

雪氷路面对策の土木史的評価

Historical Study in Civil Engineering on Snowy and Icy Road Maintenance

浅野 基樹

By Motoki ASANO

Abstract

Japan had significantly enhanced snow-removal operation with focusing on improving and spreading mechanized snow-removal works and extending its treatment length. On one hand, environmental impact caused by studded tire dust became a serious social issue since the late 1970's. Through the partial restriction of the studded tire use by local ordinances, this led to the implementation of the "Law for the Prevention of Studded Tire Dust" in 1990, which prohibits the use of studded tires under any circumstances. As a result of the law enforcement, it has greatly reduced environmental impact caused by studded tire dust. At the same time, however, making roadways extremely slippery, which could not be expected before the regulation was adopted, leads to increase the importance of road surface maintenance. So, with giving priority to surface maintenance over winter roadway projects, in addition to traditional snow-removal works, the studded tire regulation was a major turning point in the history of civil engineering. This paper discusses necessity for theoretical and comprehensive policy evaluation and accomplishment of accountability on snowy and icy road maintenance, considering negative effects such as increased winter accidents, worsened winter traffic pattern and increased amount of deicing agent use.

1 はじめに

北海道などの積雪寒冷地では、1970（昭和45）年代後半から、スパイクタイヤ粉じんによる生活環境の悪化、人の健康への懸念、舗装の磨耗、わだちによる交通事故等の問題が社会問題化した。様々な脱スパイクタイヤ運動の後、1990（平成2）年には、「スパイクタイヤ粉じんの防止に関する法律」（以下、スパイクタイヤ規制法）が施行され、スパイクタイヤは実質的に禁止となった。スパイクタイヤ装着を実質的に全面禁止する政策を、北海道のような多雪寒冷でなおかつ都市を抱える地域で導入しているのは、世界的にも稀で、非常に先駆的な政策である。しかし、法の施行後、スパイクタイヤ粉じんの問題は解消されたが、当初想定していなかった非常に滑りやすい路面が発生し、冬型事故の増加、冬期交通特性の悪化、および凍結防止剤による環境懸念などの負の影響も現れていると筆者らは報告している¹⁾。

本論文は、我が国のスパイクタイヤ規制の雪寒道路事業史上の位置づけやスパイクタイヤ規制後の諸問題について述べ、雪氷路面对策に関する政策評価の必要性を土木史的観点から論じるものである。

2 本研究の目的と土木史的評価について

新領域土木工学ハンドブックによると、「土木史として大切なのは、過去の色々な大事業が、どういうプロセスででき上がったか、またひとつの大きな計画ができ上がるまでにはどういう社会要請や背景があったか、そういう表面に出にくいことの中に、重要な要素が含まれている。また、つくった後にどういう影響が起こったかを検証することも、大事な歴史的思考である。もちろん、社会的環境は過去の時代とは違っていても、どういう歴史的背景でどういうプロジェクトが行われたかを考えて、いまの条件から類推して予測することも、歴史的思考といえる²⁾」とされ、また、「歴史は結果として存在する。すなわち、結果がどのような状況の中で事実となってきたかを予測することが土木史のひとつの考え方である。過去のある時点で、現在の結果を正確に予測できたであろうか。それは不可能であろう。では、現在の結果から過去を検証し、そこで得られた結果から現在を評価し、さらにそれを延長して将来を予測することができたなら、これからの計画・立案に寄与することができよう²⁾」とも述べられている。

本研究の目的は、我が国のスパイクタイヤ規制が雪寒道路事業の中で雪氷路面对策を重要な施策とさせ、冬期道路技術に対するニーズを多様化・高度化させる大きな転換点になったことと、政策評価と説明責任の必要性を明らかにすることにある。

そのため、我が国のスパイクタイヤの普及と規制にい

*Keyword：雪氷路面对策、スパイクタイヤ規制、除雪

**正会員（独）北海道開発土木研究所道路部交通研究室
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号）

たる過程を法制度等と除雪技術の面から年表を用いた歴史的整理を行い施策の転換点になったことを明確化するとともに、スパイクタイヤの普及と規制の背景、社会的要請および経緯、ならびに規制後の諸問題について具体的指標や海外事例に基づいて述べ、スパイクタイヤ規制の政策評価と説明責任の達成の必要性を論ずるものである。

3 北海道の雪寒道路事業の歴史

(1) 馬そり交通時代：戦前

戦前、北海道の道路の機械除雪は、市内の一部を除いて行われておらず、ほとんどが人力と馬力牽引三角プラウによるものである。冬期の郊外部の道路交通は、いわば馬そり(写真-1)交通の時代であると言ってよい(表-1、表-2)。



写真-1 馬そり³⁾

(2) 除雪の黎明期：昭和20(1945)年代

本格的な道路除雪は、終戦直後の1945(昭和20)年、駐留米軍の命令によって始められた。除雪延長は初年度、小樽～札幌～真駒内間等の約55kmであった。除雪機械は、旧日本軍の滑走路用除雪車(写真-2)で、合わせて多数の労務者を必要とした。1947(昭和22)年には、バス会社(北海道中央バス)による除雪も行われている⁵⁾。

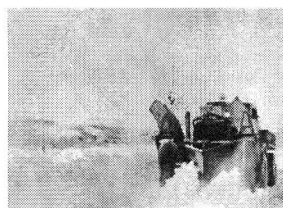


写真-2 旧日本軍滑走路用除雪車くろがね号⁴⁾

1948(昭和23)年度からは、中央との折衝の結果、初めて道路修繕費による機械除雪が北海道で開始された。初めて公共事業費で除雪が実施されたということである(表-1)。

除雪技術の面では、除雪専用の機械による除雪ではなく、国産土工用グレーダによる除雪、外国製除雪ドーザの導入など、機械除雪の黎明期とも言える時期である(表-2)。

(3) 除雪に関する法制度等の整備・確立：昭和30(1955)年代

1956(昭和31)年には、積雪寒冷地における交通の確保に本格的に取り組むため、「積雪寒冷地域における道路交通の確保に関する特別措置法」(いわゆる、雪寒法)が施行され、平年の降積雪の場合においても、雪対策が総合的な施策として計画的に行われるようになった。

この法律に基づき、1957(昭和32)年度から「積雪寒冷特別地域道路交通確保五箇年計画(略：雪寒五箇年計画)」(第1次は六箇年計画)が策定され、この年から雪寒事業(除雪、防雪、凍雪害防止事業)が開始され、本格的に除雪事業が展開されるようになった。

また、1961(昭和36)年の36豪雪を機に、1962(昭和

37)年には、地域振興法的色合いが強いが、恒常的な降積雪のある豪雪地帯対策に対する基本的法律である「豪雪地帯対策特別措置法」(いわゆる、豪雪法)も制定された。

この時期は、積雪寒冷地の道路に関する基本的な法制度の整備、確立がなされた時期である(表-1)。

これらの制度面の整備により、本格的に専用の国産除雪機械の開発も行われるようになり、ロータリ除雪車(写真-3)や除雪用タイヤドーザ(写真-4)、除雪トラック(写真-5、写真-6、写真-7)およびサイドウイング(写真-8)などの開発・普及が進み(表-2)、北海道の国道の除雪率も伸展し、1955(昭和30)年度に20数%であったものが、1965(昭和40)年度には80%を超えるまでになった(図-1)。



