

積雪期の救助活動における人力搬送方法と作業強度

上西良樹（北海道大学大学院教育学院），須田力（北方圏体育・スポーツ研究会），
 中村佳子（NPO 法人公園ネットワーク），愛甲哲也（北海道大学農学研究科），
 水野眞佐夫（北海道大学大学院教育学研究院），中住斉（札幌市危機管理対策室）

1. はじめに

阪神・淡路大震災では，瓦礫の中からの救出や安全な場所への搬送などの活動では自助・共助の割合が 97.4% で公助が 1.7% であり¹⁾，自力で移動できない他者を搬送したのは，大部分が家族や地域住民であった．今回の東日本大震災でも同様であったと思われる．すなわち，災害時は住民の自助・共助で発揮される生存・保護を目的とした体力が厳しく問われる場面である．

豪雪地域において，積雪期に災害が起こった場合，無雪期よりもはるかに悪条件の中，自力で移動できない人を搬送しなければならないと想定される．

積雪環境下の防災に関する研究²⁾ ³⁾ は報告されているが，積雪条件を想定した救助活動をした人力搬送の際，どのような搬送方法があり，どのような体力がどのくらい要求されるかなどの研究は皆無に等しい．

本実験では，自力で移動できない人を人力で搬送する際の搬送方法の作業強度の探索を目的とし，一連の実験を行った．

2. 方法

健康な成人男性 11 名（23 歳～73 歳，平均 44.6 歳）を対象とし，以下の条件における身体活動の定常状態の運動強度を，① 酸素摂取量，② 心拍数，③ 血中乳酸濃度，④ 主観的運動強度，⑤ 血圧により測定した．

作業は，（想定上）自力で移動できない 64 kg の男性を，平坦な圧雪路面を車椅子に座らせた状態での搬送（図-1），二人による担架搬送，背負い搬送，ビニールシートによる仰臥位搬送（図-2）を実施した．被験者には，あらかじめ実験の目的，方法，予想される危険性について説明し，文書による同意を得た．実験時の環境条件を表 1 に示す．

作業時間は，各運動 5 分間とし，被験者の負担が過重と判断された場合は，その時点で搬送を中止した．

表-1 実験時の環境条件

1月22日	土	晴れ	0~-2℃	圧雪
2月13日	日	曇り時々晴	-1~-3℃	新雪+しまり雪
3月3日	木	曇り後雪	-2~-5℃	圧雪+新雪



図-1 車椅子搬送



図-2 ビニールシート搬送

3. 結果

血圧は、拡張期、収縮期共に安静時と比べ車椅子搬送、担架搬送、背負い搬送で有意に高い値を示した。酸素摂取量、メッツ（安静時の酸素摂取量を体重 1 kg 当たり毎分 3.5ml として、その何倍かで運動強度を評価する指標）は、それぞれの作業間において有意な差は見られなかった(図-3)。心拍数は、背負い搬送が他の搬送方法と比べて有意に高い値を示した(図-4)。血中乳酸濃度も、背負い搬送、担架搬送が他の搬送方法より有意に高い値を示した。主観的運動強度も同様に、背負い搬送、担架搬送が車椅子搬送、ビニールシート搬送と比べて有意に高い値を示した。以上 5 つの指標について、それぞれの搬送方法で統計学的に有意な差があるものに、高い値のものから 4 点、3 点、2 点、1 点、と点数をつけ、その合計点をグラフにした(図-5)。

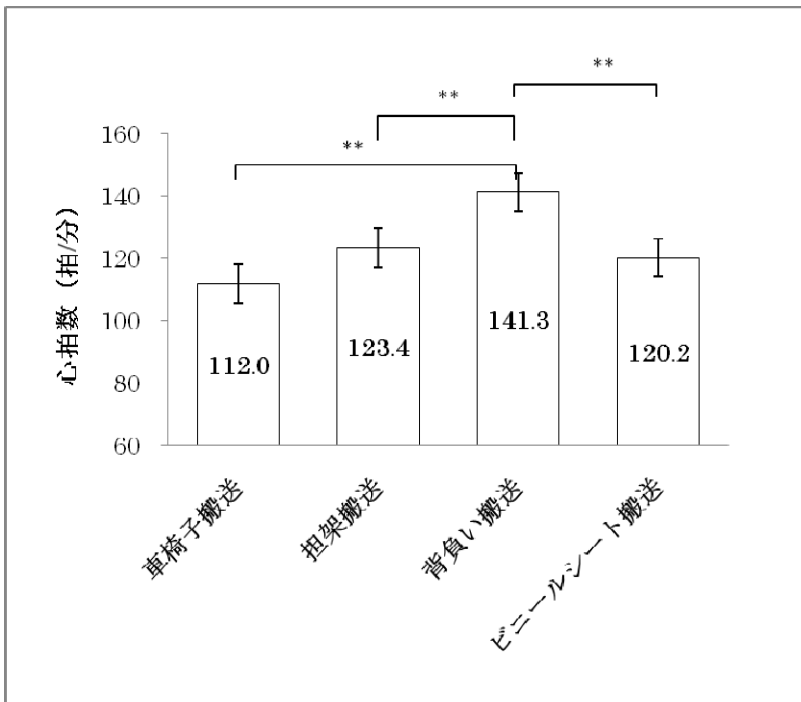


図-3 心拍数の作業方法別比較(平均值±平均誤差)

