

## 冬道歩行の健康体力科学的研究

### A study on walking on sidewalks in winter from health and fitness perspective.

鏑野目純基, 石井元気, 吉田拓登, 侘美靖 (北海道文教大学大学院健康栄養科学研究科)  
須田力 (NPO 法人 雪氷ネットワーク)

Junki Yarinome, Genki Ishii, Takuto Yoshida, Yasushi Takumi, Tsutomu Suda

#### 1. はじめに

健康の保持増進には、通年の身体活動実施が不可欠であることが国際的にも認められている(身体活動のトロント憲章, 2010)<sup>1)</sup>。しかし冬道歩行には転倒の危険性が常に伴うことから、積雪寒冷地域住民にとって冬季の身体活動量確保は大きな課題である。鈴木(2014)は、札幌市の高齢者を対象とした調査で、積雪凍結路面が転倒への恐怖や外出機会の減少に関係していることを報告している<sup>2)</sup>。これまで、冬季路面条件の評価として、秋田谷と山田(1994)は、道路管理の面からみた目視による路面分類について報告している<sup>3)</sup>。この分類を参考にしつつ、健康体力科学的視点から歩行路面状況と歩行者の主観的な感覚との関係について検討する必要がある。我々は、積雪寒冷地に暮らす人々の日常的な生活条件において、冬道歩行における歩行パラメーターや主観的な感覚による路面評価について探索した。

#### 2. 方法

平成 28 年 2 月 12 日～3 月 7 日を冬道、同年 4 月 4 日～5 月 2 日を無雪での測定日とし、北海道恵庭市の北海道文教大学構内で測定実施した。調査対象者は同大学教員および学生 15 名とした。対象者のうち男性 5 名は異なる路面条件下における差異をみるため複数回の測定を行った。

表 1 調査対象者の身体的特性(平均値±標準偏差)

	性別	n数	年齢	身長	体重	着衣体重
冬道	男性	9	42.8±20.3	169.3±6.4	69.2±5.0	71.2±4.6
	女性	6	31.8±7.1	158.2±5.4	53.4±4.2	55.3±4.4
無雪	男性	9	42.8±20.3	169.3±6.4	69.0±5.4	70.2±5.5
	女性	6	31.8±7.1	158.2±5.4	53.9±4.9	54.9±4.9
	計	15	38.4±16.6	164.9±8.0	63.8±8.8	65.4±8.9

表 1 に調査対象者の身体特性を示す。服装は、対象者個々の日常に即した条件を重視するため通勤、通学時の服装とした。測定時の転倒の危険と安全

面の配慮のため調査対象者にヘルメットを着用させた。スリッパなどの不安がある場合には、申し出により装着式スパイクを貸与し測定を行った。測定項目は、(1)気温、(2)湿度、(3)路面分類<sup>4)</sup>、(4)路面の滑りやすさの測定、(5)歩行パラメーターとして歩数(歩/分)、ストライド(cm)、歩行速度(m/分) (スズケン社 Lifecorder®EX 使用)、(6)著者らが作成した冬道歩行難易度自覚スケール(図 1)とした。なお(4)滑りやすさの測定は、底面形状が縦 19 cm×横 12 cm、重量 2310 g のアルミ素材で進行方向先端が丸められた測定器を各路面上でフォースゲージ(アイコーエンジニアリング社製 RZ-50)を用いて計測し、この測定値から静止摩擦係数を算出し [測定値/(測定器重量×重力加速度)] 滑りやすさとした。歩行コースは大学周囲 1,700 m とし、歩行終了後、対象者に冬道歩行難易度自覚スケールを記入させた。圧雪路面、氷板路面、無雪路面 (以下、圧雪、氷板、無雪) における歩数(歩/分)、ストライド(cm)、歩行速度(m/分)および冬道歩行難易度自覚スケールの回答に差異があるかを検討した。統計解析は、歩数、ストライド、歩行速度

の路面間比較は、一元配置分散分析および対応のある t 検定を用いた。冬道歩行難易度自覚スケールの三路面間比較はクラスカル・ワーリス検定および多重比較検定 (Steel-Dwass 法) を用いた。有意水準を 5 %未満とした。本調査は、北海道文教大学倫理審査委員会の承認(承認番号 27011)を得て行われた。研究対象者には研究の目的と内容、協力中止の権利について文書と口頭で説明し、同意書を得て調査を開始した。

