山市科学文化センター)

楽 鵬飛・張 森

(黒竜江省交通庁)

(平成6年10月受理)

abstract : Researches on the actual circumstances of snow disaster on roads were performed in Heilongjiang, China, in the beginning of March of 1994. Visual observations on snow conditions, distribution along the roads by traveling a distance of 1500 km by car, and snow pit observations on natural and drifted snow were carried out. The roads in plain regions were covered with black and dirty ice and packed snow containing soil particles which were transported with wind-blown snow from agricultural land around there. The ice on the road was not slippery because of the soil particles included in it, but it was dangerous for high speed vehicles because of the irregular deposition of ice caused by snow drift accumulating from a row of trees along the road.

On the while, roads in mountain regions with forest were covered with clean, white, slippery packed snow and ice, especially on the corners and steep slopes. The road conditions mentioned above are not serious problems under the low traffic volume at this time, but a counterplan for snow disasters on the roads will be come necessary owing to increasing traffic volumes on the roads, in the near future.

要旨 : 1994年3月上旬、中国黒竜江省の1500 kmを車で走破し積雪と道路状況を調査し、道路雪害の実態を明らかにした。北海道と比べて寒冷ではあるが雪は極端に少なく、吹雪と吹

* 北海道大学低温科学研究所業績 第3757号

溜の発生頻度と規模は小さい。しかし、除雪作業や車の冬期用装備がされていないため、交通量が増加すれば深刻な道路雪害となることが予想できる。平地の農耕地内の道路は農地からの土砂で著しく汚れた圧雪や氷板からなり、そのため滑りの危険は小さいが、凹凸がはげしい。山地森林内の道路は汚れのすくない圧雪と氷板からなり、滑りの危険が大きい。この地方の特徴である道路に沿った並木は配置が不適当なため、吹雪の面から見ると、むしろマイナスの効果が大きい。吹雪対策としては側溝と盛り土された道路、および効果的な並木の配置がある。さらに、簡単な除雪機による吹雪直後の除雪が効果的である。山地の坂道やカーブでは滑り止めの土砂散布も必要である。

Key words : ice layer, packed snow, snow disasters, snow drift, snow storm

キーワード：圧雪、道路雪害、氷板、吹溜、吹雪

I. はじめに

1994年3月上旬、中国北東部を車で走破し、この時期の積雪寒冷状況やそれに伴う雪害を調査した。昨年と同時期にほぼ同じコースを調査したので、前回の結果¹⁾²⁾を参考にしながら、この地方の道路雪氷の全体像を把握し、雪害としての問題点をあげ、対策について提言する。この調査隊は日本側7名、中国側は運転手と通訳を含めた6名、合計13名からなり、3台の車で3月1日から5日までの5日間で約1500kmを走破した。調査期間中はほぼ晴天であった。出発前に哈爾濱で得た情報では、今冬は50年振りの大雪とのことであったが、北海道のこの時期に比べると、雪は非常に少なく、この地で問題とする雪害の様相は北海道とは大きく異なることを実感した。すなわち、例年雪が少ないことから、もともと除雪や冬期の特別な道路管理がされていないと、また、車自体も夏タイヤで走行するなど雪道に対する配慮がないに等しい。自動車交通の少ない現在では、このような雪氷路面の維持管理でも特別大きな支障はないように見受けられるが、中国の経済発展を考えると、すぐに車社会に入ることは明らかで、その時には道路雪氷による交通障害や事故が多発することは疑いの余地がない。そのような事態を避けるために、現況を正確に調査・記録し、今後の対策資料としなければならない。

II. 調査項目と調査法

昨年ほぼ同時期に、この地方を訪れ道路状況を視察したので、その時の雪氷状況や調査行程を参考にして本年度の調査計画をたてた。調査計画で留意した点は、車から降りて調査する時間的余裕が少ない、長距離にわたり同じ自然景観が続く、雪のない地区もかなりある、などである。そこで車の中から目視のみで、多くのことが記述できるような2種類の調査表を作成した。その一つは積雪分布状況を調べる「積雪状況調査表」で、これには道路とその周囲の雪

第1表 積雪状況調査表と記入例

道路	雪なし	50%以下	50%以上	圧雪	ほぼ氷	わだち	涎流水	並木・効果
記号	A	B	C	D	E	F	G	並木アリ：木
周囲	田畑／森	雪なし	50%以下	50%以上	吹溜り	風紋	方向	効果アリ：+
記号	H／H'	I	J	K	L	M	16方位	効果ナシ：- 不明：±
3月1日、観測者：石井				例 道路：CDF, 木-, 周囲：HKM, NE				
地名	哈爾濱	兵具	木蘭	通河1)	清河2)	?山入り口	遭河口	
時刻	6:15	7:15	9:00	10:00	11:00	12:15	15:00	
気温	-9.7	-14.5	-12.0	-9.0	-6.3	-2.6	-3.2	
道路	A	BE木+	CE木±	CEF木-	CE	A	A	
周囲	HI	HK	HK	HK	HKLM	HI	HI	
備考	1)道路の風下側溝に吹溜, 2)吹溜がそのまま氷化? (雪多い)							

の量と状態、さらに、周囲の土地利用形態と道路に沿って植えられた並木の有無と、それが道路雪氷に与える影響を記録する。並木に関する項を入れたのは、昨年の調査で、この並木が防雪にはむしろ逆効果を与えていることが懸念されたからである。第2は「道路雪氷調査表」で道路上の雪氷の形態と雪質の記録を目的とした調査表である。この調査表は北海道でも利用することを考え、あらかじめ札幌での調査に使用し数回改良を行った。

上の調査以外に、車から降りて積雪と吹溜、および涎流水の調査を行ったが、ここでは積雪と吹溜について行った断面観測結果を報告する。

1. 積雪状況調査表 (第1表)

道路とその周囲における積雪の分布と道路外の土地利用形態を主な調査項目とした。積雪分布は全体の面積に対する積雪の被覆面積の割合で表し「なし・半分以下・半分以上」の3種類、道路の雪氷に関しては分布以外に、その特徴的な雪質と形態で「圧雪・氷・わだち・涎流水」の4種に分けた。現場での観測結果は直ちにこの調査表に記入した。この調査表には吹溜や並木に関する項目もあり、目視や写真で判断できる項目だけを用いた。

