

# Winter Index に基づく道内各土木現業所の道路雪氷管理の実態に関する検討

Study on Actual Situations of Snow and Ice Control of Roads in Hokkaido Public Work Agencies by Using Winter Index

北海道学術大学工学部 ○学生員 金澤 尚也 (Naoya Kanazawa)  
 北海道学術大学工学部 正員 武市 靖 (Kiyoshi Takeichi)  
 北海道 道路課 伊藤 文夫 (Fumio Ito)

## 1. はじめに

近年、北海道の道路雪氷管理において、サービスレベルの改善と合理的な管理運営などが社会的要請となるに伴い、それらの評価手法の確立が必要となってきた。北米・北欧諸国では、すでに異なる気象条件と社会条件を考慮して、雪氷管理費・人員・資機材の適正配分を行なう管理政策が定着しつつある<sup>1)</sup>。

本研究は、合理的な雪氷管理の観点から、Winter Index に基づき、道内 10 ヶ所の土木現業所(以下、土現と略称)の雪氷管理の状況を検討事例としてとりあげて、それらをまとめたものである。

## 2. Winter Index

### 2.1 SHRP の Winter Index

本研究では、道路雪氷管理を行なう上での経時的・地域的な気象条件の厳しさをあらわす指標として、SHRP(Strategic Highway Research Program) の Winter Index(以下、WI)を用いた<sup>2)</sup>。

WI は解析期間を 11 月～翌年 3 月とし、路面温度、降雪量、結霜・結氷の 3 つ因子から構成されており、気温と降雪量のデータに基づき、次式によって算出される。

$$WI = a\sqrt{TI} + bLn\left(\frac{S}{10} + 1\right) + c\sqrt{\frac{N}{R+10}} + 50$$

(1)路面温度因子の係数：a(気温を使用)

TI=0(日最低気温>0°C)

TI=1(日最低気温≤0°C&日最高気温 0°C)

TI=2(日最高気温<0°C)

$$TI = \frac{\text{解析期間の TI の合計値}}{\text{解析日数}}$$

(2)降雪量の因子の係数：b

s=日降雪量(mm)

$$S = \frac{\text{解析期間の s の合計値}}{\text{解析日数}}$$

(3)結霜・結氷因子の係数：c

R=解析期間の平均最高気温-解析期間の平均最低気温

N=(日最低気温≤0°Cの日数)/解析日数

SHRP の WI は上記 3 つの要素から構成されており、雪氷管理費用と各構成因子との関係からそれぞれ重みを

$a\sqrt{TI}$  を 35%、 $bLn\left(\frac{S}{10} + 1\right)$  を 35%及び

$c\sqrt{\frac{N}{R+10}}$  を 30%としている。

ここで、最も厳しい冬(過去の TI, S, N の最大値)の気象条件時を WI=-50、最も暖かい冬(TI=S=N=0)の気象条件時を WI=50 となるように、気象データから a, b, c の係数を決定する。

### 2.2 北海道 WI の係数の算出

北海道全域の WI の算出するため、アメダス観測点のデータに基づいて係数 a, b, c を設定した。係数 a, b, c は、過去の TI, S, N/(R+10)の最大値のときに WI が-50 となるような値を設定する。

TI, S, N/(R+10)の各最大値を北海道 100 箇所の 1990 年度から 2007 年度まで過去 18 年間の 11 月から 3 月までの冬期間について年度単位で算出した結果、TIが糠平の 1.72(1999 年度)、Sが幌加内の 161.0 mm(1993 年度)、N/(R+10)が稚内の 0.062(2000 年度)であった<sup>3)</sup>。

この数値から a が-26.7、b が-12.3、c が-120.8 となった。決定した a, b, c の係数から、WI を算出した。

### 3. 超過確率を考慮した WI

SHAP の WI では、TI, S, N/(R+10)それぞれの最大値を用いて係数 a, b, c を設定している。しかし、ここでは北海道の気象特性を考慮して、TI, S, N/(R+10)それぞれの超過確率に基づく係数 a, b, c の算定について考察した。設定した係数より算出した WI と雪氷管理費の関係について検討した。

