

冬期歩行空間のモビリティに関する研究

(独) 土木研究所・寒地土木研究所
 同
 同
 同

徳永 ロベルト
 舟橋 誠
 高橋 尚人
 浅野 基樹

1. はじめに

北海道のような積雪寒冷地では、冬期歩行空間のモビリティ（移動しやすさ）確保のため、様々な対策が施されているが、昨今の厳しい財政事情下においても継続的に実施可能な冬期道路管理手法が求められている。本研究では、平成13年度より冬期歩行空間のモビリティを歩行者のニーズ、歩行挙動、すべり摩擦係数等から把握し、これらの結果に基づいた安全・快適な冬期歩行空間のあり方について探ることを目的とし、一連の調査研究を行ってきた。本文では、その概要と主な成果について報告する。

2. 主観的評価による冬期モビリティ

著者らは、冬期歩行空間のモビリティを効果的・効率的に向上させるには、歩行者のニーズも考慮することが重要であると考え、コンジョイント分析法¹⁾を用いた主観的モビリティの指標化を試みた。コンジョイント分析法とは、多属性選考を評価する手法で、評価対象の価値を属性単位で評価可能とする特徴を有し、近年では市場調査に限らず、教育・医療・福祉分野でのニーズ調査にも適用が進んでいる。本研究では、歩行場所（歩道部・横断歩道部等）、雪氷路面の種類（凍結・圧雪等）、路面の平坦性、すべり止め材の有無、歩行可能幅員等の組み合わせが歩行者の主観的モビリティに及ぼす影響について調べるため、コンジョイント分析法を用いたアンケート調査を現地（鉄道駅周辺）及び模擬歩道において調査^{2,3,4)}した。

現地調査は、歩道等のサービスレベルや気象条件が異なる札幌駅、新札幌駅、琴似駅及び旭川駅周辺において実施した（平成14・15年度）。図-1は、平成14年度にコンジョイント分析法に基づいて設計したアンケート調査票のサンプルを示す。

札幌駅・新札幌駅周辺での調査・分析の結果は、特定の場所に関係なく、凍結や圧雪といった路面状態が歩行者の主観的モビリティを最も左右させる重要な要因であることを示した。また、気象条件等の地域特性が異なる旭川駅周辺においても、歩行者が主観的モビリティを判断する際に、路面状態を最も重要視する要因であることが分かった（図-2参照）。



図-1 アンケート調査票のサンプル

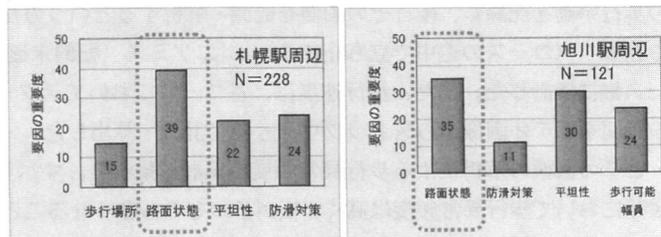


図-2 主観的モビリティに関わる各種要因の重要度

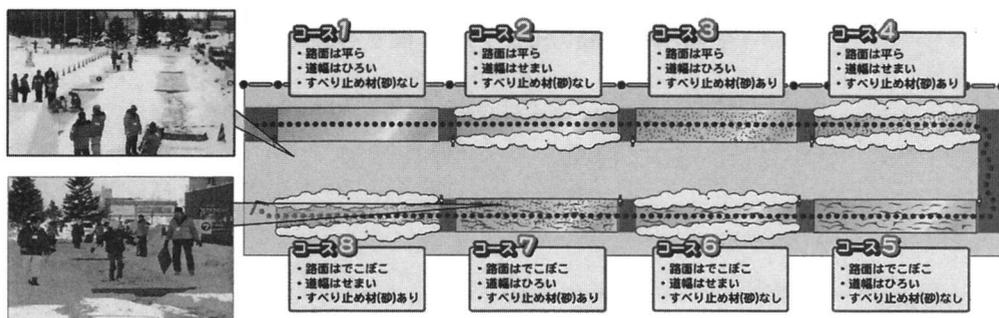


図-3 「2005 ふゆトピア・フェア in 旭川」において作成したつるつる路面の歩行体験コース(模擬歩道)

