

## Winter Index (冬の厳しさ指数) を利用したリンゴ園の雪害と除排雪の評価 Evaluation of Countermeasures for Snow Damage and Snow Removal system, using Winter Index

○加藤幸<sup>1</sup>・緒方英彦<sup>2</sup>・溝口勝<sup>3</sup>

○KATO Koh<sup>1</sup>, OGATA Hidehiko<sup>2</sup>, MIZOGUCHI Masaru<sup>3</sup>

1. 研究の背景と目的: 青森県では 2013 年の記録的な豪雪により, リンゴ関連で 107 億円を超える雪害が生じた (青森県りんご協会 2013). 枝折れや幹の転倒・割裂等の直接的被害は, 樹上に積もった雪を適度に除去し, 埋まった枝を掘り起こすことで軽減できる. この場合, 障害となるのが園地へのアクセスである. 多くの園地は中山間地に存在するため, 冬期間は雪で閉ざされる. 幹線農道では除排雪が実施される場合もあるが, 末端は放置される. 農家は徒歩で園地に向かい除雪するほか, 独自に園地のアクセス確保のための除雪を行わざるを得ない. 道路除排雪は園地の雪害と密接な関連を有している. 本研究では Winter Index (以下 WI と略) を利用し, 道路除排雪の課題について検証した. また, 農道除排雪への弘前市における取り組みをもとに, 豪雪地帯における園地の雪対策を検討した.

### 2. 青森県における WI と除排雪

(1) SHRP (Strategic Highway Research Program) WI : 冬の厳しさの評価指標として有効なのが WI である. このうち  $WI_{SHRP}$  は米国国家研究会議が開発した WI で, 冬期道路管理の効率性の評価に活用され, 以下のように表される (緒方ら 2013, Edward et al 1993).

$$WI_{SHRP} = a\sqrt{TI} + b\ln(S/10+1) + c\sqrt{N/(R+10)} + 50 \dots (1)$$

このうち第 1 項が「温度因子」, 2,3 項は「降雪量因子」, 「結霜・結氷因子」と呼ばれ, 35% : 35% : 30% で重みづけられる. ここで

TI = 0 (日最低気温 >0°C), 1 (日最低気温 ≤ 0°C, 日最高気温 >0°C), 2 (日最高気温 <0°C)

S = 解析対象期間の日平均降雪量 (mm) の合計値 / 解析日数

N = 日最低気温 ≤ 0°C の日数 / 解析対象期間の日数, R = 月平均最高気温 - 月平均最低気温

$WI_{SHRP}$  は, 解析対象地域の 11~3 月の冬の厳しさを -50 (最も厳しい) ~ 50 (穏やか) となるよう係数 a, b, c を決定する. それにより, 冬期気象条件の経年比較や地域間比較を容易にする. 青森県における過去 10 年間の 5 地点 (青森, 弘前, 八戸, むつ, 深浦) のアメダスデータをもとに, (1) 式の係数を算出すると a=-28.1, b=-13.7, c=-114.7 となった.

(2) 青森県の WI の地点, 経年変化: Fig.1 に青森県内 5 地点の WI の経年変化を示した. 太平洋側の八戸市の冬が比較的穏やかで, 内陸部の弘前市の冬が厳しい. また, 2005, 2012 年度の冬が厳しかったことが分かる.

(3) 除排雪コストと WI: WI は除排雪コストとの相関性が高いとされる (武市ら 1998). 青森県では 2012-2013 年の冬期, 記録的な豪雪となり, 青森市では 41 億円, 弘前市で 20 億円の除排雪費用を要した. 街の規模の違いがあるため単位除排雪延長あたりの除排雪コストとして WI との関係性を Fig.2 に示した.

豪雪地帯として知られる両市ともに, WI と除排雪コストの相関係数は 0.8 を超えてお

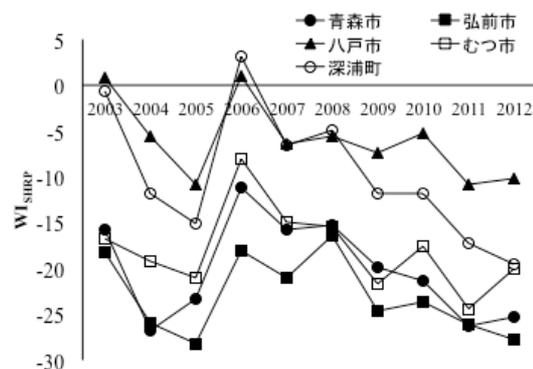


Fig.1 過去 10 年間の青森県内の WI

1. 弘前大学農学生命科学部, 2. 鳥取大学農学部, 3. 東京大学大学院農学生命科学研究科  
キーワード: リンゴ園, 道路除排雪, Winter Index(冬の厳しさ指数)

り、両者に高い関連性が確認された。また、弘前市における凍結抑制剤 (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) の単位距離あたりの散布量と WI の関係を Fig.3 に示した。相関が 0.72 と、同様に高い関係性が得られた。気温や降雪量などの気象データをもとに冬の厳しさを評価し、WI との関連性から除排雪コストや必要資材の分析を行うことが可能といえる。

