

雪寒地域における冬季歩行環境の定量的評価

Evaluation of Environment in Winter for the Snowy Region

宮腰和弘**・小林健一***・松本昌二****

By Kazuhiro Miyakoshi, Kenichi Kobayashi and Shoji Matsumoto

1. 研究の背景と目的

近年、積雪地域に対する道路交通の除排雪環境は、機械除雪、消雪パイプ、流雪溝等の除排雪技術の発展、及び各設備の普及によって大きく改善されてきた¹⁾。それに伴って住民の交通も、他の地域への移動や道路走行状態において、以前とは比較できない利便性・快適性・安全性が得られたと推察される。

しかし、冬季の自動車交通の除排雪レベルが年ごとに向上するのに対して、冬季の歩行環境は、ほとんど改善されていないと考えられる。

この原因は、現在でも歩行者の要求するサービス水準や歩行意識に対する定量化が、考えられていないからであり、除排雪に対してどのレベルまで向上すれば、歩行者の何割が満足し、どの程度評価が向上するのか、降積雪の変化による様々な状況の変化によって、どの程度評価が変化するのかについて数量的にとらえられていないからである。

そこで本研究では、歩行環境の視点から冬季の道路環境に対する地域住民の意識構造をアンケート調査によって把握する。これによって意識面からみた歩行環境の評価を行い、実際の歩行経路の選択行動を分析し、降積雪などの気象状況の変化、道路の除排雪レベルの変化に対応した地域住民の冬季歩行環境を定量的に総合評価する。

2. 評価方法とデータ

歩行者の冬季における経路の選択要因としての意識構造は複雑で、その基準は多岐にわたると考えられる。また、歩行者の行う評価や判断は、これまで定性的なものも含め共通の尺度がない。

そのため評価手法としては、複雑で多様な意識、主観的な判断を定量化するため有効とされる、階層構造分析法 (Analytic Hierarchy Process = AHP 手法) を適用し²⁾、以下の手順で検討する。

①対象となる問題 (本研究では冬季における歩行環境) を「利便性」「安全性」「快適性」の3評価要素を軸に階層構造として分解する (図-1参照)。この3評価要素の設定理由は、歩行者の欲求をどの程度充足させているのかを評価するための定性的な尺度として、最初に考えられる要素だからである。

②冬季歩行環境の階層構造に対して、AHP手法を適用して各階層の要素間の重みづけを行う。重みづけは、一対比較法による対象者へのアンケート調査から求める。ただし、一対比較において首尾一貫した答を期待することは不可能である。そこで答の整合性をコンシステンシー指数C.I.で評価し、この値が0.1以下 (場合によっては0.15以下) なら有効とする。

③次に、最下層の各評価要素に対して冬季に考えられる様々な状態を段階ごとに数項目づつ設定し、それぞれに「評価値」を求める。

この「評価値」の求め方は、「これ以上悪い状態だと歩行に不満」と考えられる状態をアンケート調査より選択してもらい、その頻度の割合を各状態についてとり、これを一番悪い状態から累積することにより (累積百分率)、各状態において少なくとも全体の何%の人が「この程度の状態なら我慢して歩行できる」と判断しているのかを算出する。つまりこの値は、ある意味では臨界点としての満足度とも考えられる。そしてこの値を各評価要素に対する各状態の「評価値」と設定している。

④冬季において考えられる様々な歩行状態を除排雪設備を基本として、各道路ケースごとに設定する (図-2参照)。

***フーズ 環境計画

**正会員 長岡工業高等専門学校

(〒940 長岡市西片貝町888)