<p>「冬道歩行」難易度自覚スケール</p> <p>該当する番号に○印をつけてください。</p>			氏名 _____ [CODE] _____ <記入不要> 日時 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分 _____ 秒 _____ 状況等 _____		
I 全体として	歩きやすかったですか	1. 全く影響を受けなくて 自分のペースで歩ける 2. 少し気を使いながら 自分のペースで歩ける 3. だいぶ気を使いながら 自分のペースで歩ける 4. 無理をすればなんとか 歩ける 5. 歩けない	III 路面状況は		
		A 凸凹路面でしたか 1. (平坦で)まったく問題なく歩ける 2. 注意しながら歩ける程度 3. 少し苦勞しながら歩ける程度 4. 大変苦勞して歩ける程度 5. 歩けないほどひどい状態			
II 精神的に	A 集中力が必要でしたか	1. まったく必要なかった 2. ほとんど必要なかった 3. どちらともいえない 4. 少し必要だった 5. かなり必要だった		B 前後方向の傾斜・スリップがありましたか	1. まったくない 2. 注意しながら歩ける程度 3. 少し苦勞しながら歩ける程度 4. 大変苦勞して歩ける程度 5. 歩けないほどひどい状態
	B 危険予測が必要でしたか	1. まったく必要なかった 2. ほとんど必要なかった 3. どちらともいえない 4. 少し必要だった 5. かなり必要だった		C 左右方向の傾斜・スリップがありましたか	1. まったくない 2. 注意しながら歩ける程度 3. 少し苦勞しながら歩ける程度 4. 大変苦勞して歩ける程度 5. 歩けないほどひどい状態
	C 路面への目配りが必要でしたか	1. まったく必要なかった 2. ほとんど必要なかった 3. どちらともいえない 4. 少し必要だった 5. かなり必要だった		D 予期せぬ方向へのスリップはありましたか	1. まったくない 2. 注意しながら歩ける程度 3. 少し苦勞しながら歩ける程度 4. 大変苦勞して歩ける程度 5. 歩けないほどひどい状態
今日の路面状況に選択した靴は適切でしたか		はい ・ いいえ		E 足元の踏ん張りがありましたか	1. よく利いてまったく問題ない 2. 少し注意が必要な程度利いた 3. 少し苦勞しながら歩ける程度利いた 4. 大変苦勞して歩ける程度しか利かない 5. 歩けないほどひどい状態
【お気づきのことがあれば記入してください】			F 雪の深さの影響	1. まったく問題なく歩ける 2. 注意しながら歩ける程度 3. 少し苦勞しながら歩ける程度 4. 大変苦勞して歩ける程度 5. 歩けないほどひどい状態	

図 1 冬道歩行難易度自覚スケール

### 3. 結果

#### 3-1 路面の滑りやすさ

各路面の滑りやすさの平均値は圧雪 0.76, 氷板 0.67, 無雪 0.77 で氷板が最も滑りやすかった。今回の測定値にはばらつきが大きく、三路面間に有意差は認められなかった。

#### 3-2 歩行パラメーター (歩数, ストライド, 歩行速度)

圧雪, 氷板路面を歩行した者の歩数, ストライド, 歩行速度を, 自身の無雪歩行時と比較した結果を表 2 に示した。「歩数」は, 無雪歩行時に対して圧雪歩行時はわずかに減少したが有意差は認められなかった。

表 2 歩数, ストライド, 歩行速度の比較(平均値±標準偏差)

	圧雪 (n=8)	無雪 (n=8)	圧雪vs無雪	氷板 (n=7)	無雪 (n=7)	氷板vs無雪
歩数 (歩/分)	121.5±8.0	124.8±4.6	n.s.	123.7±8.1	122.2±3.3	n.s.
ストライド (cm)	72.8±7.2	74.8±10.2	n.s.	72.8±5.8	77.9±6.8	p<0.01
歩行速度 (m/分)	88.5±11.1	93.3±13.2	p=0.071	89.9±7.5	95.2±9.0	p=0.057