一方で、これらの関連性は市街地の道路除排雪を基準としたものであり、農道への対策を検討するためには、農家など地域の協力体制を含めた検討が欠かせない。

### 3. 弘前市における農道除排雪対策

弘前市では 2011,12 年の豪雪を受け、2013 年度新たな雪対策総合プランを策定した。このプランでは、「克雪」「利雪」「親雪」という観点を基礎としており、農道の除雪対策を重要なテーマとして掲げている点が注目される。具体的には、「りんご樹雪害対策農道等除雪事業」により、農家が自ら行う除排雪作業やスノーモービルによる圧雪作業にも経費を補助している (弘前市 2013)。これは、前述のように、農道除排雪が進まず園地までたどり着けない状況から、樹上の雪下ろしや融雪作業が遅れ、雪害を助長した経緯にもとづいている。農道除排雪の問題は園地の雪害に高い関連性を有している一方、公的機関による除排雪作業だけでは追いつかないのが現実である。その中で、園地でのモニタリングをもとに WI を活用しコスト分析を行うことは、農道除排雪の計画策定において有効な手段といえる。

**4. 凍結抑制剤の影響：** Fig.4 は、2014 年 2 月に弘前市近郊の園地で計測した雪面からの雪の EC 分布である (2/5, 気温 -8℃, 積雪 75cm)。この園地は除雪の行われる農道沿いにある。道路側、中央、奥側の 3 箇所を採取し、融雪水の EC を計測した。結果、道路沿いの値がきわめて高かった。これはロータリー除雪により道路側に積上げられた雪に凍結抑制剤の成分が相当量含まれていることを示す。融雪時の希釈は考えられるが、園地への影響を検討するため、今後、土壌の EC と関連づけたモニタリングを行う必要がある。

**5. おわりに：** 除排雪コストや凍結促進剤の使用量が WI と高い相関を有していることを確認できた。

また、園地の雪害対策として農道除排雪の必要性を検証した。今後、凍結促進剤の園地土壌への影響など、りんご園地における雪害問題を多角的に検討する予定である。

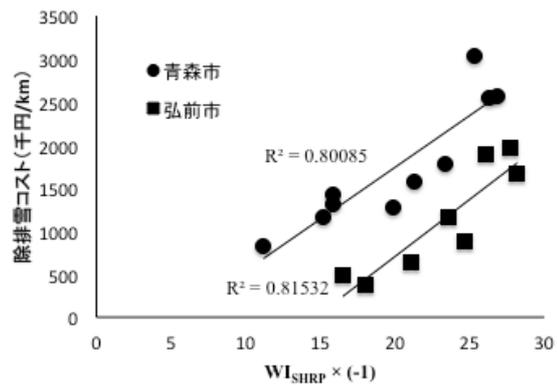


Fig.2 WI と除排雪コストの関連

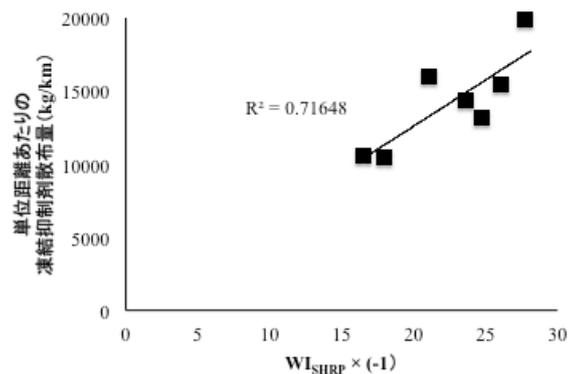


Fig.3 WI と凍結抑制剤散布量の関係

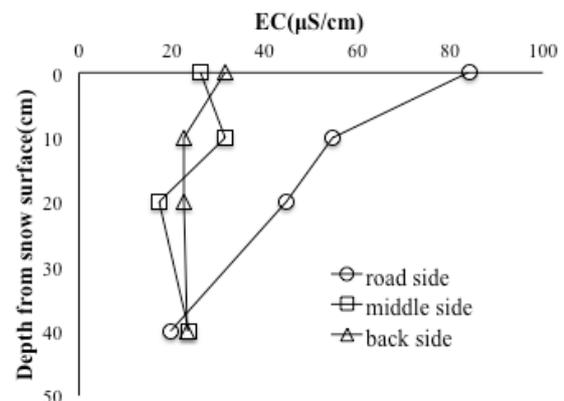


Fig.4 深さごとの農園内の積雪 EC

参考文献：緒方ほか(2013)：積雪寒冷地における低木街路樹の管理指標としての Winter Index の導入の検討，第 30 回日本道路学会論文集，1010，pp. 8-9. 武市ほか (1998)：Winter Index による道路雪氷管理の評価に関する検討，土木学会舗装工学論文集,3,23-30. S. Edward Boselly et al(1993)：Road Weather Information Systems Vol.1,SHRP-H-350, 90-130. 弘前市(2103)：平成 25 年度弘前市雪対策総合プラン(案)に則った主な取り組みについて (<http://www.city.hirosaki.aomori.jp/gaiyo/shicho/kaiken/h251220/shiryu3.pdf>). 青森県りんご協会(2013)：りんご界 10 代ニュー=529(<http://www.aapple.jp>) .