2. 道路雪氷調査 (第2表)

道路上の雪氷の特徴を目視で判断できる、色、光沢、タイヤの跡、表面形態等で表すことにした。また道路全面が同じ雪氷状態ではないので、一つの横断面でどんな雪や氷が、どの位置

第2表 道路雪氷調査表

道路雪氷調査表		年	月	日	時	分	場所：
天候：	記帳者：	見た感じで記帳下さい					
【表面の色】	左	中				右	
白っぽい							
灰／茶色							
黒っぽい							
	(おおよその範囲を←→で示す)						
【表面の硬さ】							
タイヤの跡付かない	白い	光る (全体, 一部)					
		光らない					
	黒い	薄い(mm), 厚い(cm)		光る (全体, 一部)			
				光らない			
タイヤの跡付く	表面の雪舞い上がる, 舞い上がらない						
	下層 — つるつる, すべらない…… (2層構造のときのみ)						
タイヤがぬかる	表面の雪: さらさら, しまっている, ざくざく, べたべた						
【凹凸から】							
こぶ	ある	大 (ハンドル取られる), 小 (取られない)					
		つるつる, すべらない					
	ない						
わだち	ある	大 (ハンドル取られる), 小 (取られない)					
		つるつる, すべらない					
	ない						
【雪 堤】	なし, 1m以下, 1m以上。 【道幅】 夏と同じ, 少し狭い, 約半分, 半分以下						
【日 射】	常時日当り, 午前または午後日当り, 常時日陰						
【乾 湿】	融けていない, 融けている (水が溜っている, いない)						

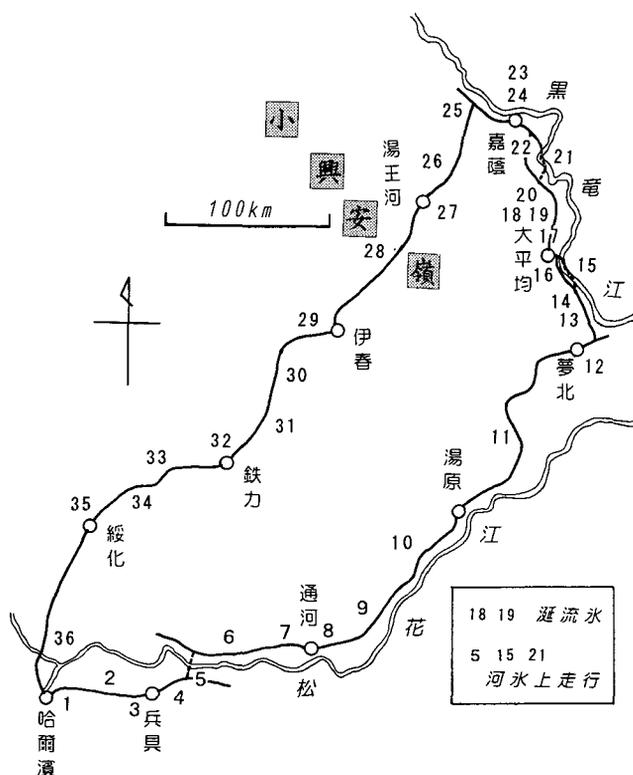
に分布しているかも記録できる様にした。表の記入は車の中からの目視観測によったが、あとから写真も参照した。

3. 積雪断面観測

道路上の雪氷調査は行わなかったが、道路横の吹溜や自然積雪、および試験的に設置した防雪柵で形成された吹溜の断面観測を行った。観測には時間的な制約があったので簡便な方法によった。

III. 調査ルートと調査地点

哈爾濱から松花江に沿って北西に進み、さらに、夢北からは黒竜江に沿って北上し、嘉蔭から南下して哈爾濱に戻るコースである(第1図)。途中松花江で一ヶ所、黒竜江で二ヶ所、凍った河氷の上を走行した。この河氷上の冬期通路は、橋のない場所の渡河や曲がりくねった山道をショートカットするために毎冬決まった場所に作られている。調査に用いた車は日本製の4輪駆動車で、調査表の記帳者が助手席に座り、調査時刻、現場の地名確認、調査表記入、写真撮影を担当したが、砂利道による車の揺れで、後から記帳者本人の筆跡でも判読できないものもあった。あらかじめ車ごとに調査時刻を決め、30分程度の時間間隔で全コースがカバーできるようにした。



第1図 調査ルート

IV. 調査結果と考察

1. 積雪の分布状況

全コースで記録した調査表1・2と写真を参照し、等間隔になるように調査箇所を取捨選択した。なお、黒竜江に沿う道路は山岳部なので起伏や森林の影響で雪氷状況の変化が激しいため記録の間隔を短くした。第1図に36箇所の調査地点を数字で示した。また第3表には2種類の調査表の結果を整理し、主な調査地点(10ヶ所)の地点番号、路面の積雪状況、並木の防雪効果、道路外の土地利用形態と積雪の被覆率を示した。路面の積雪状況で、半分以下は「～50%」、半分以上が積雪で覆われているものは「50%～」、全面積雪で覆われている場合は「100%」で示した。第3表によると、多くの並木は逆効果となっているが、これは並木があるため道路内に雪が溜ったり、いったん溜った雪が日陰になり融雪が遅くなると判断したものである。第2図に10地点の特徴的な道路状況の写真を示した。

2. 道路雪氷の形態と雪質

第2表の調査表を用いて目視観察のみから道路雪氷の状態を調べた。ここでは目視観察から何をどの様に表現できるかを考える。外見から判断できることは、①色や光沢、②表面の微小