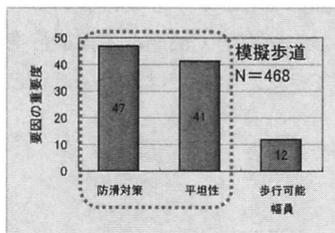


図-4 主観的モビリティに関する各種要因の重要度(つるつる路面の場合)

模擬歩道における調査は、「2005 ふゆトピア・フェア in 旭川 (平成 17 年 2 月)」の会場にて実施した (図-3 参照)。ここでは、つるつる路面における凹凸の有無、歩行可能幅員及びすべり止め材の有無の組合せから 8 つのコースを設け、各コースにおける主観的モビリティについて調べた。調査の結果は、つるつる路面が発生した場合、歩行者にとってはすべり止め材散布と凹凸解消の優先度は高く、これらが歩行者の主観的モビリティの判断に大きく影響していることを確認することができた (図-4 参照)。

以上の調査結果から、コンジョイント分析法を用いることにより、冬期歩行空間を構成する様々な要因・水準の組合せからどの要因が歩行者の主観的モビリティに影響を及ぼしているかについて定量的に把握することができた。具体的には、路面整正及びすべり止め材の散布が道路管理者の実施するつるつる路面対策として歩行者の主観的モビリティの向上に最も効果的であることを明らかにした。

3. 客観的評価による冬期モビリティ

本研究では、前述の主観的モビリティに加え、冬期歩行空間確保対策による客観的モビリティを示す指標として、歩行者挙動 (歩行異常頻度・歩行速度) 及びすべり摩擦係数が適用可能であるかどうかについて調べるため、模擬歩道 (2005 ふゆトピア・フェア in 旭川の会場) 及び現道 (札幌市内) において調査を行った。

歩行者挙動 (歩行異常頻度・歩行速度) の調査は、2005 ふゆトピア・フェア in 旭川の会場に設置したつるつる路面歩行体験コースで行った。調査は、ビデオカメラによって来場者 (被験者) の歩行挙動を記録し、後日その画像を観測・解析するという方法で行った。歩行異常頻度は、「立ち止まり (コースの途中で立ち止まる)」、「ニアミス (転倒未遂)」、「転倒」の 3 つに分類し、コース毎に集計した。また、歩行速度は、各コースにおいてスタート地点からゴール地点通過までの時間をビデオ画像からストップウォッチで計測・算出した。

ビデオ画像の解析による歩行異常頻度の集計結果から、すべり止め材が無散布かつ凹凸のある区間において歩行異常頻度は高く、転倒そのものも多くなることが分かった (図-5 参照)。これらの結果から、歩行条件別による歩行異常頻度の低減率を算出した。図-6 は、比較する歩行条件だけが異なるコース毎に被験者の歩行異常頻度の低減率を算出し、その平均をとった図である。こ