写真-3 国産初の自走式ロータリ除雪車⁴⁾



写真-4 13トン級タイヤドーザ⁴⁾



写真-5 当時の5トン級除雪トラック⁴⁾



写真-6 当時の7トン級除雪トラック⁴⁾



写真-7 10トン級除雪トラック⁴⁾

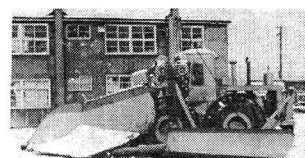


写真-8 導入当時のサイドウイング⁴⁾

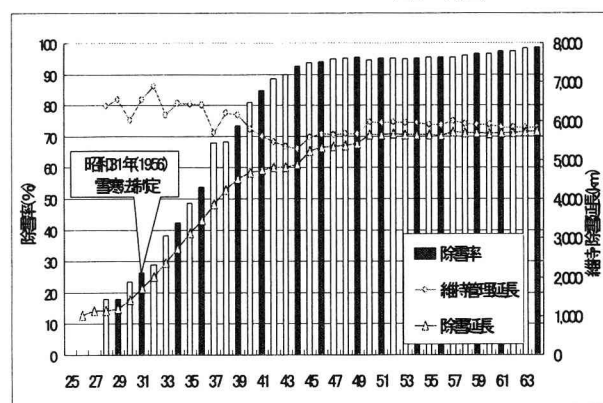


図-1 北海道の国道の除雪率の推移(横軸は年度(和暦))
((社) 北海道開発技術センター資料)

また、1958(昭和33)年以前は冬用タイヤとしてはスノータイヤ(タイヤのトレッドの溝に入った雪の剪断抵抗を利用するタイヤ)も販売されておらず、冬期間はもっぱら夏用タイヤに金属製チェーンを巻いて走行してい

表-1 北海道における雪寒道路事業に関する年表（制度・法制等）

制度・法制等		備考
戦前	馬そり交通時代	
1945(昭20)	除雪の黎明期	・駐留軍の命令による除雪（小樽～札幌～真駒内、55km）
1949(昭24)		・北海道で道路修繕費による機械除雪開始
1950(昭25)		・北海道道路運送冬期対策協議会
1954(昭29)		（駐留軍撤退）
1956(昭31)	制度等の整備・確立	・雪寒法（平年の降積雪の場合においても、雪対策が総合的な施策として計画的に行われるようになった）
1957(昭32)		・第1次雪寒五箇年計画（第2次から五箇年計画）、雪寒事業（除雪、防雪、凍雪害防止事業）の開始
1959(昭34)		・第2次雪寒五箇年計画、（3.6豪雪）
1961(昭36)		・豪雪法（恒常的な降積雪のある豪雪地対策に対する基本的法律、地域振興法的色合い）
1962(昭37)		（スパイクタイヤ関連）
1963(昭38)		・スパイクタイヤ国内販売開始
1964(昭39)		・トラック・バス用スノータイヤ販売
1967(昭42)		・（3.8豪雪）
1968(昭43)		・雪寒地域建設機械整備費
1969(昭44)		・第3次雪寒五箇年計画
1970(昭45)		・豪雪対策基本計画
1972(昭47)		・第4次雪寒五箇年計画
1974(昭49)		・（4.3豪雪）
1975(昭50)		・（4.4豪雪）
1976(昭51)		・第5次雪寒五箇年計画
1977(昭52)		・豪雪法改正（特別豪雪地帯の地域指定）
1978(昭53)		・第6次雪寒五箇年計画、（4.9豪雪）
1981(昭56)		・（5.1豪雪）
1982(昭57)		・雪寒機械格納施設補助事業（除雪ステーション）
1983(昭58)		・防雪対策として防雪林設置（5.2豪雪）
1984(昭59)		・第7次雪寒五箇年計画
1985(昭60)		・雪寒事業に初めて流雪溝事業を採択
1986(昭61)		・（5.6豪雪）
1987(昭62)		・スパイクタイヤの期間規制（札幌市）
1988(昭63)		・スタッドレスタイヤ販売開始
1989(平1)		・第1回東北六県北海道札幌市「スパイクタイヤ問題連絡幹事会」
1990(平2)		・スパイクタイヤ問題関係省庁連絡会議発足
1991(平3)		・札幌市「スパイクタイヤ使用期間制限に係わる指導基準」制定
1992(平4)		・北海道「スパイクタイヤ使用自粛に関する実施要綱」制定
1993(平5)		・宮城県「スパイクタイヤ対策条例」
1994(平6)		・札幌市の弁護士有志、北海道公害審議会に対し、「スパイクタイヤ販売停止」の調停申請
1998(平10)		・スパイクタイヤ販売約800万本
2000(平12)		・長野県スパイクタイヤ問題懇談会
2001(平13)		・「札幌の街を車粉から守るためスパイクタイヤの使用を規制する条例」（札幌市）
2002(平14)		・長野県の弁護士有志「スパイクタイヤ販売停止調停申請」
2003(平15)		・同上、国の公害等調整委員会に移送
		・公害等調整委員会の調停成立
		（スパイクタイヤ製造販売の中止）
		・「北海道脱スパイクタイヤ推進条例」（北海道）
		・北海道・長野県の弁護士有志、国を相手に「スパイクタイヤ使用禁止等調停申請」提出
		・スパイクタイヤ生産中止
		・スパイクタイヤ粉じんの発生防止に関する法律（スパイクタイヤ規制法）の施行
		・スパイクタイヤ販売中止、第1次地域指定
		・ツルツル路面の発生
		・10万円以下の罰金の適用
		・スパイクタイヤ装着率ほぼ0%
		・北海道開発土木研究所「冬期道路管理国際WS」
		・北海道冬期路面管理充実計画策定協議会
		・交通バリアフリー法（高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律）
		・冬期バリアフリー計画策定手引き
		・「北海道関係行政機関スパイクタイヤ対策連絡協議会」冬道対策検討部会
		・国土交通社会資本整備重点化計画
		札幌オリンピック
		乗用車用スノータイヤ販売
		第1回札幌雪まつり
		冬期PIARC札幌大会

(筆者作成)

参考文献：北海道道路史（Ⅰ行政計画編、Ⅱ技術編）、北海道道路史調査会編、平成2年6月）：北海道の道路（北海道開発局、平成7年7月）：雪国の視座（雪国の視座編集委員会編、2001年、毎日新聞社）：「北海道関係行政機関スパイクタイヤ対策連絡協議会」冬道対策検討部会資料（2002年）：冬期路面対策事例集（（社）雪センター、1987年5月）：札幌市雪対策基本計画（H12～H21）（札幌市、2000年8月）：北海道開発局における除雪機械の変遷（北海道開発局建設機械工作所、1980年3月）：冬期道路管理（国土交通省北海道開発局、2002年1月）

表-2 北海道における雪害道路事業に関する年表(技術等)