TI, N/(R+10)に関しては、過去の最大値 20 年超過確率の 1.75 と 0.062 と比較して大きな誤差はないといえるので、ほぼ 20 年超過確率といえる。一方、Sに関しては、超過確率と比較して大きな誤差があり、幌加内の 161.0 mm(1993 年度)は、100 年超過確率よりも大きな値となった。そこで、Sも同様に 20 年超過確率の 128.5 mmに最も近い値を用いると、深川の 127.7 mm(1993 年度)が該当し、算出された係数bは-13.3 となった。この係数に基づく Winter IndexをWI<sub>(20)</sub>と略称する。

#### 3.1 WI と WI<sub>(20)</sub> の比較検証

多雪寒冷地域の札幌土現と小雪厳寒地域の釧路土現の車道除雪費を検討事例に挙げて比較検証した。

図-1 と図-2 は、2002 年度から 2007 年度までの札幌と釧路土現のWI<sub>(20)</sub> と 1 km 当たりの車道除雪費との関係を示したものである。WI<sub>(20)</sub>による相関係数Rは、それぞれ 0.91 と 0.98 と高い相関をみられるが、図-5 図-9 に示

すように、SHRPによるWIに基づいた相関係数Rは、それぞれ0.90と0.98となり、ほとんど変わらなかった。したがって、本研究では、SHRPのWIを用いて、各土現の雪氷管理の実態について検討を行なった。

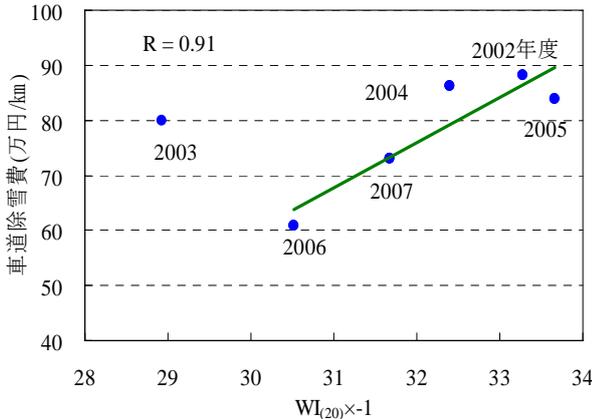


図-1 2002年度から2007年度までの札幌土木現業所のWI<sub>(20)</sub>と1km当りの車道除雪費との関係

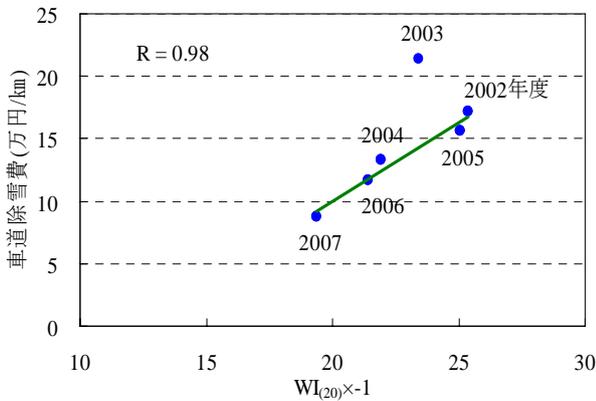


図-2 2002年度から2007年度までの釧路土木現業所のWI<sub>(20)</sub>と1km当りの車道除雪費との関係

#### 4. WIと雪氷管理費との関係

##### 4.1 各土木現業所のWIと車道除雪費との関係

図-3から図-12は、道内10土現の2002年度から2007年度までの各土現のWIと1km当たりの車道除雪費との関係を示したものである。

図-6と図-9の近似曲線は、2003年度のデータを除いたものである。これは、2003年度のWIに対する車道除雪費が母集団から乖離しているからである。

道内10土現のなかで、非常に高い相関を見られるのは、札幌土現と釧路土現で、それぞれ0.90、0.98であった。

車道除雪費について近似曲線に基づくと、WIが1低下すると、札幌土現は約8.4(万円/km)増加するが、釧路土現は約1.4(万円/km)の増加にとどまっている。これは、札幌土現が多く都市やDID(人口密集地域)を含んでいること、札幌が道内の交通網の中心であることから、交通量が多く、管理基準がやや高いなどの要因が考えられる<sup>4)5)</sup>。また、相関がほとんどみられない稚内土現や網走土現などについては、検討する余地があると考えられる。