***正会員 工修 福井県

****正会員 工博 長岡技術科学大学建設系

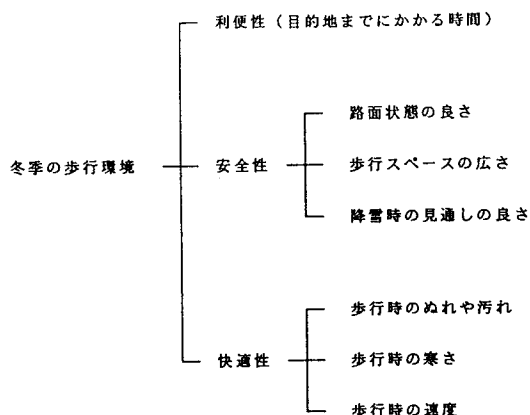


図-1 各評価要素における冬季歩行環境の階層構造図

この設定に伴う各評価要素の重みと評価値を掛け合わせることで、各評価要素の得点を求める。次に各評価要素の得点を合計することにより、各道路リンクの歩行状態についての総合評価「リンク得点」を算出する（式(1)参照）。

$$U = \sum (W_i \times P_i) \quad (1)$$

ただし、U：リンク得点

W_i：各評価要素の重み

P_i：各評価要素の評価値

⑤得られたリンク得点を実際に個人の地区内における冬季歩行経路に当てはめることにより、個人の冬季歩行環境を定量的に示す「ルート得点」（式(2)参照）を算出し、次いで実際にルート得点が個人の冬季歩行環境を定量的に示しているかを検証する。

$$V_m = \frac{r^*1 \times U^*1 + r^*2 \times U^*2 + \dots}{\sum r^*i} + W_c \times P_c \quad (2)$$

ただし、V_m：各個人のルート得点

U^{*}i：各道路のリンク得点（利便性を除く）

r^{*}i：個人の各道路ケースごとの歩行距離

W_c：ルートの利便性の重み

P_c：ルートの利便性の評価値

以上の番号に沿って各解析を行った。ただし、デ

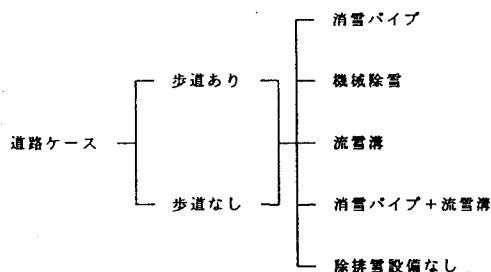


図-2 各道路ケースの設定構造図

ータ収集は長岡市内16町丁目の住民、市役所通勤者を対象として冬季歩行環境のアンケート調査を行った。

その結果、地域住民に対するアンケートは配布数2869部において回収数は2064部の71%になった。しかし、一対比較によるAHP手法の回答が矛盾しているものや、無記入のものを省いた結果、有効回収数は1203部の41.9%になった。

3. リンク・ルート得点の定量化

(1) 重み、評価値の算出

アンケート調査の結果から得られたAHP手法による長岡市の地域住民に対する各評価要素の夏冬における相対的重みを図-3に示す（ただし、（）内は夏季の重み）。今回の解析では、重みを各対象ごとに幾何平均を用いて算出した。また、図-3では各階層の上から重みを順に要素間の重みに従って分配することにより、各最終的な評価要素の重みを求めた。

ただし、整合度C.I.は、いずれもC.I.<0.1であ

利便性	（目的地までにかかる時間）	0.183（0.239）
安全性	路面状態の良さ	0.310（0.188）
	歩行スペースの広さ	0.154（0.182）
	降雪（靄方）時の見通し	0.141（0.176）
快適性	歩行時のぬれや汚れ	0.137（0.118）
	歩行時の寒さ（気温）	0.034（0.048）
	歩行時の速度	0.041（0.049）

図-3 各評価要素の夏冬における相対的重み

り、データの有効性が確認された。

図-3から、夏冬の両方において「安全性」の重みが最も大きいことが判明した。また、最下層の評価要素でみると安全性の「路面状態の良さ」が最も値が大きく、快適性の中では「歩行時のぬれや汚れ」の重みが大きいことがわかった。次いで夏と冬を比較した結果、夏に比べて冬は各評価要素ごとの重みの差が激しく、逆に夏になると全体の重みが均一傾向になることがわかった。