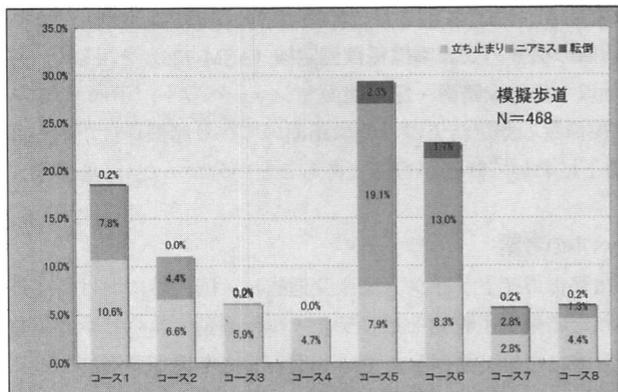


図-5 コース別(条件別)歩行異常頻度

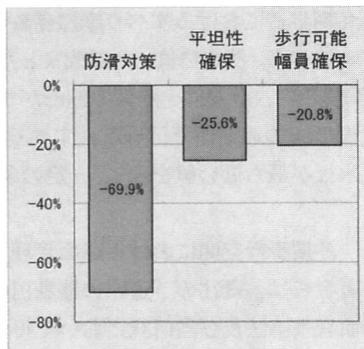


図-6 対策別歩行異常頻度の低減率

表-1 コース別(条件別)歩行速度

コース番号	歩行条件			歩行速度(m/s)
	防滑対策 ※1	平坦性 ※2	歩行可能幅員 ※3	
コース1	なし	平ら	ひろい	0.77
コース2	なし	平ら	せまい	0.74
コース3	あり	平ら	ひろい	0.90
コース4	あり	平ら	せまい	0.90
コース5	なし	でこぼこ	ひろい	0.57
コース6	なし	でこぼこ	せまい	0.53
コース7	あり	でこぼこ	ひろい	0.61
コース8	あり	でこぼこ	せまい	0.68

※1 防滑対策:7号砕石の散布

※2 平坦性: でこぼこ=不陸が5~10cm 平ら=不陸が2cm以下

※3 歩行可能幅員: ひろい=約2m せまい=40~75cm

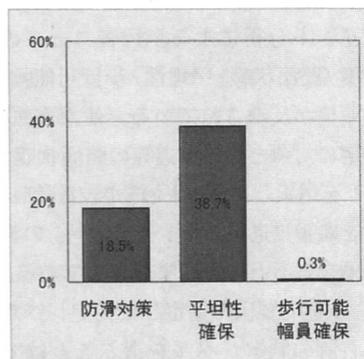


図-7 対策別歩行速度の増加率



写真-1 現道におけるすべり摩擦係数の測定(札幌市内)

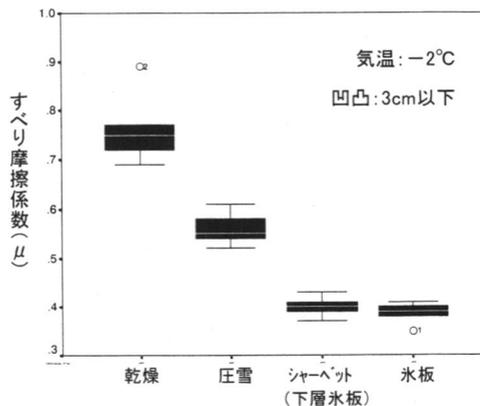


図-8 路面状態別すべり摩擦係数(札幌市内)

この図より、歩行異常頻度の低減からは、すべり止め材の散布が最も効果的な対策であると言えた。

歩行速度については、路面が平らですべり止め材が散布されている区間での歩行速度が高くなる傾向が認められた(表-1 参照)。また、歩行異常頻度と同様に、対策別での歩行速度の増加割合を算出した(図-7 参照)。この図から、歩行速度が最も増加したのは平坦性の確保であった。

以上の結果から、客観的モビリティを表す指標である歩行異常頻度と歩行速度の間に各種対策による効果の違いは見受けられたものの、これらの指標が冬期歩行空間を評価する一つの手段として適用可能であることが分かった。

冬期歩道におけるすべり摩擦係数の調査は、平成 18 年 2 月に札幌市内の現道（歩道部）において実施した。測定には、一部改良した市販の引張方式静摩擦係数測定機（ASM-725）を用いた（写真-1 参照）。計測は、路面の凹凸が 3 cm 以下の乾燥路面・圧雪路面・シャーベット（下層氷板）・氷板の 4 つの路面で行った。すべり摩擦係数の測定結果は、乾燥路面のすべり摩擦係数が最も高く氷板が最も低い値を示し、一定の条件下において評価が可能であることが分かった（図-8 参照）。