制度・法制等		除雪技術	雪氷路面対策等
戦前	(馬そり交通時代)	・人力除雪・馬力牽引三角フラ ・鉄道除雪(米国製フック車) ・札幌電気軌道「ラム式除雪車(サウ電車)」 ・札幌市内試験除雪(米国製トラクター) ・国産V7ラ付き外国製トラックの導入	
1945(昭20)	除雪の黎明期	・駐留軍命令による除雪 (滑走路用除雪車(国道等)、 米軍除雪機械(札幌市))	
1949(昭24)	・北海道で道路修繕費による機械除雪開始	1947(昭22) 開墾用トラクター等による除雪(札幌市)	
1950(昭25)		1950(昭25) 除雪用モーターグレーダー購入(札幌市) 1950(昭25) 国産土工用グレーダーによる除雪 1950(昭25) 国産ブレード除雪機に使用 1951(昭26) 外国製V7ラ付きトラクター導入 1951(昭26) 戦車改造による除雪(札幌市) 1953(昭28) 運搬排雪事業(札幌市) 1953(昭28) 外国製重機式ブレード試験導入 1955(昭30) 10 ^t 級除雪トラック試作・サードライク導入 1956(昭31) 5 ^t 級除雪トラック試作導入 1956(昭31) 国産初の専用ローリー除雪車を試作導入 1957(昭32) 国産初のサードライクの導入 1958(昭33) 国産初の兼用ローリー除雪車を試作導入 1958(昭33) ローリー除雪車導入(札幌市) 1959(昭34) 7 ^t 級除雪トラック試作	1953(昭28) この頃からタイヤチェーンに対し耐摩耗性を持つ舗装の試験研究を始める。 1954(昭29) 塩化カルシウム融雪試験(札幌市)
1954(昭29)	・駐留軍撤退		
1956(昭31)	・雪害法		
1957(昭32)	・第1次雪害6箇年計画 ・雪害事業の開始		
1960(昭35)	制度等の整備・確立		
1962(昭37)	・豪雪法	1961(昭36) 170PS級ローリー除雪車導入 1961(昭36) 7 ^t 級・10 ^t 級除雪トラック本格導入 1963(昭38) 外国製ローリー除雪車大量導入 1964(昭39) 路面修正フラックの製作 1966(昭41) 400PS級ローリー除雪車導入 1966(昭41) 2台サードライクの導入 1967(昭42) 大型ローリー除雪車(1000PS)開発 1968(昭43) 歩道用ローリー系小型除雪車導入 1969(昭44) 700PS級ローリー除雪車の導入 1970(昭45) 道路構造令改正(堆雪幅) 1970(昭45) ロータリー除雪機の導入 1971(昭46) 歩道用ブレード系小型除雪車導入 1971(昭46) 大型除雪グレーダー(4m級)の開発 1972(昭47) 歩道除雪の本格的開始 1973(昭48) 2台サードライクの製作 1975(昭50) 13 ^t 級トラック用ローリー導入 1975(昭50) ローリー除雪車に万能ハート開発 1976(昭51) 歩道用ローリー・ブレード兼用小型除雪車試作 1976(昭51) 7 ^t 除雪車にキャブオーバー(視界改善)導入 1977(昭52) 10 ^t 除雪車にキャブオーバー導入 1978(昭53) 除雪負荷自動制御型ローリー除雪車試験 1979(昭54) トラックグレーダーの開発 1980(昭55) 除雪グレーダーにサードライク導入 1980(昭55) 歩道用サードライク(グレーダー装着)開発	1965(昭40) 温泉熱利用ロードヒーティング(札幌市定山溪) 1968(昭43) 凍結防止剤散布装置導入(スバイクタイヤ普及後はほとんど使用されず) 1974(昭49) スバイクタイヤの普及による耐摩耗舗装試験施工(以後、耐摩耗性舗装の研究が本格化)
1963(昭38)	・スバイクタイヤ国内販売開始		
1964(昭39)	・雪害地域建設機械整備費 ・豪雪対策基本計画		
1970(昭45)	・豪雪法改正		
1975(昭50)	制度等の充実		
1977(昭52)	・道内乗用車スバイク約100%		
1978(昭53)	・雪害機械格納施設補助事業 ・防雪対策として防雪林設置 ・雪害事業に初めて流雪溝事業を採択		
1980(昭55)			
1981(昭56)	スバイクタイヤ期間規制(札幌市)		
1982(昭57)	・第1回北方都市会議(札幌市)		
1985(昭60)	・スバイクタイヤ販売約800万本		
1987(昭62)	・スバイクタイヤ規制条例(札幌市)		
1988(昭63)	(スバイクタイヤ製造販売の中止)		
1989(平1)	制度等の強化		
1990(平2)	・スバイクタイヤ規制条例(北海道)		
1992(平4)	・スバイクタイヤ規制法施行 ・北方都市会議環境小委員会の開催設置		
1992(平4)	・ツルツル路面の発生		
2000(平12)	1992 道央道で史上最大の多重衝突事故(186台)		
2002(平14)	2000 道央道で史上2番目の多重衝突事故(120台)		
	「北海道関係行政機関スバイクタイヤ対策連絡協議会」冬道対策検討部会		
		1983(昭58) 除雪機械の施工記録装置と処理システム開発 1987(昭62) ICカードによる除雪管理システムの開発 1988(昭63) 自動制御除雪グレーダーの開発 1988(昭63) 自動制御型ローリー除雪車の開発 1988(昭63) 安全対策型小型除雪機の開発 1989(平1) ローリー除雪車走行自動制御技術の開発 1989(平1) 一重線積込型ローリー除雪車の導入 1989(平1) 滝岩下流雪溝(札幌市) 1991(平3) 雪害防止計画 新雪似融雪槽 1992(平4) 除雪ハートアップ 1994(平6) 発寒融雪槽、同流雪溝 1995(平7) マルチゾーン除雪 1996(平8) 大通下水管投雪施設 1997(平9) 都心北融雪槽 1998(平10) 融雪槽無利子融資制度 1999(平11) 発寒下水管投雪施設 2000(平12) 札幌市雪対策基本計画 2000(平12) 福祉除雪試行 2001(平13) 札幌市雪対策基本計画(アソシエーション) 2002(平14) 第11回冬期PIARC札幌大会 2002(平14) 歩道用薬剤散布車導入 2002(平14) 零似流雪溝等 2003(平15) 北郷流雪溝 2003(平15) 伏古川融雪管 2003(平15) 新川融雪槽 2003(平15) 移動式融雪機共同利用実験	1981(昭56) 氷結防止試験舗装 1984(昭59) 圧雪粗面形成装置の開発 昭和60(1985)年代 ・ふゆトピア事業(流雪溝の面的整備、チェーン着脱場の整備、ロードヒーティング等) 1988(昭63) 坂道ロードヒーティング1次整備(札幌市) 薬剤・すべり止め材散布等の路面対策 ・路面に雪を残さない除雪作業の徹底 ・路面修正除雪回数増加 ・凍結防止剤散布車増強、散布量増加 ・冬期路面管理マニュアル(案) ・CMA試験散布(札幌市、1993) ・粗面形成車の開発 ・ブラシ付凍結防止剤散布車 ・移動道路情報車(摩擦係数測定車) ・すべり止め材の増加・歩道用砂箱 舗装 ・凍結抑制舗装 ・凍結防止剤しみだし工法 ・グルーミング舗装 ・ゴムマニップ舗装 ・表面処理工法 ・排水性舗装 ・耐流動性舗装 ロードヒーティング ・坂道ロードヒーティング2次整備(札幌市、1993) ・自然エネルギー活用ロードヒーティング 情報・ITS ・峠画像伝送実験 ・札幌圏ホワイトネット ・スマート札幌雪情報実験 ・路面凍結予測技術 その他 ・冬みち安心ガイド(パンフ)配布 (筆者作成)

参考文献：北海道道路史(I行政計画編、II技術編)、北海道道路史調査会編、平成2年6月)；北海道の道路(北海道開発局、平成7年7月)；雪国の視座(雪国の視座編集委員会編、2001年、毎日新聞社)；「北海道関係行政機関スバイクタイヤ対策連絡協議会」冬道対策検討部会資料(2002年)；冬期路面対策事例集(社)雪センター、1987年5月)；札幌市雪対策基本計画(H12～H21)(札幌市、2000年8月)；北海道開発局における除雪機械の変遷(北海道開発局建設機械工作所、1980年3月)；冬期道路管理(国土交通省北海道開発局、2002年1月)

た。その後、1959（昭和34）年にスノータイヤの販売が開始されが、当初安全性を疑問視する警察が公開試験や認定試験を実施するなど慎重な判断を経て普及していった。4年後の1963（昭和38）年には国内スパイクタイヤの販売が開始された⁶⁾。

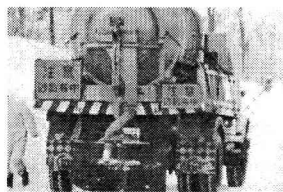


写真-9 北海道開発局初の凍結防止剤散布車⁴⁾

このころ、北海道においても雪氷路面で多発する冬期交通事故対策として、塩化物系の薬剤散布やその研究が行われていた⁷⁾が、スパイクタイヤの普及とともにそれも行われなくなった。その頃の凍結防止剤散布車を写真-9に載せる。