第3表 積雪・道路状況一覧

番号	路面の積雪状況			並木の吹溜 と防止効果	周囲の地目 と積雪状況	備 考
	中央	路 側	路 肩			
5	100% 灰/黒/青氷	100% 白/灰/雪	100% 白/灰/氷	並木なし (河の中)	結氷河川	松花江の河水道路 3/1, 8:26
6	~50% 灰/黒/氷	50%~ 白/灰/氷	50%~ 白/灰/雪	吹溜 逆効果, 不明	50%~ 田畑	木蘭
10	50%~ 黒/氷	50%~ 黒/氷	~50% 灰/黒/氷	吹溜多し 逆効果	50%~ 田畑	清河~, 集落周囲に吹溜 雪の汚れ甚だしい
14	~50 白/灰/雪	~50% 白/雪	~50% 白/雪	並木なし 森林内道路	50%~ 森林,	興東 3/3
21	100% 白/雪/青氷	100% 白/雪/氷	100% 白/雪/氷	並木なし (河の中)	結氷河川	黒竜江の河水道路
23	50%~ 白/雪	50%~ 白/雪	50%~ 白/雪	逆効果	50%~ 畑/森林	嘉蔭, /吹溜多い 雪の汚れ少ない
26	50%~ 灰/雪/氷	50%~ 白/雪	50%~ 白/雪	並木なし 森林内道路	50%~ 森林	守虎山で滑り止め 土砂散布 3/4
30	50%~ 黒/雪/氷	50%~ 灰/黒/雪氷	50%~ 白/雪	並木なし 森林内道路	50%~ 森林	伊春~二股
32	雪なし	雪なし	~50% 灰/黒/雪	並木伐採部は 路上に雪なし	50%~ 田畑	道路改良のため並木伐採 盛土路面に雪なし
33	雪なし	50%~ 灰/雪	50%~ 白/雪	路側・路肩部 に雪あり 逆効果	50%~ 田畑	広安, 側溝内に 雪庇 発達, 並木に樹霜

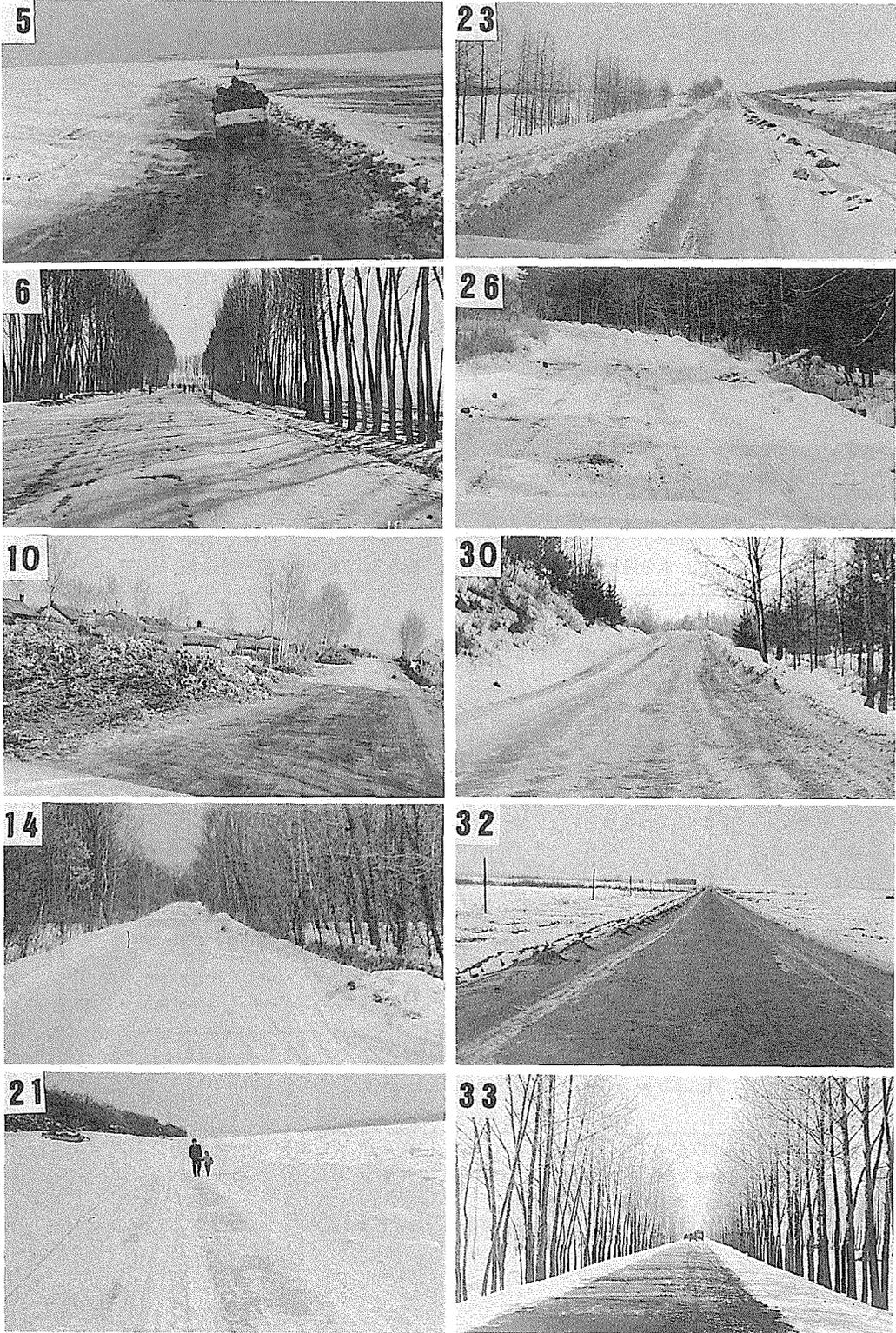
雪氷の色は白, 灰, 黒および青氷に分類した。

雪氷の占める面積割合は0~50%を~50%, 50~100%を50%~, 全面覆われているものは100%と記述。

調査: 1994年3月1日~5日, 経路: 哈爾濱→夢北→嘉蔭→伊春→哈爾濱: 1500 km

な形態, ③マクロな表面形態であろう。①としては白, 灰色, 黒, 光る, ②としてはざらざら, つるつる, さらさら, ③としては凸凹, 平ら, わだちなどの表現法がある。この中で雪氷の性質は主に①, ②によって, 堆積形態は②, ③によって表現される。車の走行や, 人間の歩行に際し, 雪氷路面が危険か安全か, どの様な注意が必要かなどは, まず, 外見により判断する。また, 道路の維持管理においても, まず, 外見による判断で必要な作業内容や手法を検討するので, この目視観察も意義がある。また, 道路雪氷は場所と時間により変化するので, 外見から判断した事柄も整理・記録しておく, 資料としての価値がたかまり, その後の活用も期待できる。