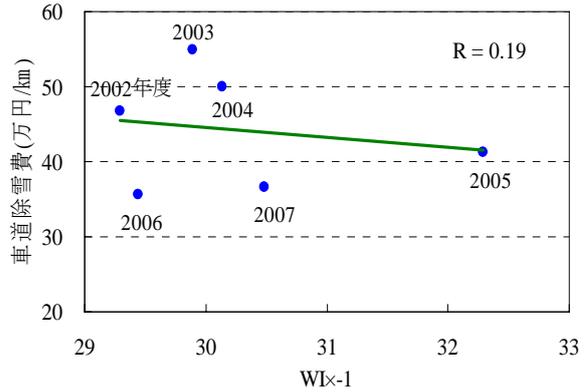


図-3 2002年度から2007年度までの稚内土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

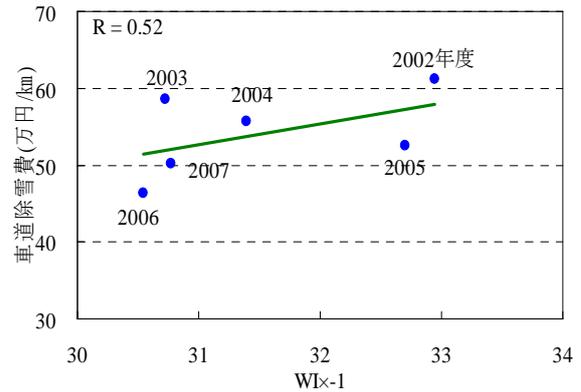


図-4 2002年度から2007年度までの旭川土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

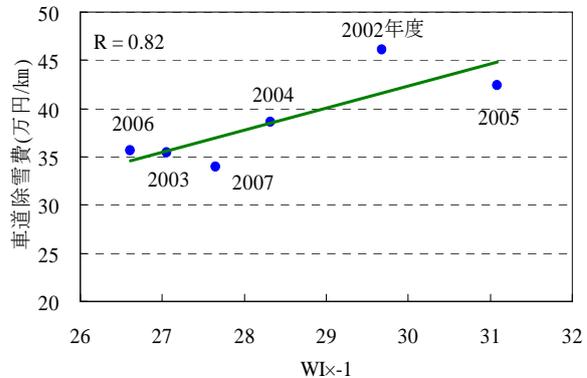


図-5 2002年度から2007年度までの留萌土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

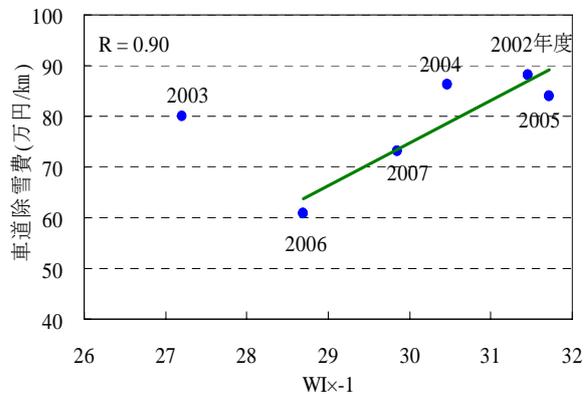


図-6 2002年度から2007年度までの札幌土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

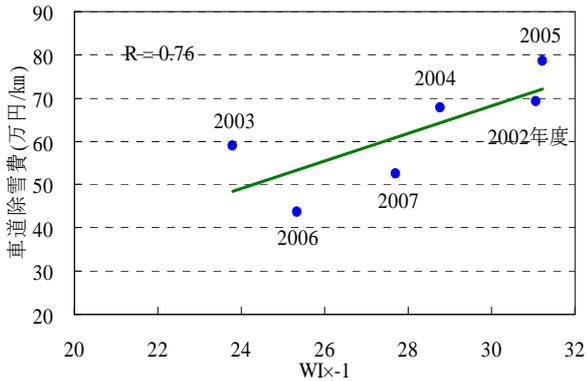


図-7 2002年度から2007年度までの小樽土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

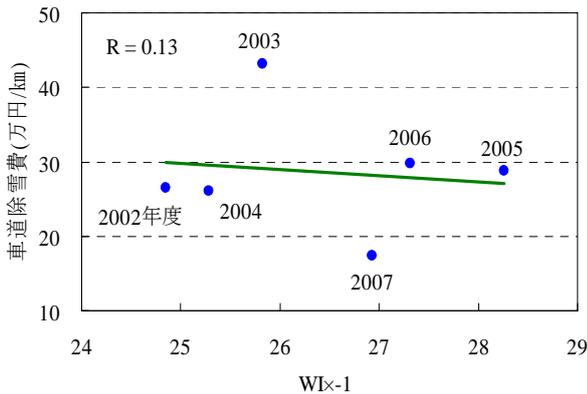


図-8 2002年度から2007年度までの網走土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

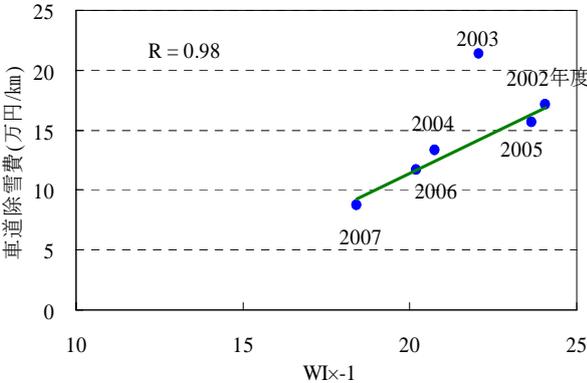


図-9 2002年度から2007年度までの釧路土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