（４）法制度等の充実：昭和40（1965）年代～昭和50（1975）年代前半

その後、1970（昭和45）年には特別豪雪地帯の地域指定を行う豪雪法の改正や道路幅員に堆雪幅を設ける道路構造令の改正、1977（昭和52）年には除雪ステーションの整備を行う雪寒機械格納施設補助事業の採択、1978（昭和53）年には雪寒事業での流雪溝の採択があり、冬期道路に関わる法整備等のさらなる充実がなされた（表-1）。また、1970（昭和45）年の道路構造令改正において堆雪幅が考慮された（表-2）。

この時期には、ロータリー車の大型化（写真-10、写真-11、写真-12）、大型除雪グレーダーの開発（写真-13、写真-14）、2ウェイプラウの製作（写真-15）、13トン級トラクターショベル（写真-16）の導入、ロータリー除雪車用万能シュートの開発（写真-17）等の除雪機械の大型化や増強が進み、また、歩道除雪も開始され、歩道用除雪車の導入（写真-18）などの技術面も発展した（表-2）。

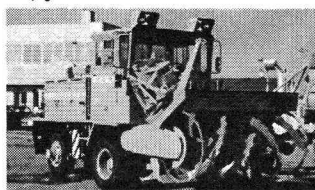


写真-10 200PS級ロータリー⁴⁾



写真-11 400PS級ロータリー⁴⁾

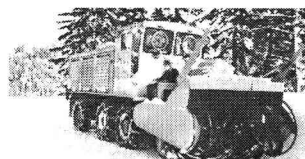


写真-12 700PS級ロータリー⁴⁾

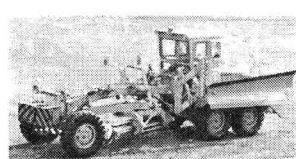


写真-13 3.7m級グレーダー⁴⁾



写真-14 4.0m級グレーダー⁴⁾



写真-15 2ウェイプラウ⁴⁾



写真-16 トラクターショベル（北海道開発局資料）

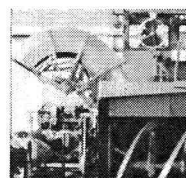


写真-17 万能シュート⁴⁾

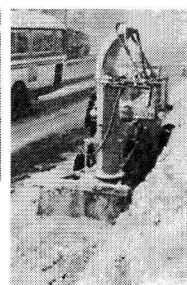


写真-18 導入当時の歩道用小型ロータリー除雪車⁴⁾

また、北海道の除雪率から見ると1970（昭和45）年頃には既に90%を超え、以後さらに伸び、現在は維持管理区間のほぼ全区間を除雪している（図-1）。

（５）スパイクタイヤ規制強化の時代と規制法の施行以降（1980（昭和55）年頃から現在まで）

法制度の充実と雪寒五箇年計画の着実な実施により雪寒道路事業は伸展した。しかし、1970（昭和50）年代後半から、スパイクタイヤ粉じんが大きな社会問題となった。そのため、1985（昭和60）年には宮城県、1987（昭和62）年には札幌市、1989（平成元）年には北海道でスパイクタイヤ規制に関する条例が次々と制定された。1990（平成2）年6月にはスパイクタイヤ規制法が公布施行され、現在に至っている（表-1）。

スパイクタイヤ規制強化の時代の除雪技術の発展としては、機械系では、自動化、安全化、多機能化、操作性の向上などの除雪機械の高度化が進んでいるが、合わせて旧北海道開発庁の施策である「ゆふトピア事業」において流雪溝の面的整備やチェーン着脱場の整備事業が盛んに行われた。

その後、スパイクタイヤ規制法の施行以後、冬期路面対策の強化が強く求められるようになり、事業や技術開発においても、従来の路面積雪を除去することを主体とした除雪技術から冬期路面対策に資する除雪に変化している。

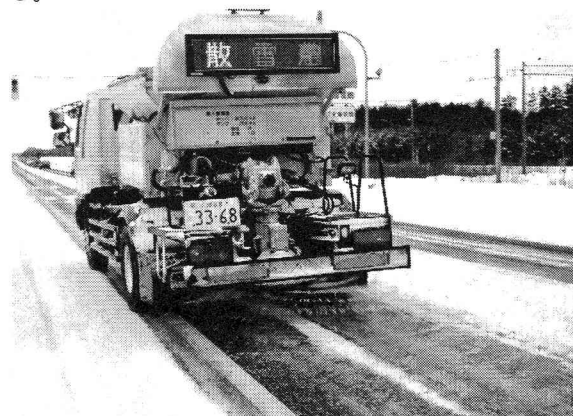


写真-19 凍結防止剤散布車（北海道開発局）

具体的には、路面に雪を残さない除雪作業の徹底、路面整正除雪回数の増加、凍結防止剤散布車（写真-19）

の増強と散布量の増加、環境に優しいと言われる非塩化物系の薬剤であるCMAの試験散布（札幌市、1993（平成5）年）、粗面形成車（写真-20、写真-21）やブラシ付凍結防止剤散布車の開発、路面の摩擦係数を測定しそれらの情報を無線で伝達する移動道路情報車の試作などが行われてきている。また、気温が低く薬剤が効かない峠部などでのすべり止め材の散布量増加や、歩道路面対策としての都市内での砂箱（写真-22）設置などが進んでいる（表-2）。北海道開発局が保有する凍結防止剤散布車は、1991（平成3）年の4台から1998（平成10）年の95台へと大幅に増強された。

また、舗装においても、塩化物を舗装体に含有させるなどの凍結抑制舗装や凍結防止剤しみだし工法、グルーピング舗装、ゴムマット舗装および表面処理工法等の検討が進められ、騒音軽減効果のある排水性舗装が路面の凍結予防に効果的であるため積極的に敷設されてきている。また、スパイクタイヤによる摩耗の代わりに流動性舗装の研究も行われている。凍結抑制舗装の市場拡大について報道する当時の記事を載せる（記事-1）。

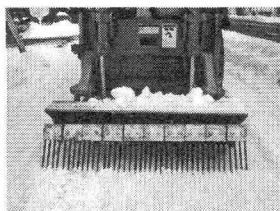


写真-20 レーキ型粗面化装置
（北海道開発局）

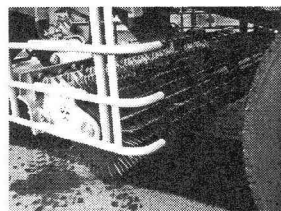


写真-21 ドラム型粗面化装置
（北海道開発局）



写真-22 砂箱
（北海道開発局）



記事-1 北海道新聞
1993年（平成5年）
2月17日（水）夕刊

ロードヒーティングについても、坂道ロードヒーティング1次整備（札幌市、1988（昭和63）年度から1993（平成5）年度までに150箇所）に引き続き2次整備が開始（札幌市、1993（平成5）年度）され、また、コスト削減や自然エネルギー活用の研究も進められてきている。

情報やITS系の技術では、峠画像伝送実験、道路管理者で気象情報等を共有する札幌圏ホワイトネットの導入、道路利用者への気象情報提供を携帯電話で行うスマ

ート札幌雪情報実験および路面凍結予測技術などの研究も盛んに行われている（表-2）。

また、ロードヒーティング、流雪溝・融雪槽等で構成される札幌市の雪対策費の推移を見ても、スパイクタイヤ規制法が施行された1990（平成2）年頃から除雪延長に比し急速に増加しており、冬期路面対策強化を裏打ちするものとなっている（図-2）。

