

Winter Index による路線の雪氷管理評価方法の検討

Study on estimate method of route snow and ice control by Winter Index

北海学園大学工学部 ○学生員 植村正人 (Masato Uemura)
 北海学園大学工学部 正員 武市 靖 (Kiyoshi Takeichi)

1. はじめに

近年、北海道の道路雪氷管理において、管理作業の効率化とサービスレベルの改善が社会的要素となっている。それに伴い道路条件など社会条件を考慮して、雪氷管理の評価手法を検討していくことが重要となってきている。

本研究では、まず北海道のアメダス観測点の気象情報と、GIS (geographic information system) を用いて求めた地形情報をもとに、北海道全域に対し雪氷管理の効率化を行う上で基準となる、Winter Index(以下、WI)を算出した、次に事例検討として2002年度の札幌土木現業所管轄道路データに基づき、各路線の雪氷管理評価を交通量・市街地別に行った。

2. 研究概要

北海道を一定の緯度、経度で地域を網の目状に区画した標準地域メッシュを用い、気象要素を推定するにあたって影響する地形の特徴をGISによって把握し、各メッシュに与えた。過去13年間(1990年度~2002年度)の11月から3月までの北海道のアメダス観測点98箇所の観測データを使用し、SHRP (Strategic Highway Research Program) ¹⁾の算出方法に基づいて、WIの係数に関わる気象要素を算出し、これを該当するメッシュに適用した。観測点のないメッシュの気象要素は、過去研究において地形情報をもとに重回帰分析を行い、気象要素を推定し、設定した北海道気象要素のメッシュより、北海道全域のWIの算出をされている。

また雪氷管理の評価を行うため、1路線のWIを算出し札幌土木現業所管内での、人口密集地での除雪管理費の検討ならびに、交通量に対する除雪管理の相関をしめす。

3. 研究手法

3.1 Winter Index

3WIは、経時的・地域的な気象の厳しさをあらわす指標であり、英国では、雪氷管理の費用・資機材の適正配分、管理の効率化を行う上での基準となっている。

本研究でのWIの算出は、解析期間を11月~翌年3月とし、SHRPに基づいて行った。このSHRP手法は、気温と降雪量を説明変数としてWIを次式によって算出している。

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

(1)路面温度因子の係数 a (気温を使用)

TI=0 (日最低気温>0℃)、

TI=1 (日最低気温≤0℃&日最高気温0℃)

TI=2 (日最高気温<0℃)

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

(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

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

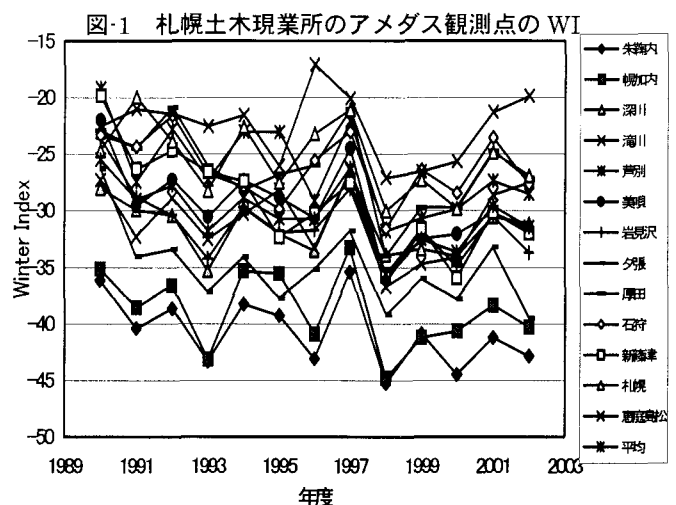
$a\sqrt{TI}$ を35%、 $b\ln\left(\frac{S}{10} + 1\right)$ を35%及び