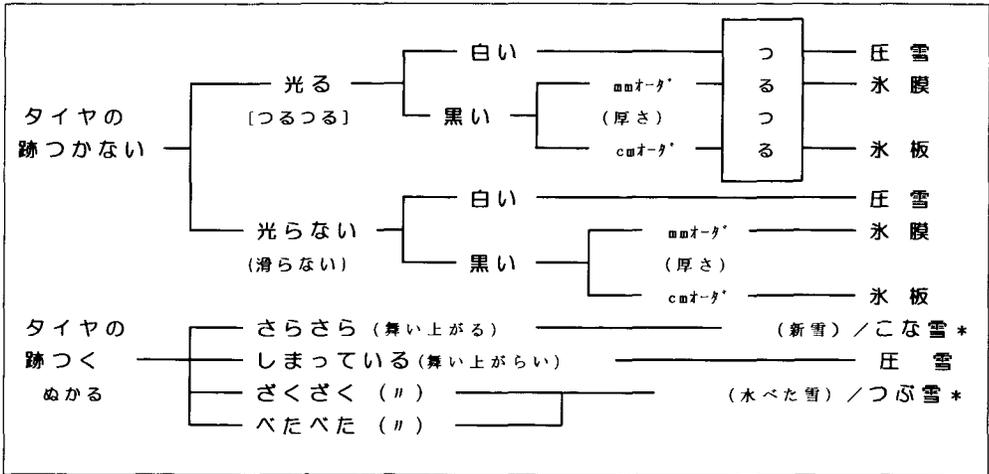
第2表に示した「道路雪氷調査表」から簡単な雪質分類ができれば整理が容易になる。ここでは木下等の路面積雪分類³⁴⁾で用いた雪質名称を用いることにした(第4表)。さらに, 著しくすべる場合には, 雪質名称の前に“つるつる”を, 乾湿の表現は雪質の前に“かわき”, “しめり”, “ぬれ”の用語をつけた。第3図には第2表の道路雪氷調査表の記載事項と雪質との対応を示した。圧雪・氷膜・氷板の表面が光っているときはすべるので, 雪質の前に「つるつる」



第2図 特徴ある道路状況 写真番号は調査ルート番号に対応 (第1図参照)

第4表 木下等の路面積雪分類

名称	特徴	雪粒状態	密度g/cm ³
新雪	降ったばかりの雪	降雪雪片	0.1前後
こな雪	(粉状)車の通過後舞い上がる, 地ふぶき	粒径0.05~0.2mmの相互につながりがない粒	0.27~0.41
つぶ雪	(粒状)車の通過後舞い上がらない, ざらめ雪, 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0.3mm以上の相互につながりがない円い粒	0.28~0.50
圧雪	(板状)押し詰められた雪	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
氷板	(板状)圧雪に水がしみこんで凍ったもの	粒径0.3mm~2mmの多結晶氷	0.75以上
氷膜	(膜状)水の膜が凍ったもの	粒径0.1~0.4mmの多結晶氷	
水べた	(液状)雪がぬれた状態		



*:簡単のため(〇〇〇) / □□□ は () なしの方を用いる。舞い上がる雪は全て“こな雪”、従来の乾き新雪も“こな雪”、ぬれ新雪は“つぶ雪”となる。

第3図 路面雪氷の外見と雪質との対応

という修飾語をつけ、表面が光っていないときは雪質の前に修飾語をつけない。表面が非常に滑らかな時は光って見え、圧雪でも光るものは表面が1 mm以下の薄い氷板からなっている。

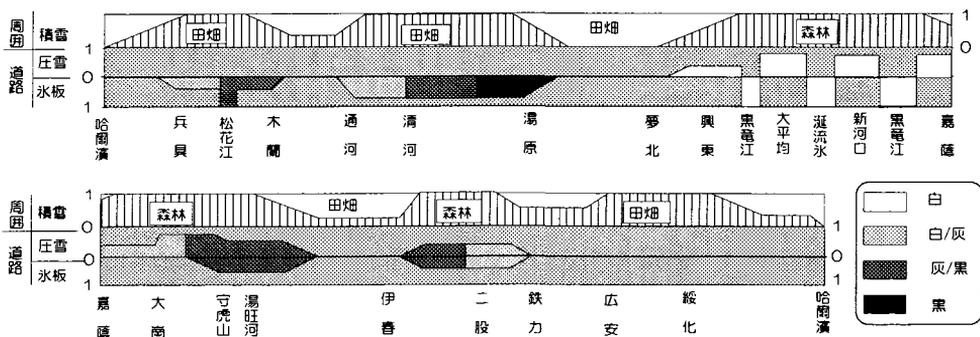
第3図によると、一つの状態で2つの雪質が対応する場合がある。たとえば、車の走行で雪煙が舞い上がるものには、新雪と粉雪があり紛らわしい。道路管理者や運転者にとって必要なことは、新雪か粉雪かではなく、舞い上がるか舞い上がらないかである。2つの内どちらの雪質かを判断するのは熟練者でなければ難しい。そこで、分類を簡単にするために、2つの雪質が対応している場合は（ ）のついていない名称を用いても混乱は生じないであろう⁵⁾。

3. 道路雪氷の特徴

この地方の冬期の降雪量は少なく、哈爾濱の1月の平均降水量は10 mm以下である。したがって道路上の積雪も少なく、雪のため車の通行が困難な所は一カ所も見られなかった。したがって、北海道のような道路の維持管理を行えば、この地方の道路雪害はほとんど問題にならないであろう。しかし、この地方では道路除雪がほとんどなされないので、近い将来、交通量が増えると次に述べるような雪氷路面は交通上大きな障害となり、何等かの対策が必要となろう。①平地の道路上で見られる小規模な吹溜が、その形状を保ったまま氷化した路面、②山間部で見られる小さな凹凸のある圧雪と氷板からなる路面、③雪の多い地域で見られたわだち、④凍結した河氷上の青氷からなる冬期通路、⑤涎流水。この地方の車両は冬期も夏タイヤを使用しているので、現在でも、かなり危険な状況で走行していることは明らかである。