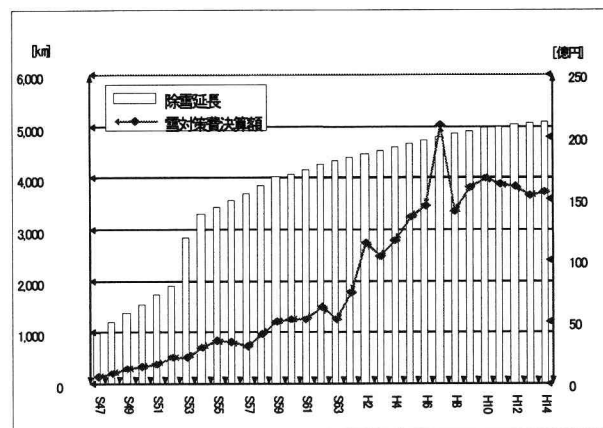


図-2 札幌市の雪対策費の推移（横軸は年度（和暦））
（札幌市資料）

4 スパイクタイヤの普及と規制の背景、社会的要請および経緯

（1）スパイクタイヤの普及

スパイクタイヤは、1950（昭和25）年代に北欧において登場した。我が国では1963（昭和38）年から販売され、1970（昭和45）年ころから本格的に普及し、1970（昭和45）年代後半にはスパイクタイヤ装着率はほぼ100%になり、販売本数は1985（昭和60）年に800万本に達した⁸⁾。

スパイクタイヤが急速に普及した背景には、氷結路面上におけるすべり止め装置としての優秀性がある。発進や停止、コーナリング時の信頼性に加え、タイヤチェーンと比較して耐久性、着脱性、乗り心地等において優れているからである^{9) 11)}。なお、札幌オリンピックが開催された1972（昭和47）年には、北海道の条例によって冬期のすべり止め装置が義務付けられている¹¹⁾。

（2）諸外国のスパイクタイヤ規制¹¹⁾

1983（昭和58）年当時、スパイクタイヤの使用が許可されている諸外国においても、使用期間、車種、スパイクピン、速度などの規制は行われていた。

諸外国での規制理由は、道路舗装の損傷が激しいこととその補修費が膨大であることである。その他、わだち掘れ、わだち内の滞水に起因するハイドロプレーニング・滑りやすい路面・走行位置の変化・水はね、マーキングの磨耗、騒音およびスピード超過等が悪影響として認識されていた。

（3）我が国におけるスパイクタイヤ規制に関する社会的要請⁸⁾

我が国においては、諸外国と同様の舗装磨耗やわだち

掘れ等の問題に加え、スパイクタイヤ粉じんによる大気環境への影響が大きな問題となった。その影響として、喉の痛み、咳、気管支喘息等、動物実験による肺とリンパへの異物沈着などの健康影響、身体や衣服の汚れ、不快感、洗濯物や家具の汚れなどの生活環境への影響が報告されている。このような環境問題がスパイクタイヤ規制の社会的要請となった。当時の車粉問題を報じる新聞記事を記事-2と記事-3に載せる。



記事-2 北海道新聞
1989(平成元)年
1月17日(火)夕刊



記事-3 北海道新聞
1989(平成元)年
3月14日(火)朝刊

(4) 脱スパイクタイヤ運動と法の施行までの経緯⁸⁾

このような状況の中で、市民活動家、医療関係者および弁護士等が車粉公害防止を訴え始め、1983(昭和58)年には、第1回東北六県北海道札幌市「スパイクタイヤ問題連絡幹事会」が開催されるなど、行政機関での検討も開始され、脱スパイクタイヤ運動が活発化した。その後、スパイクタイヤ製造販売の中止を内容とする1988(昭和63)年の国の公害等調整委員会の調停成立を挟んで、1985(昭和60)年には宮城県、1987(昭和62)年には札幌市、1989(平成元)年には北海道のスパイクタイヤ規制に関する条例が制定された(表-1)。当時の脱スパイクタイヤ運動に関する新聞記事を載せる(記事-4、記事-5)。



記事-4 北海道新聞
1987(昭和62)年
3月10日(火)夕刊



記事-5 北海道新聞
1987(昭和62)年
3月30日(月)朝刊

その間、記事-6のように賛否両論の議論があったが、その後、中央公害対策協議会の申告を受け、1990(平成2)年6月にスパイクタイヤ規制法が公布施行され、現在に至っている。



記事-6 北海道新聞
1989(平成元)年
2月14日(火)朝刊

5 スパイクタイヤ規制の効果と諸問題⁸⁾

(1) スパイクタイヤ規制の効果

スパイクタイヤ規制の効果は、スパイクタイヤ粉じんの解消による大気環境の改善である。図-3は、地域指定の目安となっている降下ばいじん量の札幌市における経年変化を示す。スパイクタイヤ装着率の減少とともに降下ばいじん量も減少し、1994(平成6)年度には基準の20 $\text{t}/\text{km}^2/\text{月}$ ¹²⁾を下回っており、大気環境は改善されたと言ってよい。

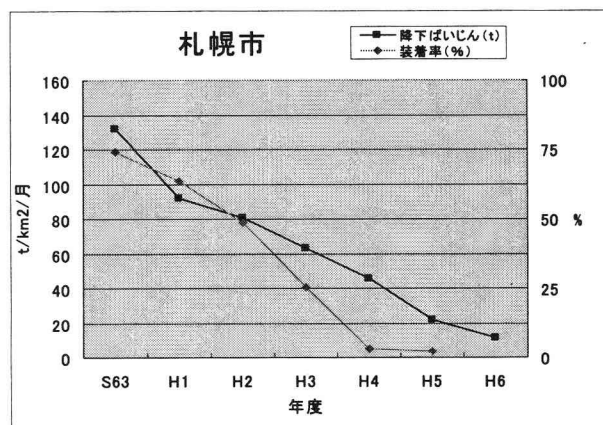


図-3 スパイクタイヤ装着率と降下ばいじん量の推移
(横軸は年度(和暦)、札幌市)⁸⁾

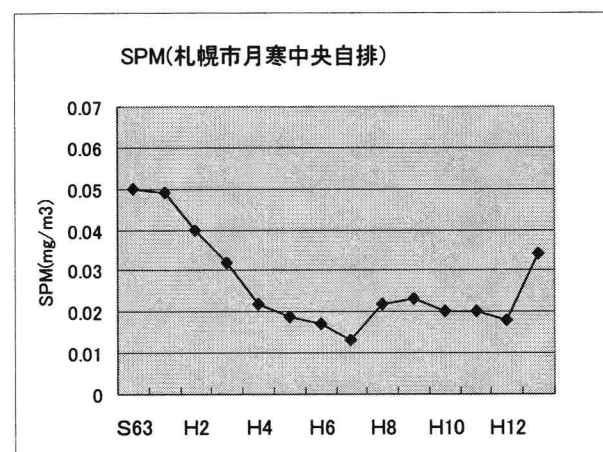


図-4 浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度の推移
(横軸は年度(和暦)、札幌市月寒中央自排)⁸⁾

また、浮遊粒子状物質（SPM）についても、降下ばいじん量と同様に、スパイクタイヤ装着率の減少とともに確実に減少した（図-4）。なお、2001（平成13）年度に増加したのは黄砂等の影響であると考えられている。