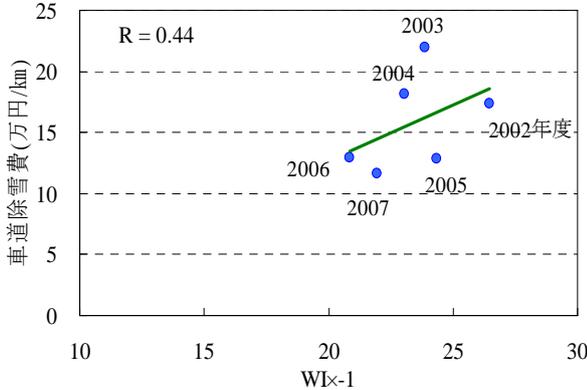


図-10 2002年度から2007年度までの帯広土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

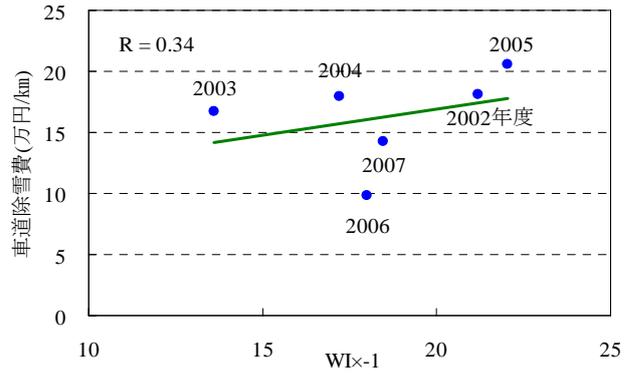


図-11 2002年度から2007年度までの室蘭土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

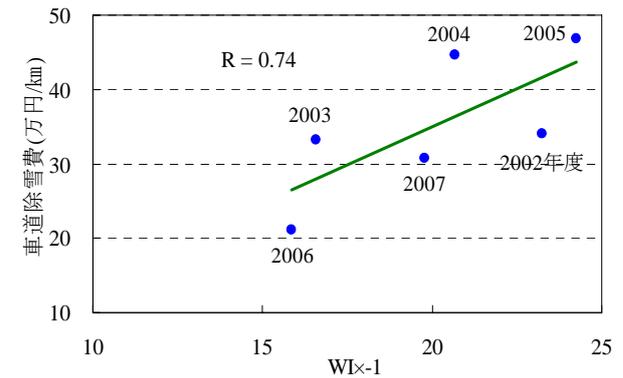


図-12 2002年度から2007年度までの函館土木現業所のWIと1km当りの車道除雪費との関係

#### 4.2 各土木現業所のWIと薬剤散布費との関係

ここでは、道内10土現の中で、相関係数Rが0.99と最も高い値を示した帯広土現と、相関係数Rが0.92と高い相関を示した函館土現を解析事例とする。図-13～15は、過去6年間の帯広土現、函館土現及び室蘭土現のWIと1km当りの薬剤散布費との関係を示したものである。

図-13の近似曲線は2007年度のデータを、図-14の近似曲線は2004年度のデータを除いたものである。これは、両方のデータが母集団から乖離しているからである。

薬剤散布費について近似曲線に基づくと、WIが1低下すると、帯広土現は約2.4(千円/km)減少するが、函館土現は約2.7(千円/km)増加する。帯広土現と函館土現とは正反対の結果が得られた。他の土現をみると、札幌土現、稚内土現は帯広土現と同様な傾向がみられ、また、網走土現は函館土現と同様な傾向がみられた。

さらに、室蘭土現は、1km当り薬剤散布費が他の土現よりも、やや高くなっている。これは、環境に対する負荷を考慮し、単価の高い酢酸系の薬剤を使用しているからと考えられる。