また氷板歩行時は無雪歩行時とほとんど変化がなかった。「ストライド」は, 無雪歩行時に対して圧雪歩行時に平均 2.0 cm 減少したが有意な差ではなかつた。

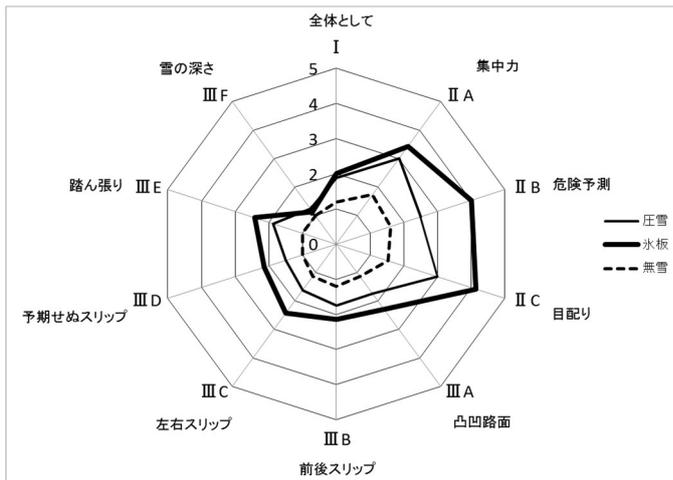


図2 圧雪、氷板、無雪における回答の比較

った。一方、氷板歩行時は無雪歩行時より平均 5.1 cm の有意( $p < 0.01$ )な減少が認められた。「歩行速度」は、無雪歩行時に比べ圧雪歩行時は平均 4.8 m/分遅くなったが有意ではなかった( $p = 0.071$ )。氷板歩行時は無雪歩行時より平均 5.3 m/分の速度低下がみられたが有意ではなかった( $p = 0.057$ )。

### 3-3 冬道歩行難易度自覚スケール

図2に圧雪、氷板、無雪歩行時それぞれの難易度自覚スケール回答平均値を示した。いずれの項目でも無雪歩行時の平均値が最も低く、次いで圧雪、氷板の順で高くなった。

表3 各質問項目における路面間の多重比較検定の結果

	三路面	圧雪vs無雪	氷板vs無雪	圧雪vs氷板
I 全体として歩きやすさ	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	n.s.
II A 集中力の必要性	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.05$	n.s.
II B 危険予測の必要性	$p < 0.01$	n.s.	$p < 0.01$	$p < 0.05$
II C 目配りの必要性	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	n.s.
III A 凸凹路面	$p < 0.01$	n.s.	$p < 0.01$	n.s.
III B 前後スリップ	$p < 0.01$	n.s.	$p < 0.01$	n.s.
III C 左右スリップ	$p < 0.01$	n.s.	$p < 0.01$	n.s.
III D 予期せぬスリップ	$p < 0.01$	n.s.	$p < 0.01$	n.s.
III E 足元の踏ん張り	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	n.s.
III F 雪の深さの影響	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

表3に、圧雪、氷板、無雪の三路面間の多重比較検定の結果を示した。上位検定である三路面全体の比較では、III F(雪の深さの影響)を除くすべての項目で有意な差( $p < 0.01$ )が認められた。下位検定の二路面間比較

較では、圧雪 vs 無雪において I, II A, II C, III E で有意に異なっていた。氷板 vs 無雪では III F 以外のすべての項目で有意に異なっていた。圧雪 vs 氷板では II B のみが有意に異なっていた( $p < 0.05$ )。

## 4. 考察

### 4-1 路面の滑りやすさ

大川戸ら(2014)<sup>9)</sup>による実験的に造成された路面における滑りやすさは、圧雪 0.73, 氷板 0.39, 無雪 0.79 であった。本調査の結果では、圧雪と無雪で近似していたが、氷板では高い値となった。自然状態の歩行路面では、路面の凹凸や陥入抵抗などの影響があったと推測され、今回はこれら条件を十分加味できていなかったと考えられる。

### 4-2 歩行パラメーター (歩数, ストライド, 歩行速度)

今回、無雪歩行時に比べ氷板歩行時のストライドでは有意な短縮が認められたが、歩行速度は圧雪歩行および氷板歩行のいずれも有意ではないものの減速の傾向が見られた。大川戸ら<sup>9)</sup>は、実験的に造成した条件では圧雪と無雪では平均歩行速度に大きな変化はないが、氷板は圧雪や無雪に比べ 20~30 %低下すると報告している。本研究結果は、圧雪 vs 無雪の歩行速度については大川戸らの報告と一致していた。しかし、氷板 vs 無雪では減速の傾向はあったが統計的有意ではなかった( $p = 0.057$ )。今後のデータ蓄積により造成した条件ではない自然環境での氷板および無雪における歩行速度の関係がより明確になると推測される。