2種類の調査表（第1、第2表）の調査結果をまとめ、その中から特徴的なものを第3表に示したが、この表では全体の状況を直感的に理解するには難がある。そこで全体像を視覚的に理解できる様に、一枚の図にまとめたのが第4図である。道路上に圧雪や氷がどの程度あるかを折れ線で（なしが0、全面カバーが1）、それらの汚れの程度を濃淡で、さらに周囲の土地利用と積雪状況等も示した。兵具～湯原は氷板で汚れがひどい事がわかる。また松花江の河氷も汚れていることがわかる。湯原～夢北は周囲にも路上にも雪はない。興東から湯旺河は小興安嶺の森林地帯で道路には白い汚れの少ない圧雪が多くなっている。森林地帯以外で汚れがひどいのは周囲の田畑から土壌が飛ばされてくるためと考えられる。

次に第3表・第2図の測定番号順にその特徴を述べる。なお第2図の写真番号は第1図（調



第4図 積雪・道路状況図 調査表1、2をもとに作成

査ルート)の番号に対応している。

5番：松花江の結氷した河水上の道路

河の前後の道路は土砂で汚れているため、河水の通路も汚れ、特に岸に近い所の汚れが著しい。中央付近の路面は氷が露出している所もあり、路側や路肩に相当するところは氷上に積もった積雪が圧雪に近い状態になっていた。

6番：木蘭付近

車の走る部分は汚れた氷となっているが、路肩には白い積雪も見られた。道路の両側は農耕地で、おおむね積雪に覆われているが、積雪深は少ない。ここでは、並木が道路上に吹き溜りを作り防雪面からはマイナス要因として作用していると考えられる。

10番：湯原付近

最も道路上の氷が汚れていた地域である。路外は農地であるが雪で覆われていない面積も半分程度あり、そのため風により、雪のない部分の農地から風で土砂が路上に供給されたであろう。路上の氷は様な厚さでなく、あたかも並木の影響で不規則にできた吹溜がそのまま氷化した様に見受けられた。そのため車の揺れも激しい地域であった。集落内では建物の風下に大きな吹き溜りも見られ、氷化した吹溜を人力で破碎・除去した跡も見られた。

14番：興東付近

この調査で最初に通過した山岳森林地帯である。林床は灌木や草で覆われているため道路外から道路内への土砂の移動もなく、白い圧雪が見られた。圧雪が白いのは、周囲が森林で囲まれている以外に、この雪が積もってからまだ、日が浅いことも理由のひとつであろう。

21番：黒竜江の結氷河川上の通路

河水の上をバイパスとして利用しているもので、河岸にはほぼ平行に走っている。写真のように氷表面の凹凸のはげしいところ(破碎氷の集合域)と、表面が平らな定着氷の所がある。氷の上には一面積雪があり、それが通路では圧雪となっている。所々圧雪がはがれて青氷が露出している所もあった。また両岸は雪で覆われた森林地帯のため雪氷表面の汚れは認められなかった。

23番：嘉蔭付近

交通量が少なく、道路構造から低規格の地方道、また、並木も背丈が低いことから新しい道路と思われる。写真の吹溜は今回の調査で遭遇した中では最大である。この吹溜は風上側に大きな側溝がないことと並木の影響によると思われる。

26番：守虎山付近

森林地帯を走る起伏とカーブの多い道路である。汚れが少なく圧雪と氷板からなる道路で、材木を搭載した大型車輛も走り、かなり危険な雪氷路面であった。そのため、滑り止めとして道路上に人力による土砂散布の作業中であった。この地方の殆どの道路は路肩に一定間隔で道路補修の土砂を積んであるが、散布する土砂はこの補修用のものを用いている。写真の前方右路肩に補修用土砂の小山群が見える。

30番：伊春・二股間

丘陵・森林地帯の道路で周囲の積雪は多い方である。この斜面沿いの道路は日当たりも悪く、

全面圧雪と氷で覆われていて、多少危険を感じた。雪や氷が汚れているのは滑り止めの土砂散布による。

32 番：鉄力付近

農地の中を走る盛土された道路で路上には雪はない。左路肩には並木の伐採跡が見られるが、道路拡張工事のための伐採とのことである。両側の農地は積雪深は少ないが全面雪で覆われている。これまで通過した並木のある道路では、周囲にこの程度の雪があると路上には圧雪や氷板が残っていた。この写真は並木が防雪面から逆効果であることを証明している例である。

33 番：広安付近

盛土された舗装道路で交通量は多く、両側の農地の積雪も多い方である。道路両側には比較的大きな側溝があり、側溝の内側には雪庇状に雪がせり出している。路側には圧雪がみられる。この地域で一部の区間、片側の並木がない所があり、そこでは路側に圧雪は見られなかった。これらのことから、側溝と盛土構造は道路の雪氷対策としては有効であるが、写真のように道路際に植えられた並木は、雪氷対策に逆効果と考えられる。なお、この並木には一面樹霜がみられ、それが道路上に雪が降るように落下しはじめ、舗装面が白くなるほどであった。路上に落ちた霜が日射で舗装が暖められると融け、夕方放射冷却で路面温度が下がると凍結し、氷膜を形成する可能性もある。この様な現象は日本では経験のないことである。