$c\sqrt{\frac{N}{R+10}}$ を30%としている。

$$N = \frac{\text{日最低気温} \leq 0^\circ\text{C} \text{の日数}}{\text{解析日数}}$$

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。

今回はこのa、b、cの係数を決定するにあたって、TI、S、N、Rを過去13年間の北海道98箇所のアメダスデータに⁴⁾基づいて算出し、これを説明変数として、重回帰分析を行い、各地域のTI、S、N、Rを推定し、北海道全域のWIを算出した。結果を図-1に示す。



3.2 標準地域メッシュ

本研究では、北海道全域について WI の算出において、メッシュ単位での解析をした。このメッシュは、総務省統計局をはじめとする国の行政機関が作成している「標準地域メッシュ」を使用した。

標準地域メッシュは一定の緯度、経度で地域を網の目状に区画したもので、これを第1次メッシュとし、それを経線及び緯線方向に8等分したものを第2次メッシュ、さらにそれを経線及び緯線方向に10等分した第3次メッシュと階層的に細かく分割している。その関係を表-1、図-2に示した。

第1次メッシュは20万分の1の地図に、第2次メッシュは5万分の1地図に相当しているため、任意の点を選ぶ場合などに利用しやすくなっている。本研究では、標準地域メッシュとなる第3次メッシュ(北海道付近では、0.9km×1km) 85359個を用いた。

表-1 標準地域メッシュの関係

区画の種類	緯度の間隔	経度の間隔	一辺の長さ
第1次メッシュ	40分	1度	約80km
第2次メッシュ	5分	7分30秒	約10km
第3次メッシュ (標準地域メッシュ)	30秒	45秒	約1km

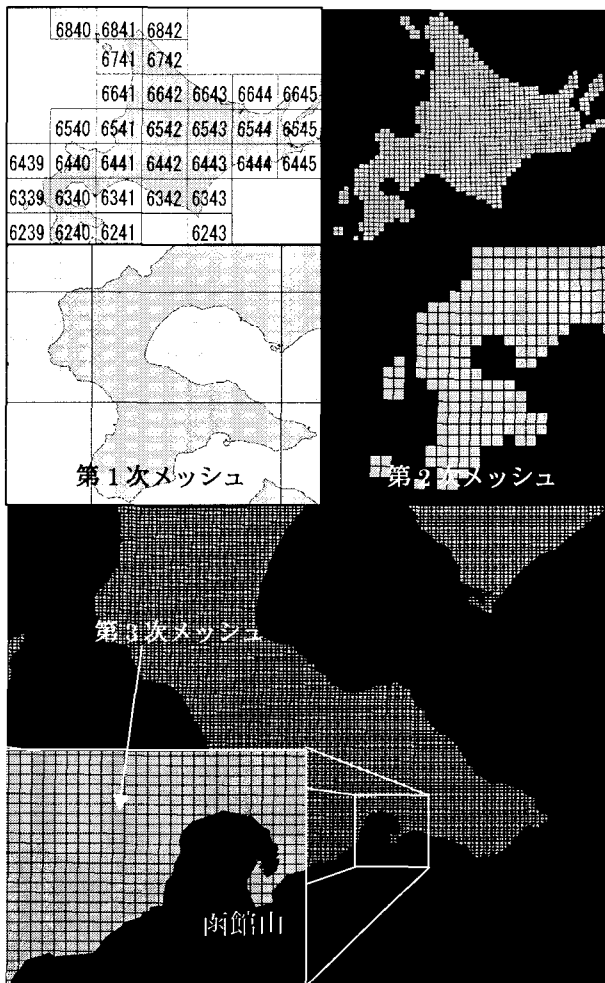


図-2 各標準地域メッシュ

3.3 路線の Winter Index

路線単位での雪氷管理費の比較検討を行うために、路線の WI を設定する必要がある。路線単位での WI の設定は以下のようにして行う。図-2 のメッシュデータをもちより、GIS によって図-3 の道道路線のデータに属性として設定する。