以上のことから、薬剤散布に関しては、各土現によって地域条件・気象条件の違いなどから、散布基準が必ずしも明確になっていないと考えられる。

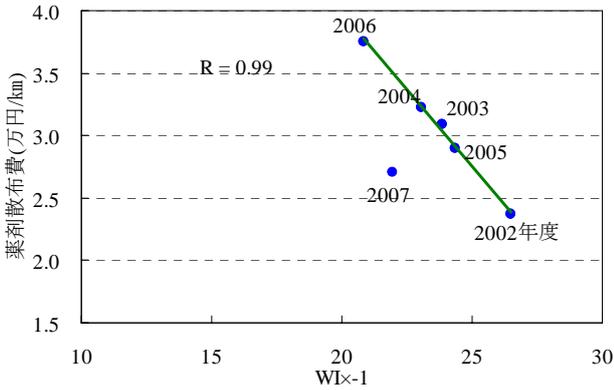


図-13 2002年度から2007年度までの帯広土木現業所のWIと1km当りの薬剤散布費との関係

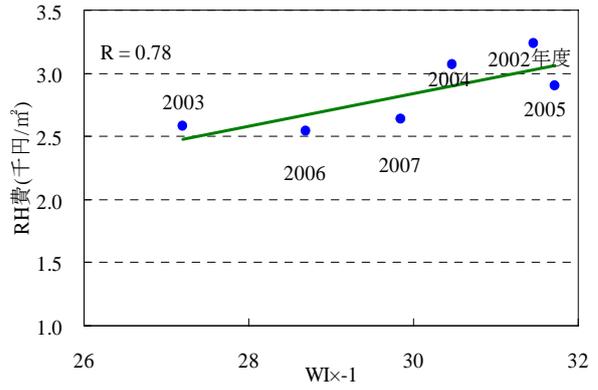


図-16 2002年度から2007年度までの札幌土木現業所のWIと単位面積当りのRH費との関係

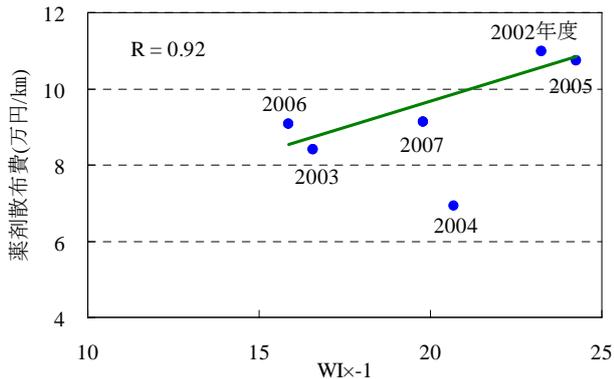


図-14 2002年度から2007年度までの函館土木現業所のWIと1km当りの薬剤散布費との関係

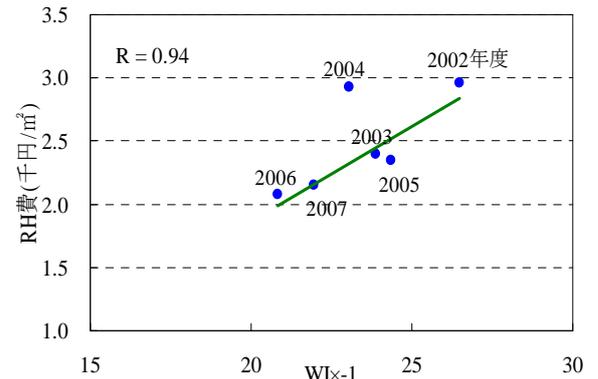


図-17 2002年度から2007年度までの帯広土木現業所のWIと単位面積あたりのRH費との関係

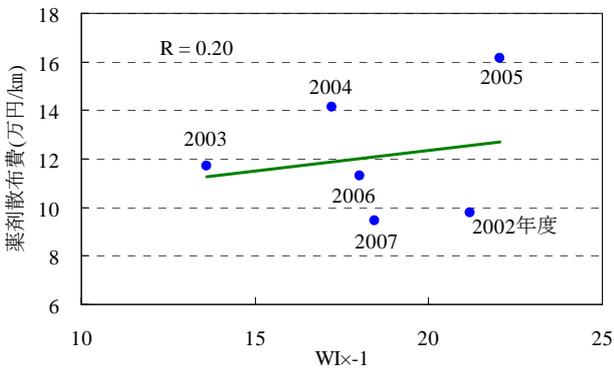


図-15 2002年度から2007年度までの室蘭土木現業所のWIと1km当りの薬剤散布費との関係

### 4.3 多雪寒冷地及び小雪厳寒地のWIとRH費との関係

図-16と図-17は、過去6年間の多雪寒冷地域の札幌土現と小雪厳寒地域の帯広土現を解析事例としてWIと単位面積当りのRH費との関係を示したものである。

図-17の近似曲線は、母集団から乖離している2004年度のデータを除いたものである。札幌土現と帯広土現の相関係数Rは、それぞれ0.78、0.94と高い相関を示している。また、旭川、稚内及び函館土現は、それぞれ0.78、0.80、0.91と相関が良く、稚内、留萌、網走、釧路及び室蘭土現は、それぞれ0.08、0.58、0.25、0.45、0.62と相関は良くとれなかった。