本研究では、可能な限り対象者の日常の状態を重視するよう心がけ、特別な冬靴やストック

等は使用せず対象者自身の履き慣れた靴で測定した。この条件での結果を上述したが、詳細に測定状況を確認したところ、他の研究対象者と状況の異なる2例が確認できた。1例目は冬道(圧雪歩行)ではハイカットのブーツ、無雪歩行時に踵高5cmの靴を履いていたため、無雪時に比べ圧雪歩行時のストライドが伸長し歩行速度が早かった。2例目は現役のアイスホッケー選手であったため氷板での歩行速度が無雪時より早かった例であった。この2名を除いて改めて解析すると、無雪に対し圧雪、氷板それぞれの歩数差は-3.9歩(n.s.), +0.5歩(n.s.), またストライドは-3.9cm( $p < 0.01$ ), -5.8cm( $p < 0.01$ ), さらに歩行速度は-7.8m/分( $p < 0.05$ ), -6.9m/分( $p < 0.05$ )となった。測定結果に対象者が選択した靴などの影響が出ることは予想されるが、これは個々人の日常生活重視を建前とする本研究の限界でもある。今後はさらに幅広い年齢層を対象にデータ収集を行い、履物の種類と特性を加味した検討を進めることが課題の1つと考えられる。

#### 4-3 冬道歩行難易度自覚スケール

冬道歩行難易度自覚スケールによる三路面の比較結果から、歩行難易度の自覚には差があり、図2のレーダーチャートのパターンからも明らかなように、歩行者は氷板、圧雪、無雪の順で高い難易度を感じていた。二路面間の比較から、無雪に比べ圧雪歩行では特に「集中力」(IIA)と「路面への目配り」(IIC)が必要で、さらに「足元の踏ん張り」(IIIE)への注意が必要だと分かった。一方、氷板は難易度自覚スケールの「III F 雪の深さの影響」以外の全項目で無雪より難易度が高く感じられており、圧雪歩行より不安を強く感じる場面が多いことが確かめられた。圧雪歩行と比較して氷板歩行時に「危険予測」(IIB)の必要性を強く感じていた。これらの結果から、冬道の路面状況を主観的に評価することの可能性が確かめられた。個人のバランス能力など身体能力との関係についても今後検討が必要である。

#### 5. まとめ

自然な状態での圧雪、氷板、無雪それぞれの歩道路面における滑りやすさに有意差が認められず路面の凹凸や陥入抵抗の影響が考えられた。スポーツ活動などの生活歴や日常的に履く靴などによる個人差はあるが、無雪に比べ氷板や圧雪の歩行では毎分歩数に差はないが、ストライド短縮、歩行速度減少の傾向が見られた。冬道歩行難易度自覚スケールにより歩行者の主観的情報を得ることで、歩行者の視点にたった路面評価ができる可能性が示唆された。また安心して意欲的に冬道を歩行するためには、滑りやすい路面への対応能力を高めるための筋力や敏捷性などの身体機能の向上などとともに、集中力、目配り、予測能力などの重要性が示唆された。

#### 【参考・引用文献】

1. 井上茂ほか, 2011: 身体活動のトロント憲章日本語版: 世界規模での行動の呼びかけ. 運動疫学研究, **13(1)**, 12-29.
2. 鈴木英樹, 2014: 札幌市における積雪凍結路面での転倒に伴う救急搬送の現状と高齢者の意識について 坂倉恵美子編著, 積雪寒冷地における高齢者の居場所づくり. 株式会社ワールドプランニング, 162-172.
3. 秋田谷英次, 山田知充, 1994: 目視による道路雪氷の分類. 北海道の雪氷, **13**, 18-21.
4. 防災雪氷研究室, 1996: 新路面分類について. 開発土木研究所月報, **No. 517**, 34-43.
5. 大川戸貴浩, 須田力, 野田竜也, 森井隆, 石本敬志, 2014: 高齢者の転倒不安軽減に向けた冬期路面での歩行基礎実験. 第30回寒地技術シンポジウム, 452-454.