4. 冬期歩行空間における路面管理レベルの考案

著者らは、既往の「道路の移動円滑化整備ガイドライン（国土交通省）」、国内外における冬期路面管理手法及び当研究において得られた結果（主観的モビリティ・歩行挙動・すべり摩擦係数等）を基に、適切な冬期歩行空間のあり方について検討し、その一環として冬期歩道等における路面管理レベル（案）を考案した（図-9 参照）。この路面管理レベル（案）は、先に述べたコンジョイント分析による歩行者ニーズの重要度（路面状態・平坦性・歩行可能幅員）の順位が反映されている。使用方法は、判定の対象となる歩道等の路面状態（上段）を選択した後、下層要因の評価レベルを順番に選択し、レベル 1～5 の判定結果を得るという簡単な方法である。但し、上位の要因で選定した判定レベルより右側の判定レベルを選ぶことはできない仕組みとしている。

路面状態	氷積・氷膜 <small>（凍り・氷の膜）</small>	圧雪	シャーベット	湿潤	乾燥
静摩擦係数 <small>（ASM-725）</small>	～ 0.40	0.35 ～ 0.55	0.40 ～ 0.80	0.50 ～ 0.80	0.75 ～
動摩擦係数 <small>（PST）</small>	～ 0.25	0.20 ～ 0.35	0.30 ～ 0.45	0.35 ～ 0.65	0.50 ～
凸凹（平坦性）	30 mm 以上	30 mm 以下	20 mm 以下	10 mm 以下	
歩行可能幅員	2.0 (1.5) m 以下	2.0 (1.5) m 以上			
判定レベル	1 (不可)	2 (可)	3 (良)	4 (優)	5 (秀)

図-9 冬期歩行空間における路面管理レベル(案)

5. まとめと今後の課題

本研究の結果から、積雪寒冷地における冬期歩行空間のモビリティ向上の一環として、冬期歩行空間における諸問題とその対策による効果を歩行者の主観的モビリティ、歩行挙動、すべり摩擦係数等から定量的に表現することが可能であることを示した。具体的には、主観的・客観的モビリティは路面状態の違いによって大きな影響を受けること、また、凍結による非常にすべり易い路面が発生した場合は防滑対策と路面の平坦性の確保に対する優先度が高いことを明らかにすることができた。更に、当研究において定量化した歩行者ニーズ、歩行挙動、すべり摩擦係数及び既存のガイドライン等を踏まえた冬期歩行空間の路面管理レベルについて提案した。

今後は、道路管理者の意見を伺いながら本研究において得た成果の内容充実を図るとともに、積雪寒冷地における効果的・効率的な冬期歩行空間確保対策に資する検討及び提案を更に進める予定である。

参考文献

- 1) 真城知己：SPSS によるコンジョイント分析（教育・心理・福祉分野での活用法、東京図書、2001 年 9 月
- 2) 徳永ロベルト、高橋尚人、浅野基樹：コンジョイント分析法を用いた冬期歩行空間のモビリティ評価について、第 47 回（平成 15 年度）北海道開発局技術研究発表会発表論文集、CD-ROM 版、2004 年 2 月
- 3) 徳永ロベルト、浅野基樹、萩原亨：主観的モビリティ評価による冬期歩行者空間確保対策の効果に関する研究、第 48 回（平成 16 年度）北海道開発局技術研究発表会発表論文集、CD-ROM 版、2005 年 2 月
- 4) 徳永ロベルト、浅野基樹、鹿内俊文：冬期凍結歩道等における歩行者のモビリティに関する研究、第 49 回（平成 17 年度）北海道開発局技術研究発表会発表論文集、CD-ROM 版、2006 年 2 月