4. 積雪断面観測結果

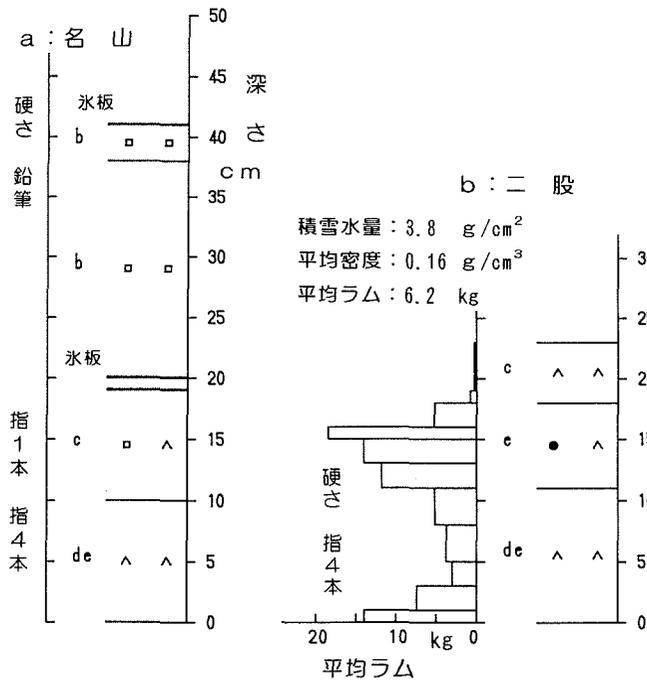
4.1 道路付近の吹溜

第5図は夢北県名山と二股の道路横に見られた吹溜の層構造である。名山では道路と畑の間が凹地になっており、凹地の外側には並木が植えられている。周囲の畑に積雪は殆どないが、この並木から道路に向かって斜めに吹溜が伸びていた。この吹溜は凹地内に収まり道路には達していなかった。第6図は吹溜の断面の写真であるが、雪全体が褐色に汚れ、畑の土が混入していることに間違いはない。この層構造と雪質は第5図aに示されているが、上層は小さな粒子のこしもざらめ雪で硬く、下層が大きな粒子で脆いしもざらめ雪である。これらの特徴から、この吹溜雪の形成過程は次の様に説明できる。①冬の始めに積もった雪の全体が脆いしもざらめ雪に変態した、②その後、強風で畑の雪が土と一緒に飛ばされ、並木の風下側の凹地に吹溜として堆積した、③吹溜の下のもとからあった雪は密度が小さいため、大粒のしもざらめ雪に変態し、④吹溜の雪は初期密度が大きいいため硬いしもざらめ雪に変態した。第6図に名山の吹溜と③と④に対応する雪粒子の接写も示した。

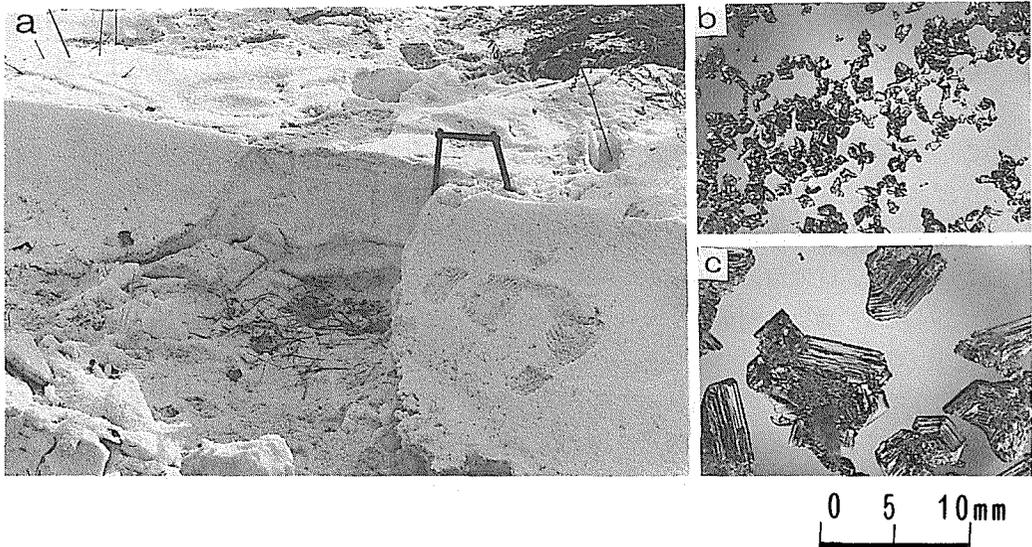
第5図bには二股付近の道路横の吹溜の成層構造とラム硬度のプロファイルを示した。この吹き溜りは道路脇に積まれた道路補修用土砂の小山の陰から風下側に発達したものである。雪の汚れは認められなかったが、周囲が森林のみで、畑地がないためである。なお、ラム硬度とハンドテストの比較は第5表に示されている。

4.2 吹溜以外の積雪

第7図は吹溜以外（自然積雪）の積雪断面でaは守虎山付近、bは二股付近の道路横での観



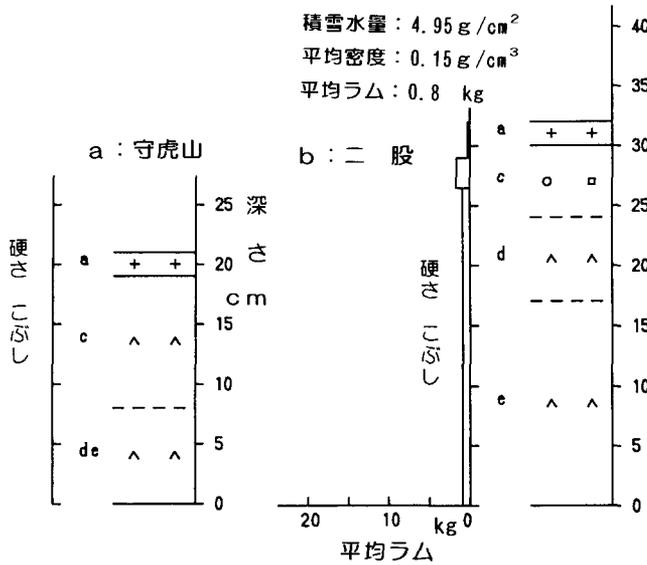
第5図 吹溜の層構造
硬さはハンドテスト (第5表) による



第6図 名山の吹溜と積雪粒子
a : 吹溜 (第5図a参照), b : 上層の硬い雪 (20~40 cm)
c : 下層の脆い雪 (0~20 cm)

第5表 硬度の比較

用語	ラム硬度 (kgf)	ハンドテスト
非常に軟らかい	0~2	こぶし
軟らかい	2~15	指4本
中程度	15~50	指1本
硬い	50~100	鉛筆
非常に硬い	>100	ナイフ