図-4 は、WI を属性として持ったメッシュデータと道道路線データを重ねあわせた模式図である。黄色の上下に延びる路線は当別浜益港線である。このメッシュに対し路線が通過するすべての WI を算出し、その平均値が路線単位の WI である。この場合、当別浜益港線では WI が-19.38 となる。これと同様の方法で北海道のすべての路線(833 線)の道路に設定した。この道路のうち最も小さい(厳しい)WI をしめした路線が天塩中川停車場線の-29.10 であった。WI が最も大きい値を示した道道路線は松前港線で WI は 1.65 であった。これらのデータを用いて解析を行なう。

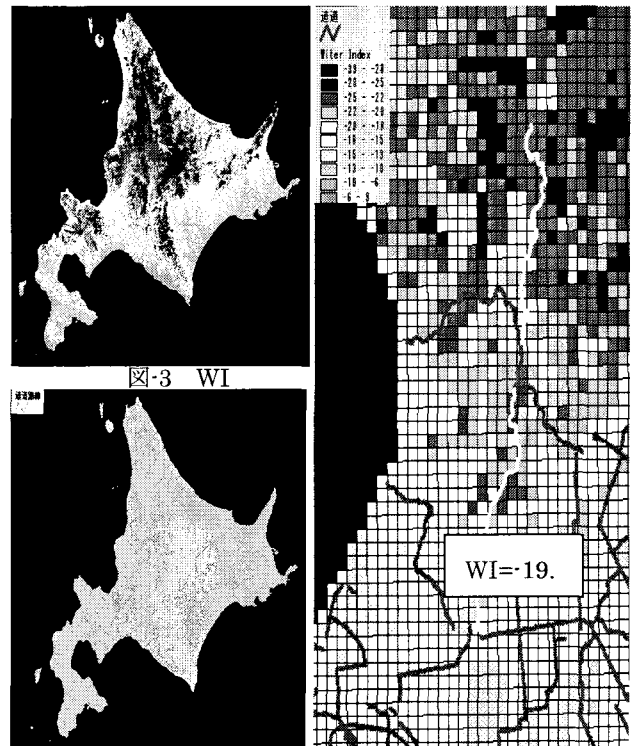


図-4 道道路線

図-5 路線の WI 設定模

4. WI と雪氷管理費

4.1 路線単位での雪氷管理費評価

本研究では従来行われてきた、雪氷管理費評価のような各土木現業所 10 箇所単位での評価を行わず、その 10 箇所のうち札幌土木現業所管内のみに着目し、路線単位での交通量・人口密集地・純除排雪に対し WI との関係を示した。

(1) 交通量別単位延長の純除排雪費と WI

道路の除雪基準を交通量で分類し、基準を設けている。この基準で道路を分類して WI と純除排雪の関係を比較した。表-1 は平日 24 時間交通量別で分類し札幌の土木現業所管内での 1 路線単位延長あたりの 2002 年度の純除排雪と $WI \times -1$ を示したものである。また図-6 のグラフは交通量別の 1 路線単位延長あたりの除排雪費と $WI \times -1$ の散布

図を示した。このグラフを見ると $WI \times -1$ が上がるごとに 1 路線単位延長の純除排雪費も変動していることがわかる。相関関係を見ると 4000 台/日以上以上のデータも含め 500~1500 未満台/日にはある程度の相関関係を見ることができた。以上のことから各土木現業所管内での 1 路線単位延長あたりの純除排雪費と WI は、少なからず相関関係をもっていると考えられる。

表-2 交通量別の 1 路線単位延長の純除雪費と WI

	500台/日未満	500~1500未満台/日	1500~4000未満台/日	4000台/日以上
$WI \times -1$ との相関係数	0.193	0.659	0.350	0.475