RH費について近似曲線に基づく、WIが1低下すると、札幌土現は約130(円/m<sup>2</sup>)、帯広土現は約150(円/m<sup>2</sup>)増加する。

## 5. まとめ

- SHRPによるWIと20年超過確率を考慮したWI<sub>(20)</sub>とに大きな違いは見られなかった。
- 車道除雪費とRH費については、全体的に相関が良かった。薬剤散布費は、地域条件・気象条件の違いや散布基準等が必ずしも明確でないことから、土木現業所ごとに散布基準違いが見られた。
- RH費については、WIと相関が良い土現とあまり良くない土現とが、ほぼ同数くらいに分かれた。

## 【参考文献】

- 1) PIARC TC3.4, Snow and Ice Control Date Book, World Road Association, pp31~pp170, 2006
- 2) John E. Thornes : Cost-Effective Snow and Ice Control for the 1990s TTR No.1387 pp185-pp190, 1993
- 3) 気象庁ホームページ : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 気象統計情報, 過去の気象データ, 2008
- 4) 武市 靖・宮原 優・川端 隆 : Winter Indexによる道路雪氷管理の評価に関する検討, 舗装工学論文集第3巻, pp23-pp30, 1998
- 5) 残間 一樹 : Winter Indexに基づく道内各土木現業所の雪氷管理の評価法に関する検討, 第64号 D-23, 2008