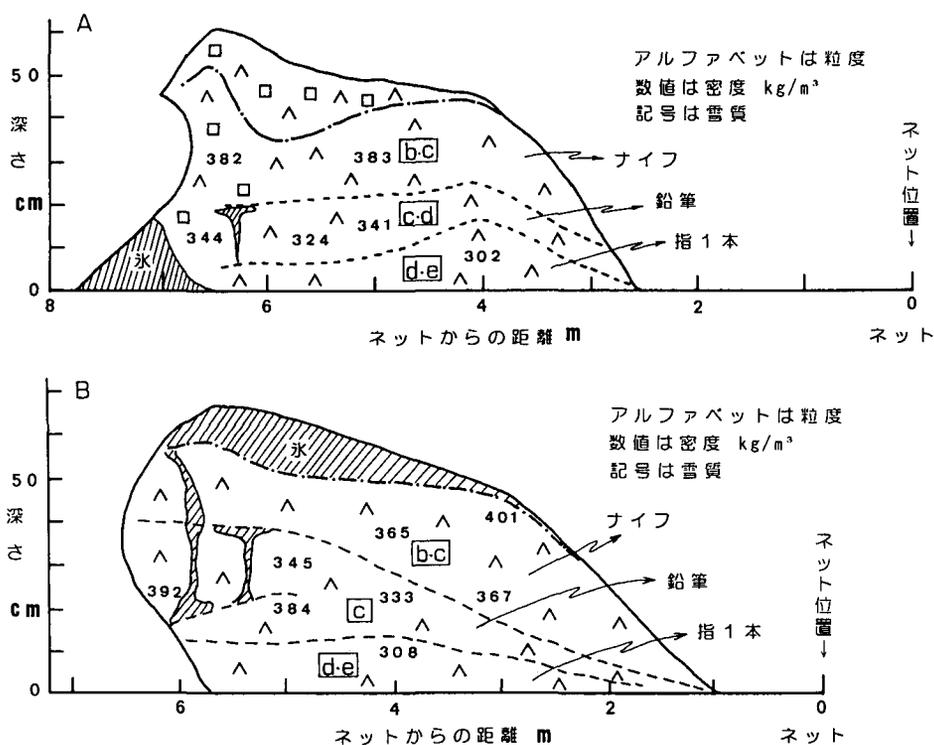


第7図 自然積雪の層構造

測結果である。いずれも発達したしもぎらめ雪である。第5, 7図には同じ二股付近の吹溜と吹溜でない所の、成層構造、平均密度およびラム硬度の測定値も示されている。それらの値も使って両者の比較をすると、両者ともしもぎらめ雪が卓越しているが、吹溜の方が粒度はやや大きい。吹溜で粒度が大きいのは積雪深が少ないので、その分だけ雪の中の温度勾配が大きく、しもぎらめ雪が発達したものと考えられる。平均密度はほぼ等しいが、ラム硬度は吹溜が数倍大きい。しかし、この程度の硬度では硬しもぎらめ雪とは言えない。第5図a(名山)に示した吹溜では密度と硬度の測定をしなかったため、同図b(二股)の吹溜とは直接比較できない。しかし、定性的な比較をすると、全層の粒度は二股で大きく、ハンドテストによる硬度は名山が大きく、汚れも名山が著しい。これらの結果から、二股は森林地帯なので風が弱く、吹溜の初期密度が小さかったため明瞭な硬しもぎらめ雪まで発達しなかったと考えられる。

4.3 防雪柵による吹溜

黒竜江省での防雪柵の効果を調べるため、前の年の秋に、名山の畑にネットタイプの防雪柵



第8図 防雪ネットによる吹溜の構造 硬さは第5表参照 (ハンドテスト)

(防雪ネット)を設置した。ネットは高さ120 cm、糸の太さ1.4 mm、空隙率60%の化学繊維で作られている。ネットの風下側には大きな吹溜が形成され、この地方でもネットの効果が実証された⁶⁾。ここでは、この吹溜の断面観測結果を示す。吹溜の表面は硬く、人間がその上を歩いても靴の跡が付く程度で、観測断面の成形にはシャベルの他にこのごりを使用した。また雪全体は土砂の混入で汚れ、また上部ほど汚れは著しい。表面には土砂のほか、草等の枯れた植物片も溜っていた。吹溜の表面や末端(ネットから遠い側)は氷化した部分があり、すでに融解・再凍結が起こっていることがわかる。表面ほど汚れが著しいことも、融雪が進んだため、雪に含まれていた不純物が表面に残されたためと説明できる。吹溜の最大の厚さが1 m近くあったという現地の説明は、既に融雪が進行している事実からも納得できる。

第8図に2ヶ所の積雪断面を示した。両方とも融解した水が再凍結した氷がある。いずれも上層部ほど密度が大きく、粒度は小さい。雪の硬さはハンドテストの値で示したが、積雪としては最も硬いもので、硬しもざらめ雪が融解再凍結でさらに硬くなったためである(第4表参照)。中国東北部は雪が少ないため地吹雪が発生すると畑の土砂も一緒に運ばれ、吹溜の中に閉じ込められる。土砂の量は少なくとも積雪のアルベド(反射率)は大きく変化するので、気温が低い時期でも日射による融解が進む。路面の雪氷調査で道路内に吹溜の形状を保った黒い水が残っていることを述べたが、道路上の吹溜の氷化には①「吹溜の上を車輛が通過して圧密するため」、とこれ以外に、②「日射の吸収による融解水が凍結するため」と2つの理由が考え