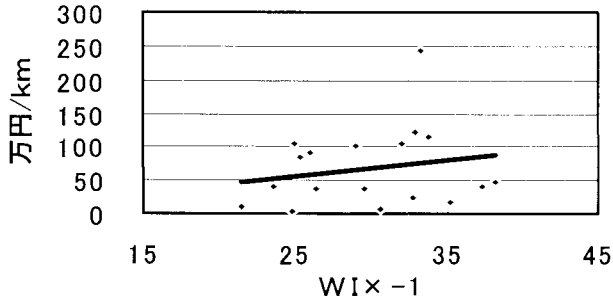


図-6 500 台/日未満

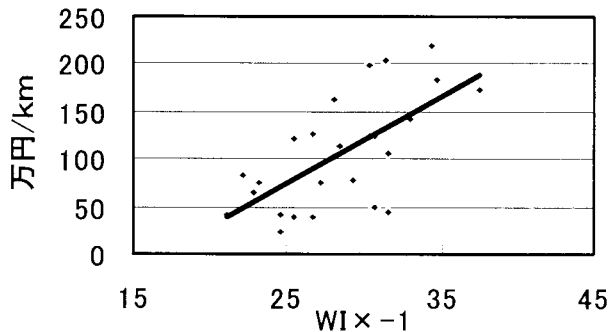


図-7 500~1500 台/日未満

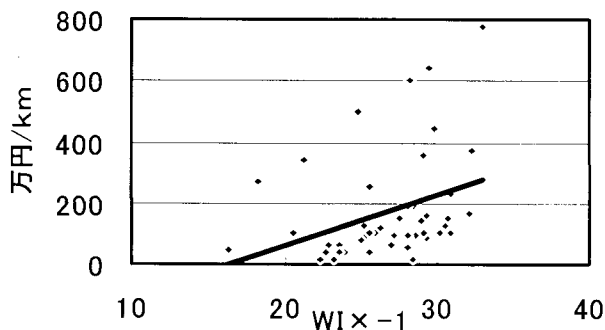


図-8 1500~4000 台/日未満

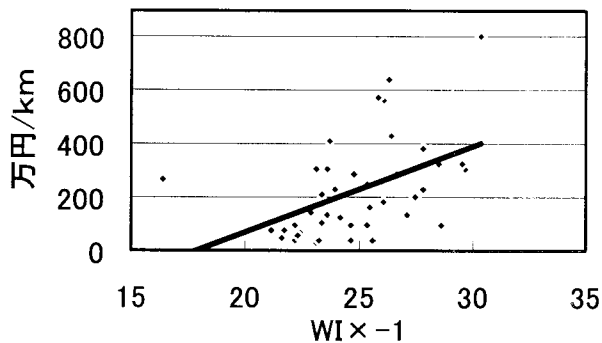


図-9 4000 台/日以上

(2) 人口密集地での純除排雪費と WI の関係

1 路線に対し除雪延長は、 $DID \cdot$ その他の市街地・平地・山地に分かれている、これまでは市街地等分類をわけて雪氷管理はされてこなかった。本研究では雪氷管理費を考慮するにあたって、 $DID \cdot$ その他の市街地(人口密集地)に着目し、純除雪費と WI の関係を示す。

土木現業所管内での 1 路線を 1 単位とし、純除雪延長距離に $DID \cdot$ その他市街地の延長距離の比率($(DID + \text{その他市街地}) / \text{除雪延長距離}$)を求めることにより、路線の重み付けを行う。重み付けをするにあたって、よりよい相関関係を持たせるため、20%未満・20~50%未満・50%以上と重み付けをおこなった。表-3 は人口密集地により重み付けをされた純除雪費と WI の相関関係をしましたものであり。

図 7-1.7-2 は重み付け別の 1 路線延長あたりの除排雪費と WI の散布図である。相関係数は 0.41、0.33、0.46 と相関をみることはできない。现阶段での $DID \cdot$ その他の市街地に関しては Winter Index による影響は小さいと考える。

人口密集地での純除雪費と WI の相関係数			
	20%未満	20~50%未満	50%以上
$WI \times -1$ との相関係数	0.41	0.33	0.46