以上から、異なる歩行属性であっても冬季では重要視する要素が同一の方向性を示すことがわかった。

次に評価値の一例として安全性の下位の評価要素「路面状態の良さ」を示す（図-4参照）。図-4にお

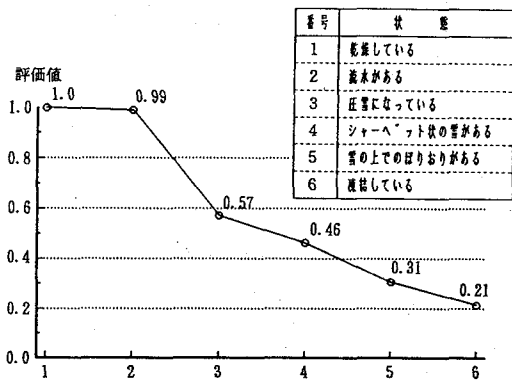


図-4 路面状態の評価値

いて横軸が冬季の路面において考えられる状態を段階ごとに設定したものである。また、縦軸の数値が各状態の評価値である。図-4の結果から「流水がある」状態では「乾燥している」状態とほとんど変わらない評価値だが、「圧雪になっている」状態になると大きく評価値が減少する。また「シャーベットの雪がある」状態になると0.5以下の評価値となってしまう、大半の人がシャーベットの路面になると歩行に不満を感じる事が判明した。

(2) リンク得点の算出結果

長岡市の地域住民を対象として、各道路リンクの歩行状態についての総合評価「リンク得点」を除排雪設備ごとに定量化した（図-5参照）。

リンク得点は最高値を100点、最低値を0点としている。設定した各道路ケースには、それぞれ最も良い道路状態を示した「最高得点」と最も悪い道路状態を示した「最低得点」の2種類ずつある。

リンク得点の結果として、歩道があり消雪パイプが設置されている道路ケースは、モデルケースの中で最も得点が高く、最高得点では夏季の道路状態でのリンク得点とほとんど変わらない値を示している。

全ての対象に対してリンク得点幅の違いをみると、歩行者道路が設置されている場合は、消雪パイプが約50点～100点前後、機械除雪が約30～70点前後、流雪溝が約50～95点前後、消雪パイプ+流雪溝が約

- : 最高得点
- : 最低得点

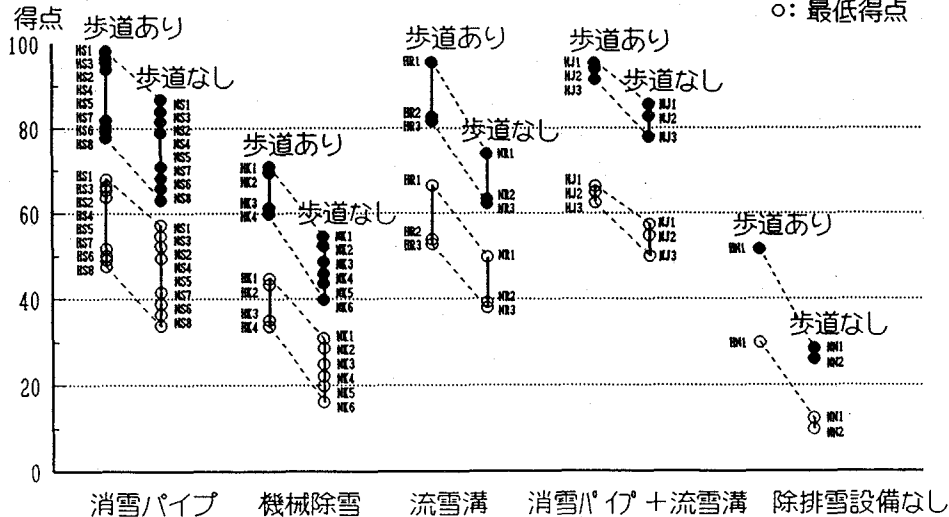


図-5 リンク得点

60点～95点前後、除排雪設備が無い状態だと約30～50点前後となった。次いで、歩行者道路が設置されていない場合は、消雪パイプが約30点～85点前後、機械除雪が約15～55点前後、流雪溝が約40～75点前後、消雪パイプ+流雪溝が約50～85点前後、除排雪設備が無い場合だと約10～25点前後であった。