られるが、②の効果には雪の汚れの影響は無視できないことが、この調査からわかる。

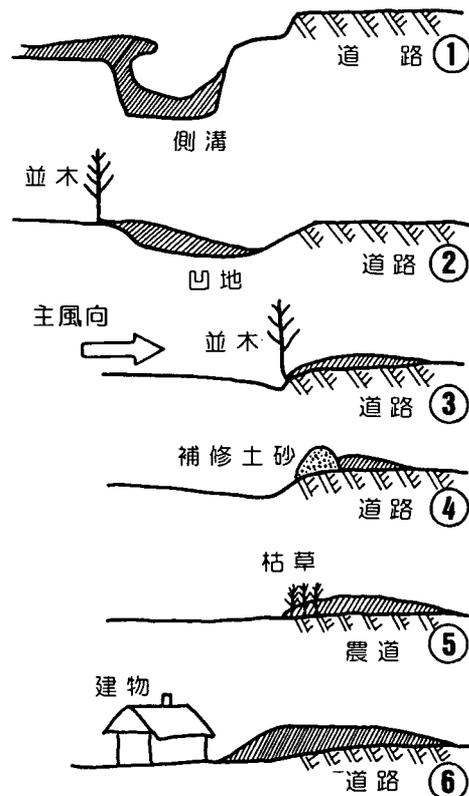
V. 道路雪害防止に関する提言

これまで2冬期、中国の吹溜の状況を調査したが、その発生頻度と規模は小さく、日本流の道路維持管理方式（多数の除排雪車輛や融雪剤）を採用すれば、特に吹雪防止柵等の対策は必要ない。しかし、雪の少ないこの地方で専用の除排雪車輛や融雪剤に頼るのは、非効率で実際的でない。もともと、この地方を雪国と呼ぶのはふさわしくない様で、むしろ、超寡雪・寒冷地方と呼ぶのがふさわしい。ごく少量の雪が積もっても、寒冷なため、それが春まで残るだけである。ちなみに1年目は1700 km、2年目は1500 kmに及ぶ冬の調査旅行をしたが、その大部分は農村地帯と森林地帯である。そこで、家畜がそりを曳いているのを見かけたのは、僅かに一度だけである（馬車は頻繁に見かけた）。日本で雪国と呼ぶにふさわしい地域では、もともと、冬の交通・運搬手段は馬そりであった。したがって、寡雪・寒冷な中国東北部では、その気候や風土にあった新たな対策を考える必要がある。

強い風が吹くと表面の雪粒子が剝離されて移動し、風の弱まった場所で堆積する。風の弱まる場所や堆積形状は地形や障害物の形状でさまる。この地域は雪が少ないため、北海道で見られるような大規模な吹溜はなかったが、車窓からの観察によると、この地域の典型的な吹溜は次のようなものであった。

①道路側溝内に雪庇状にはみだしたものの、②道路から離れた位置に並木がある場合に並木と道路の間（多くの場合、凹地となっている）にできたもの、③道路に近接して並木がある場合に並木の根元から道路まで伸びたもの、④路肩に積み上げた道路補修用土砂から道路まで伸びたもの、⑤畑地内の農道脇に背の高い枯草が密集している付近にできるもの、⑥建物の周囲から伸びたものに分類される（第9図）。道路にとって①、②は防雪効果が期待できるが、③、④の道路構造は防雪にとってはむしろ逆効果である。

第9図の吹溜の形態で示した様に、側溝、盛り土、道路から離れた位置の並木、これらの組合せが吹雪対策として最も効果的と言える。新たに道路を建設する場合には、これらの方法を取り入れる必要があるが、既存の道路の全てを



第9図 吹溜の形態（模式図）

このような道路構造に改良するのは不可能である。吹溜の規模と頻度が小さい事を考慮すると、発生した吹溜の除去が効果的である。人力による方法は到底不可能なので、今ある機械、例えば、農用トラクターに簡単な除雪用具を取り付け、吹溜発生直後に除去する方法である。吹溜雪の特性で述べた様に、この雪は時間がたつと極端に硬度が増す。硬化の原因は「硬しもごらめ雪」と「雪の汚れに起因した融解凍結による氷化」である。さしあたり、トラクター用の除雪用具の開発とその運用システムの構築が必要である。

VI. ま と め

中国東北部を車で1500 km 走破し、その間、目視観察により、道路雪氷状況を記録整理した。この間、多くの雪氷路面を夏タイヤで走行したが、著しく危険という状況ではなかった。もし、北海道で夏タイヤでこのような走行をすることは、はなはだ危険で自殺行為に等しい。それがこの地方で、普通に行われているのは、日本の雪氷路面ほど滑らないためである。滑らない理由としては、気温が低く、表面が汚れているためである。しかし、冬の初めや春先は気温が高く、また降雪直後は表面の汚れもないので、短期間は危険な状況が生ずるはずである。もう一つの理由は交通量が少ないことである。すべて對抗車線に飛び出しても、對抗車に衝突する確率が小さいためである。実際、昨年調査では我々の車とその様な状況に何度か遭遇している。中国の経済発展を考えると、道路交通網の発達と車輛の増加は明らかであり、安全な道路の維持管理が不可欠となる。

この調査は文部省国際学術研究「中国黒竜江省の大陸性吹雪に起因する雪害の共同研究」(代表 小林俊一)としてなされ、研究に要した費用はそこから支出された。

終わりに、この調査は中国黒竜江省交通庁の全面的な協力によってなされた。特に同庁の趙陽、邵樹徳、孫吉、銭治国の各氏には本研究の企画・遂行に多大のご協力を頂いた。また、調査に同行された多くの方々、また現地でも多くの方々の協力によって無事に調査が遂行できた事を述べ感謝の意を表する。

文 献

- 1) 秋田谷英次・成田英器・小林俊一・他 1993 中国黒竜江省夢北県の気象と積雪調査。低温科学, 物理篇, 52, 51-61
- 2) 石井吉之・石川信敬・小林俊一・石坂雅昭・楽鵬飛・他 1993 中国黒竜江省嘉蔭・夢北の気象観測資料(その1) -1992年11月~1993年7月-。低温科学, 物理篇, 52, 資料集, 49-67.
- 3) 木下誠一・秋田谷英次 1969 北海道における路面積雪調査 I ー路面積雪分類試案一。低温科学, 物理編, 27, 163-179.
- 4) 木下誠一・秋田谷英次・田沼邦雄 1969 道路上の雪氷の調査 II。低温科学, 物理編, 28, 311-323.
- 5) 秋田谷英次・石井吉之・対馬勝年・成田英器・他 1994 中国東北部の道路雪氷調査-1994年3月-。環日本海論叢, 5, 75-88.
- 6) 秋田谷英次・石井吉之・成田英器・小林俊一・対馬勝年・他 1994 中国東北部の吹き溜まりとその対策。環日本海論叢, 5, 64-74.