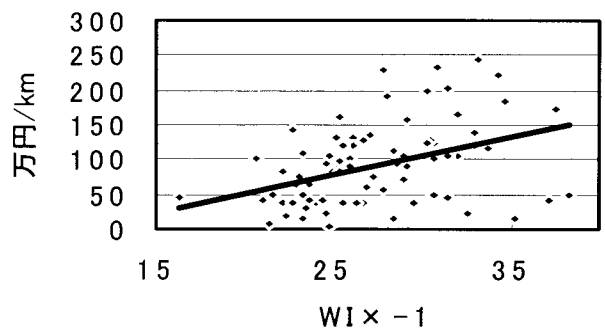


図-10 20%未満

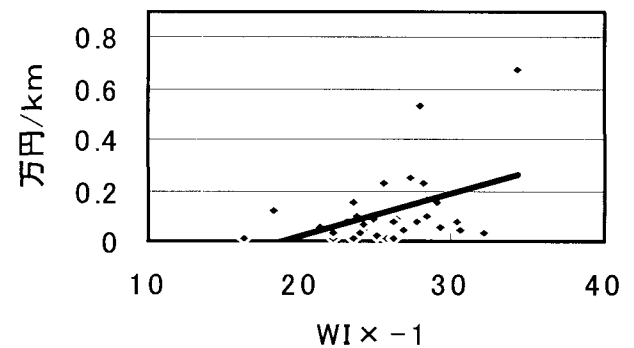


図-11 20~50%未満

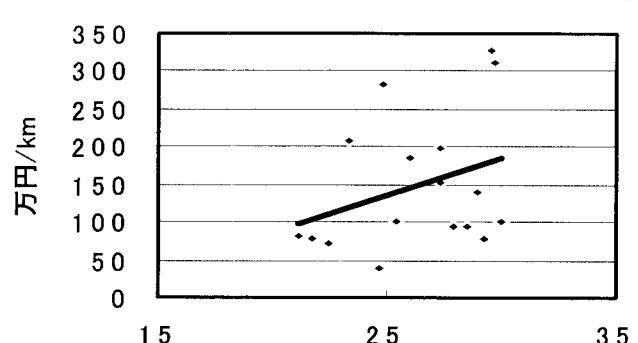


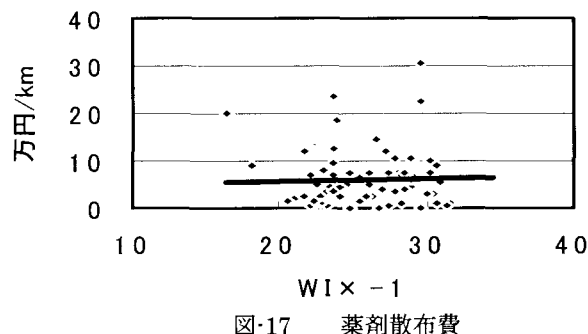
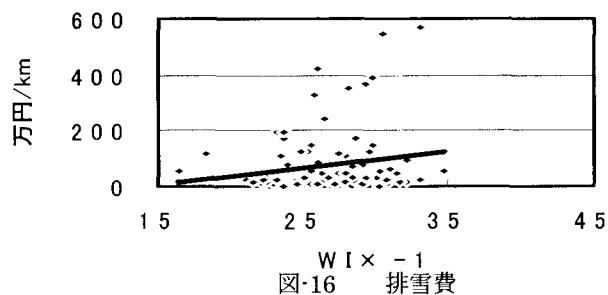
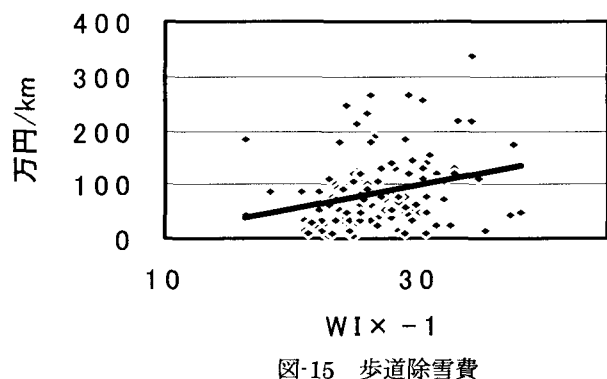
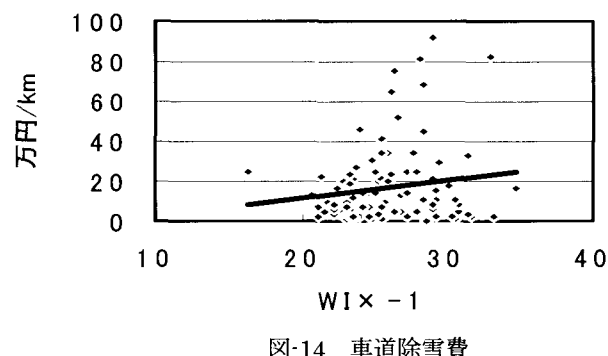
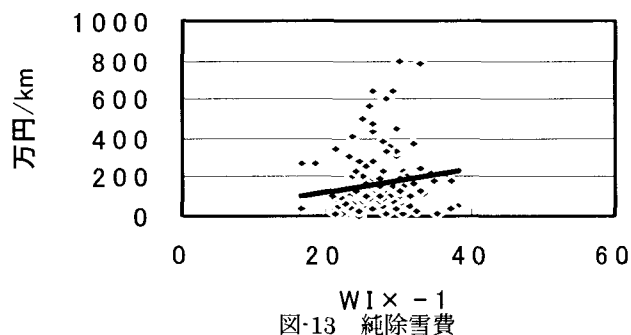
図-12 50%以上