スパイクタイヤ規制前後の大気の写真（写真-23、写真-24）を見るとその効果が視覚的に理解できる。粉じんの解消を報じる新聞記事を載せる（記事-7）。

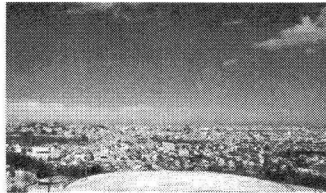


写真-23 スパイクタイヤ規制前⁸⁾



写真-24 スパイクタイヤ規制後⁸⁾



記事-7 北海道新聞
1993（平成5）年
3月10日（水）朝刊

（2）スパイクタイヤ規制後の諸問題

a）つるつる路面の発生

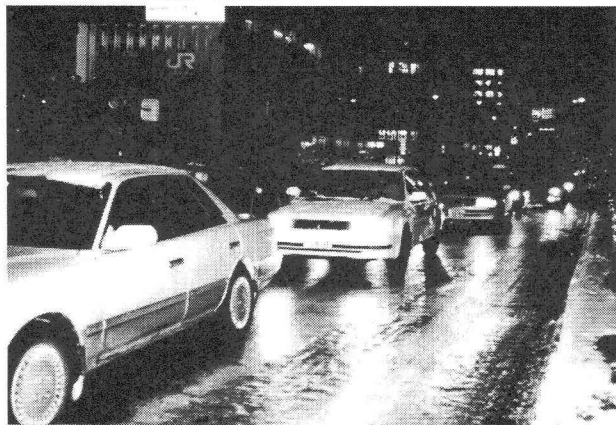


写真-25 つるつる路面（1992（平成4）年度、札幌市内）

スパイクタイヤ規制法の施行以降、1992（平成4）年度には罰金規則が適用となり、この年度の冬から指定地域内でのスパイクタイヤ装着率は2～3％となり、スパイ

クタイヤはほとんど使われなくなった。その結果、それまで想定していなかった非常に滑りやすい路面（いわゆる、つるつる路面）が発生するようになった（写真-25）。

松沢らは、このような非常に滑りやすい路面の形成過程を路面調査によって明らかにしている。それによると、気象観測、交通量観測および偏光顕微鏡による薄片観察の結果（写真-26）、車両の影響で融けた水分が再凍結することによって、圧雪の表面に厚さ0.2～4mm程度の氷膜（氷板）が形成される。このような氷膜の形成の有無は時間交通量と時間降水量の関係によって決定され、さらに、自動車のスリップ時に発生する摩擦熱や排気口からの暖められた排出ガスも道路雪氷の融解・再凍結を促進すると報告している¹³⁾。

これは、スパイクタイヤに替

わるスタッドレスタイヤが雪氷路面に磨きをかけた結果であると言える。スパイクタイヤがある程度混入していた時代にはスパイクピンによる粗面効果によりこのような路面は発生していなかったが、スパイクタイヤが全くなかった時点でその効果も消え去り、それまで想定していなかった路面が発生し始めたということである。つるつる路面の状況を報じる当時の新聞記事を載せる（記事-8）。

b）冬型交通事故

スパイクタイヤ使用の自粛や条例の制定に伴い、スパイクタイヤの装着率は、法律の施行以前から下がり始めていたが、スリップ、わだち、および視程障害による事故で構成される冬型事故件数は、スパイクタイヤの装着率が下がるにしたがって増加し、1989（平成元）年から1993（平成5）年までに倍増した（図-5、図-6）。1992（平成4）年から1994（平成6）年にかけてのスリップ事故関係の新聞記事を載せる（記事-9、記事-10、記事-11）。



記事-8 北海道新聞
1992（平成4）年
12月20日（日）朝刊

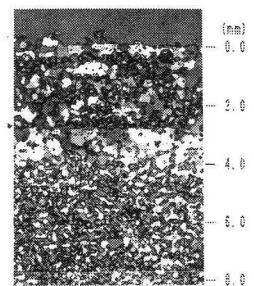


写真-26 雪氷路面断面
の偏光顕微鏡写真
(4.0mmから上が氷膜)

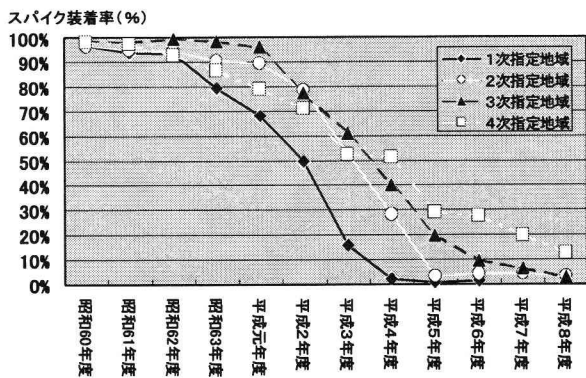


図-5 スパイクタイヤ装着率（横軸は年度（和暦））

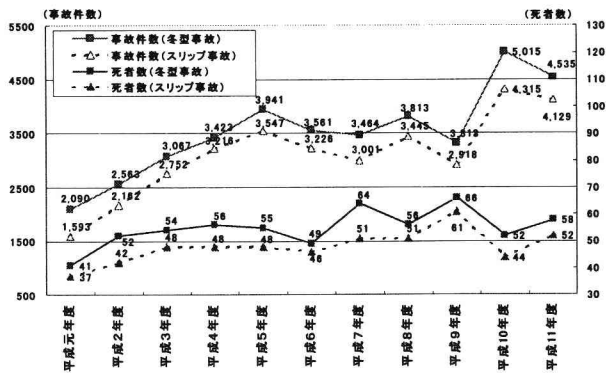


図-6 冬型事故件数の推移（横軸は年度（和暦））



記事-9 北海道新聞1992(平成4)年3月17日(火)夕刊



記事-10 北海道新聞
1993(平成5)年
3月20日(土)朝刊



記事-11 北海道新聞
1994(平成6)年
1月26日(水)夕刊



写真-27 転倒の様子

また、スパイクタイヤ規制は自動車の発進停止が繰り返される横断歩道を中心に歩道路面も滑りやすくさせた。図-7のようにスパイクタイヤ装着率の低下とともに転倒（写真-27）による救急搬送車数が増加しており、その対策も求められている。

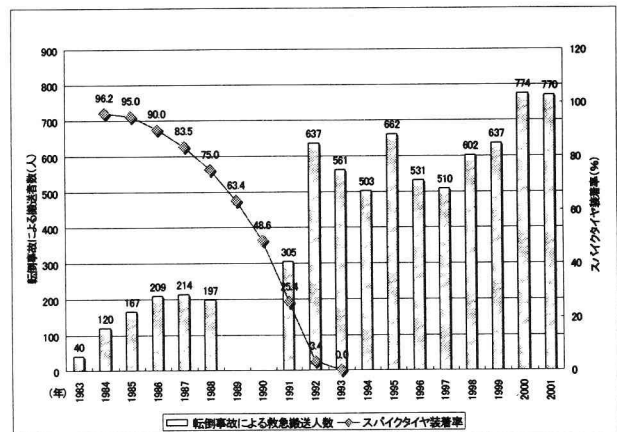


図-7 スパイクタイヤ装着率と転倒事故救急搬送者数（札幌市資料）

c) 冬期交通特性¹⁴⁾

スパイクタイヤ規制前の1985（昭和60）年度と規制後の1997（平成9）年度に行われた札幌市周辺の冬期旅行速度に関する調査の結果を用いてスパイクタイヤ規制前後の札幌都市圏の交通特性を比較した。スパイクタイヤ規制前の調査の実施時期は1986（昭和61）年2月、対象とした路線は札幌市内および周辺国道6路線、調査方法は冬期4日間の12時間調査による旅行速度および交通量調査である。規制後の調査の実施時期は1997（平成9）年12月～1998（平成10）年2月、対象とした路線は札幌市内および石狩支庁管内の幹線道路、調査方法は12月から2月の雪氷路面の出現日における12時間交通量調査およびピーク時旅行速度調査である。