各道路ケースにおいて同一の除排雪設備の中で最もリンク得点の差が大きいのは消雪パイプの場合であり、各道路ケースの得点差に約70点の開きがある。これにより同じ除排雪設備であっても道路状態の変化が激しいことがわかった。また、逆に除排雪設備が消雪パイプ+流雪溝の場合、各道路ケースでもリンク得点の差が少なく、同じ除排雪設備であっても道路状態の変化が少ない、つまり除排雪効果が安定していることがわかった。

また、歩道の存在の有無からみると、各道路ケースとも約15～25点のリンク得点差があり、歩道がない場合については各道路ケースのリンク得点が分散されやすく、得点差が大きくなる傾向がみられた。

(3) ルート得点の算出と検証

(2) で得られた各道路ケースのリンク得点を個人の実際の歩行経路に当てはめることにより、式-2から個人ごとの冬季歩行環境の総合評価「ルート得点」を算出する。

なお、リンク得点は、各道路ケースの総合評価のため、利便性の評価値である夏冬の歩行時間差は、最良の状態と最悪の状態での評価しか示せなかった。しかし、ルート得点では個人ごとに歩行距離が異なるため、個人ごとに夏冬の歩行時間差を設定した。

以上の設定に基づいて、目的地のバス停までの歩行経路が夏冬で異なる対象者について、夏冬2ルートの冬季におけるルート得点を地区別に示す(図-6参照)。

その結果、最高得点だと46人中全員が、冬の歩行経路の方が夏の歩行経路よりルート得点が高く、最低得点だと46人中42人の91%が、冬季における冬の歩行経路の方が夏の歩行経路よりルート得点が高くなった。すなわち冬季での地区内交通の場合、対象者は環境のより良い歩行経路に変更することが実証された。

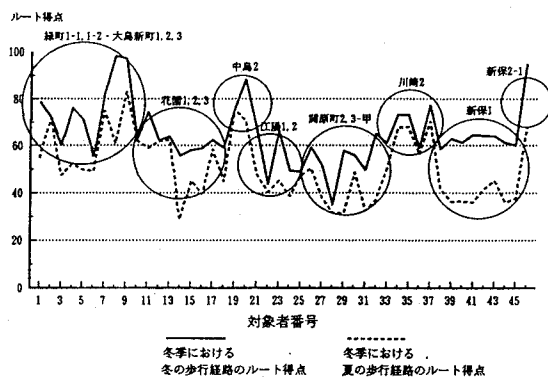


図-6 冬季歩行環境における夏冬経路のルート得点比較図

以上から、ほとんどの対象者において、冬季では歩行環境のより良い経路を選択して通行していることが証明された。

4. 結論

以上から本研究では、以下のことが判明した。

- ①地区内交通の場合、歩行者は冬季の歩行環境、特に安全性を重要視して通行していることがわかった。
- ②冬季の各道路リンクの歩行状態についての総合評価「リンク得点」によって各設備の除排雪効果が定量化された。
- ③冬季の降雪時における道路の歩行環境の評価は、ルート得点によって定量的に表示できることが検証された。

【謝辞】

冬季歩行環境のアンケート調査にご協力をいただいた町内会長及び長岡市役所の歩行通勤者の皆様に、この場を借りて深くお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 雪害 ●都市と地域の雪対策 沼野夏生：森北出版株式会社 1987
- 2) 市街地除排雪に対する住民の意識構造とその定量化
宮腰和弘、松本昌二：第27回都市計画論文集 1992
- 3) ゲーム感覚意志決定法 -AHP入門- 刀根薫：日科技連 1986
- 4) 地区交通計画 土木学会編：国民科学社 1992