これまでの研究により各土木現業所が管理する個々の道路延長に対する $WI \times -1$ の関係についてはすでに研究がなされている。純除雪費、車道除雪費、歩道除雪費、排雪費については、いずれも $WI \times -1$ が大きいとその管理費用が増加する傾向が示されており、また薬剤散布においては相関係数が-0.077 と相関が低い結果になっている。そこで本研究では、各土木現業所で比較を行わず、土木現業所管内での路線を材料とし、土木現業所内での路線(札幌現業所では、161路線)で比較検討を行うこととした。

表-4は1路線延長あたりの純除雪費とその内容で $WI \times -1$ との相関関係を示した。図-8-1 8-2 はその1路線の延長にあたっての管理費と $WI \times -1$ の散布図である。表-3の相関関係を見る限り全く相関が無いことがわかる。グラフも同様に相関は全くない。

表-4 1路線の純除雪費とその内容での相関関係

	$WI \times -1$ との相関係数
純除雪費	0.14
車道除雪費	0.28
歩道除雪費	0.15
排雪費	0.17
薬剤散布費	0.02



b. まとめ

- (1) 気象要素から北海道のアメダス観測点の WI を算出し、GISを用いて北海道全域の各路線の WI を求めた。
- (2) (1)により算出された WI をもとに札幌土木現業所管内における各路線に対して単位延長あたりの雪氷管理費についての評価・検討をおこなった
- (3) DID・その他の市街地から各路線を分類し、 WI と純除雪管理費との相関を調べた結果、明確な相関はみられなかった。
- (4) 通量別の純除雪費と WI の相関関係を算出管理費を 500 ~1500 未満台/日・4000 台/日以上にの結果に相関がみられた

7. 今後の検討課題

2002 年度の北海道のアメダス観測点の気象要素をもとに、重回帰分析を用いて、北海道全域の WI を算出する。

また、3.3 で記した各路線に平均した WI ではなく、DID・その他の市街地・平地・山地区分での各路線の WI を算出し、より管理基準の高い WI を路線分布する。

それをもちより、相関関係を確実なものとする。

謝辞

本研究にあたり札幌土木現業所事業部道路建設課、北海道庁、日本データサービス(株)の皆様方に多大なるご協力を賜った。ここに特記して感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) J.E.Thornes (1993):Cost-Effective Snow and Ice Control for the 1990s,TRR No.1387, pp.185-pp190, 1993.
- 2) 菅民朗 (2000) : 多変量統計分析, pp129-pp168
- 3) 鈴木榮一 (1983) : 気象統計学, pp173-pp183
- 4) 武市靖・宮原優 (1999) Winter Index による道路雪氷管理の評価に関する検討, 北海学園大学開発研究所 開発論集第 63 号, pp21-pp35