平均旅行速度を比較したところ、規制前で39.0km/h、

規制後で32.8km/hとなり、16%の減少であった（図-8）。

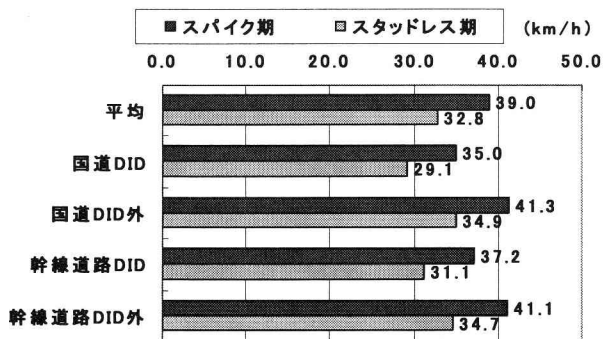


図-8 スパイクタイヤ規制前後の札幌市周辺幹線道路の冬期平均旅行速度

調査結果から交通密度と速度の関係図（k-v図）を描くと規制前が図-9、規制後が図-10のとおりとなった。これを回帰してk-v式を推計し一般化したところ表-3のとおりとなり、交通容量が713.8台/hから555.4台/hに減少していることが分かった。札幌市内の渋滞状況の写真と関連記事を載せる（記事-12）。

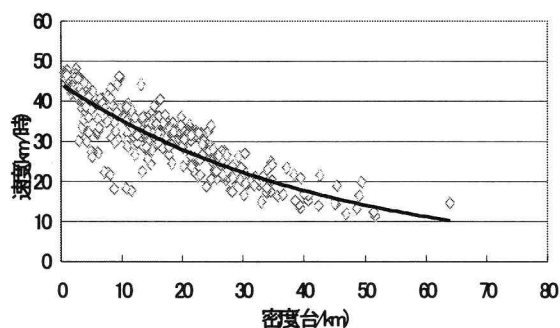


図-9 スパイクタイヤ規制前のk-v図

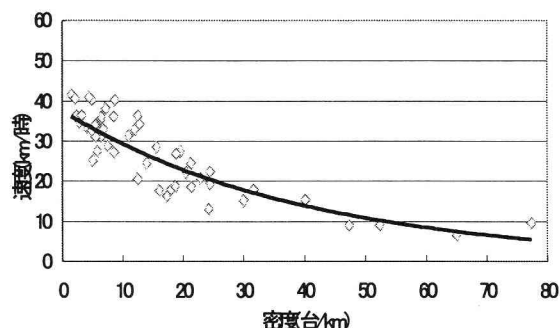


図-10 スパイクタイヤ規制後のk-v図

表-3 スパイクタイヤ規制前後のk-v式の比較

項目	スパイク期	スタッドレス期	単位	低減率	備考
臨界密度	k_0	43.9	40.2	台/km	最大交通量となる交通密度
臨界速度	v_0	16.3	13.8	km/h	最大交通量となる速度
自由速度	v_f	44.2	37.6	km/h	密度0の時の速度
交通容量	q_0	713.8	555.4	台/h	最大交通容量
決定係数	R^2	0.7698	0.8048	—	k-v式の決定係数

$$q_0 = k_0 v_0 \quad v = v_f e^{-\frac{k}{k_0}}$$

d) 冬期交通特性の悪化による大気汚染について

また、スパイクタイヤ規制の影響による渋滞の増加や旅行速度の低下から、幹線道路におけるNOx排出量の増加を推計することができる。筆者らは前項の交通量調査結果の交通量、速度および大型車混入率からスパイクタイヤ規制前後のNOx排出量を算定しており、国道で1日あたり平均1,201g/kmの増加、その他の幹線道路で788g/kmの増加という結果を得ている¹⁴⁾。スパイクタイヤ規制による冬期交通特性の悪化によりNOx増加等の環境悪化も懸念される。写真-28に冬期の渋滞のようす、記事-12に関連記事を載せる。



写真-28 札幌市内の冬期渋滞の様相



記事-12 北海道新聞

1992(平成4)年12月21日(月)朝刊

e) 凍結防止剤散布量の増加

凍結防止剤の散布については、昭和40(1965)年代において、積雪寒冷地の増大する交通量に伴って多発するスリップ事故対策として検討され、散布効果に関する試験研究が行われた。その結果、効果が非常に大きいことが確認されたが⁷⁾、その後北海道ではスパイクタイヤが急速に普及したため実際にはあまり使われなかった。

しかし、スパイクタイヤ規制後、つるつるの路面が発生し始めた1992(平成4)年度から、塩化ナトリウムや塩化カルシウムを主体とした凍結防止剤の使用量が急激に増加し、現在に至っている(図-11)。

北海道や北東北以外の地域では、比較的気温が高く十分に凍結防止剤の効果が期待できること、冬でも冬用タイヤを使用しない交通が混入しているので舗装路面を露出させる(ベアー・ペーブメント・ポリシー)という社会的要請も高かったため、スパイクタイヤ規制以前から多くの凍結防止剤を散布してきた¹⁵⁾。

しかし、冬期間ほとんど全ての車がスパイクタイヤを使用していた北海道では、スパイクタイヤ規制以前はほとんど凍結防止剤が使われていなかった。したがって、スパイクタイヤ規制後に急激に散布量が増加したことが

北海道の特徴であると言える。

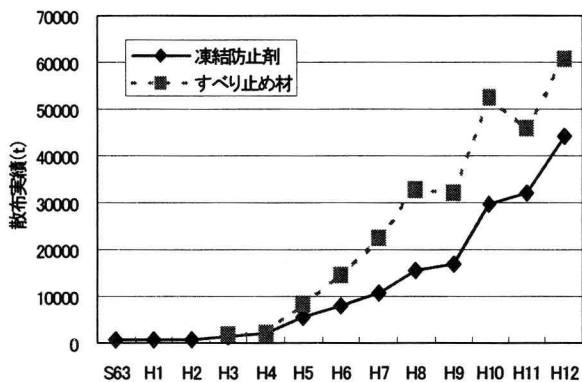


図-11 北海道の国道の凍結防止剤散布量等の推移¹⁶⁾

(3) 凍結防止剤の環境への影響について

凍結防止剤の環境への影響については、幸い我が国では未だ明確な影響は出ていないが、古くは1968(昭和43)年に板倉が紹介した文献¹⁷⁾に、米国の道路の沿道において土中の塩分濃度が植物の成長に損害を与えるほど増加した例を紹介している。

近年の北欧の例では、スウェーデンにおいて、1985(昭和60)年～1991(平成3)年にかけて、MINSALTプロジェクトと呼ばれる塩害の影響を少なくするための研究が実施されている。この中で、スウェーデンでは1960(昭和35)年代に入り凍結防止剤として塩化ナトリウムを使用し始めたが、すべり止め効果としては十分なものの、コンクリートへの害、鋼構造物の腐食、樹木・植物への害、汚れなどが特に市街部で問題になったと報告している。報告書¹⁸⁾では、塩化ナトリウムの使用量の低減に向けて、ウェット散布、非塩化物系のCMAや石灰石の利用、スポット的散布、凍結抑制舗装、道路気象情報の利用と提供などの技術的提案を述べている。

また、フィンランドでも、凍結防止剤の地下水への影響が最大の環境問題であり、多くの研究が行われているが、簡単な解決策はないとされている。凍結防止剤の総使用量や地下水への浸透量を削減することを目指し、

地下水シールドの設置、制限速度の低減を伴った地下水脈上道路の散布量削減や不散布、非塩化物系薬剤の地下水での反応などの研究が行われている¹⁹⁾。



記事-13 北海道新聞

1991(平成3)年

12月2日(月)夕刊

諸外国と我が国では、地勢や気象条件が異なるため一概に同様な議論はできないが、我が国でもこのまま凍結防止剤の使用量が増加した場合の環境への影響が懸念されている。したがって、我が国においても、環境への影響についてモニタリングや、薬剤使用量が増加しないような手立ての検討が必要である。

塩害を危惧する規制法施行開始当時の新聞記事(記事-13)を載せる。

6 スパイクタイヤ規制の土木史的評価と今後の課題

(1) 制度と技術面からの土木史的評価

我が国は、昭和20(1945)年代の除雪事業の黎明期以後、制度面では1956(昭和31)年の雪寒法の制定、それに基づく1957(昭和32)年以降の雪寒五箇年計画の継続実施や建設機械整備に係わる予算措置により道路上の雪を取り除くといういわゆる”除雪”事業を飛躍的に発展させてきた。一方、スパイクタイヤの普及による車粉問題が1970(昭和45)年代後半から大きな社会問題となり、1980(昭和55)年代後半に条例の制定、1990(平成2)年にスパイクタイヤ規制法が施行され、これまでのいわゆる”除雪”中心の事業から路面管理強化の時代となった。

技術面でも、機械除雪の黎明期以来、制度面での整備に伴って、除雪トラック、除雪グレーダー、ロータリー除雪車、除雪ドーザー等のいわゆる”除雪”機械の開発・普及が飛躍的に進んだ。除雪率についても北海道の国道において維持管理区間のほぼ全区間が除雪区間となるなど急速に伸展した。しかし、スパイクタイヤ規制法の施行以後、非常に滑りやすいいわゆる”つるつる路面”が発生し、事業や技術の面でも、路面に雪を残さない除雪作業の徹底、路面整正除雪回数の増加、凍結防止剤散布車の増強、ロードヒーティングの整備、凍結抑制舗装やグルーピング舗装および排水性舗装等の敷設などの事業や技術開発が急速に進んだ。ロードヒーティングや流雪溝・融雪槽等で構成される札幌市の雪対策費の推移からも路面対策事業の伸展が読み取れる。

スパイクタイヤ規制という雪寒道路事業に係わる法制度の適用は、道路上の雪を取り除くといういわゆる”除雪”主体の雪寒道路事業に、雪氷路面対策を重要な施策として加えた土木史上の大きな転換点であったと言える。

(2) 今後の課題

スパイクタイヤ規制は、車粉問題を解消し青い空を取り戻すという当初の目的を達成した。しかし、冬型交通事故の増加、冬期渋滞、凍結防止剤散布の環境影響への懸念や冬期道路管理コストの増加など負の影響も現れている。

現在でも、札幌市政への最も多い要望は雪対策である。また、北海道議会においてもスパイクタイヤ規制の見直しについての質疑があり、それをきっかけとして2002(平成14)年に北海道関係行政機関スパイクタイヤ対策連絡協議会の中に冬道対策検討部会が設置された⁸⁾。また、

数年前よりタイヤのトレッド間に金属鋸をはめ込むことなどによるすべり止め装置が少しずつ普及し始め、それに対する規制ガイドラインを環境省が作成するなどの動きがある。記事-14はピン付きタイヤの増加を報じる新聞記事である。このように、冬期道路管理へのニーズの高さやスパイクタイヤ規制の見直し意見、ピン付きタイヤ復活の動きなどから見てスパイクタイヤ規制後に発生した諸問題は根本的に解決したとは言えない。

今後、スパイクタイヤ規制を一つの政策ととらえ、正の効果と負の影響を総合的に捉えた政策評価と説明責任の達成を目指す必要がある。



記事-14 北海道新聞
2003（平成15）年
2月25日（火）朝刊

7 あとがき

我が国は、戦後、雪寒道路事業を飛躍的の伸展させ、積雪寒冷地においても道路交通が一年を通じて確保されるようになり、道路交通のモビリティを夏冬通して確保することは道路管理者の重要な使命となっている。

本論文では、雪氷路面対策の土木史的評価と題し、スパイクタイヤ規制の雪寒道路事業史上の位置づけと雪氷路面対策に関する政策評価と説明責任の達成の必要性を論じた。

今後、さらなる「望ましい脱スパイクタイヤ社会」の実現を目指すためにも、透明性のある政策評価と説明責任の達成が必要である。

参考文献

- 1) 浅野基樹, 原文宏, 田邊慎太郎, 横山真吾: スパイクタイヤ規制後10年間の評価と今後の課題, 北海道開発土木研究所月報No. 580, pp. 16-23, 2001. 9.
- 2) 池田駿介, 林良嗣, 嘉門雅史, 磯部雅彦, 川島一彦編: 『新領域土木工学ハンドブック』, 朝倉書店, pp. 13-20, 2003. 3.
- 3) 北海道道路史調査会編: 『北海道道路史 (I 行政計画編、II 技術編)』, 1990. 6.
- 4) 北海道開発局建設機械工作所: 『北海道における除雪機械の変遷』, 1980. 3.
- 5) 若菜千穂, 原文宏: 除雪事業に果たしたバス事業者の役割, 第19回寒地技術シンポジウム, 寒地技術論文・報告集vol. 19, pp. 859-863, 2003. 11
- 6) (社) 雪センター: 『冬期路面対策事例集』, 1987. 5.

- 7) 高橋毅, 佐藤馨一: 道路の除雪と防雪施設—薬剤除雪について—, 第9回日本道路会議論文集, pp. 172-174, 1969
- 8) 高島巧: スパイクタイヤ規制後の評価と今後の課題について, (社) 雪センター「ゆき」第51号, pp. 26-33, 2003. 4
- 9) 寺田章次: スパイクタイヤ問題の最近の動向について, pp. 3-8, 舗装21-2, 1986. 2
- 10) 小野田光之: スパイクの分類と現状, 舗装16-3, pp. 19-23, 1981. 3
- 11) 久保宏: 諸外国におけるスパイクタイヤ規制の背景と経緯, 北海道開発局土木試験所月報No. 356, pp. 19-24, 1983. 1
- 12) 平成2年7月3日付け環大第84号都道府県知事宛環境庁大気保全局長通達: 『スパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律施行について』
- 13) 松沢勝, 石本敬志, 前野紀一: 圧雪路面における氷膜の形成過程, 日本雪氷学会誌「雪氷」58巻1号, pp. 19-28, 1996. 1
- 14) 浅野基樹, 田邊慎太郎, 原文宏, 横山真吾: 環境影響を考慮したスパイクタイヤ規制の経済評価, 第17回寒地技術シンポジウム, 寒地技術論文・報告集vol. 17, pp. 224-231, 2001. 11.
- 15) 北海道冬期路面管理充実計画策定協議会: 『北海道における凍結路面対策』, 1995. 3
- 16) 北海道土木技術会道路研究委員会: 『スパイクタイヤ規制後の課題と対策に関する討論会資料』, 2002. 12
- 17) 板倉忠三: 冬期道路交通維持技術について(1)-(6), 道路建設vol. 7-12, 1968
- 18) スウェーデン道路交通研究所: 『より少ない塩による効果的な路面凍結対策 (MINSALTプロジェクト最終報告概要, スウェーデン道路交通研究所報告369 S A, 1991)』, (財) 北海道道路管理技術センター, 1992. 11
- 19) 2002PIARC第11回国際冬期道路会議札幌大会日本実行委員会: 『Snow & Ice Databook』, 2002. 1.
- 20) 北海道開発局: 『北海道の道路』, 1995. 7.
- 21) 雪の視座編集委員会編: 『雪国の視座』, 毎日新聞社, 2001.
- 22) 北海道庁: 『北海道関係行政機関スパイクタイヤ対策連絡協議会・冬道対策検討部会資料』, 2002.
- 23) 札幌市: 『札幌市雪対策基本計画(H12-H21)』, 2000. 6.
- 24) 国土交通省北海道開発局: 『冬期道路管理』, 2002. 1.
- 25) 北海道開発局長官房広報室: 『北海道開発局45年史』, 1998. 3.