** : $p < 0.01$

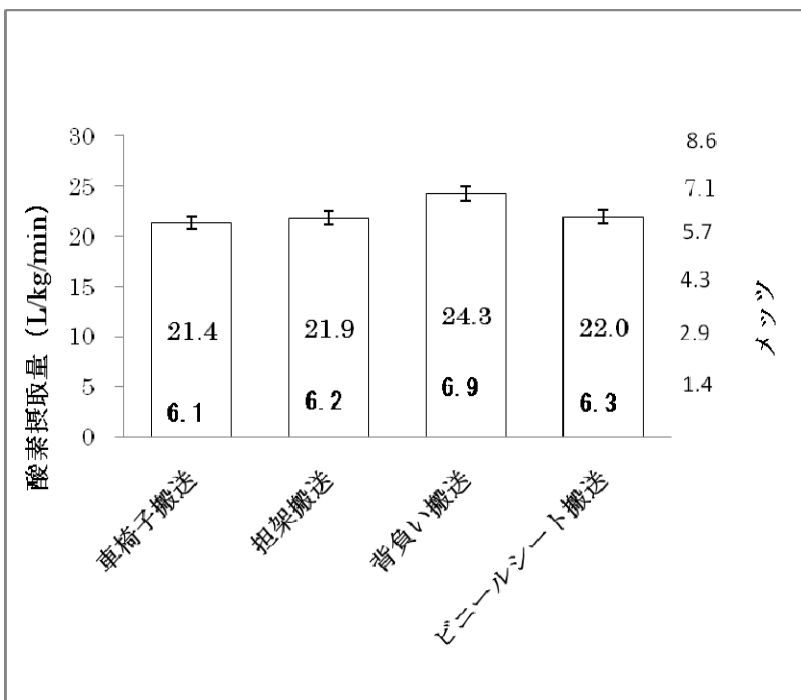
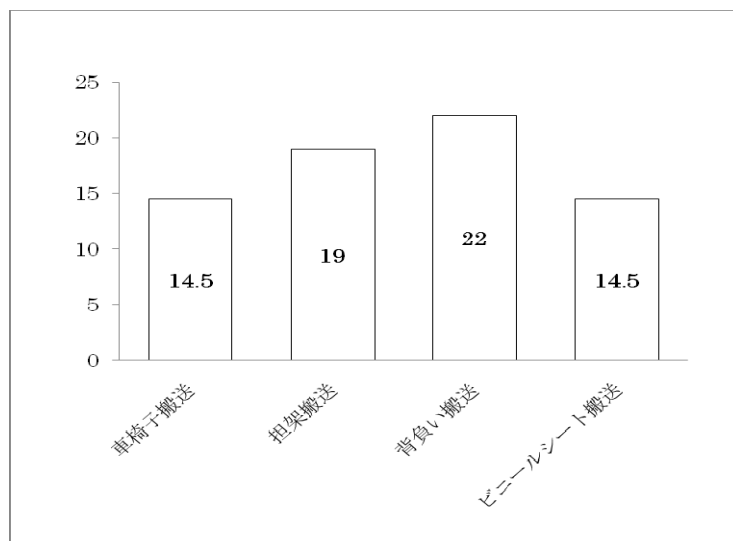


図-4 酸素摂取量の作業方法別比較(平均值±標準誤差)

図-5

作業強度の総合的判定
(5つの作業強度の指標を順位付けし、合計した)



これらの結果から、担架搬送および背負い搬送が車椅子搬送およびビニールシート搬送よりも負担度が高いことが明らかとなった。

4. 考察

本実験の結果、負担度の高かった搬送方法は、背負い搬送および担架搬送であった。比較的負担度の軽い搬送方法は、ビニールシート搬送および車椅子搬送であった。今回の実験では、担架搬送は6.2メッツ、背負い搬送は6.9メッツであった。これは、レクリレーションとしてのジョギング、アイススケート、レクリレーションとしてのテニスに相当する⁴⁾。これらの運動は健康・体力づくりとしては長時間気持ちよく実施できるレベルの運動である。しかしながら、今回の実験において、担架搬送および背負い搬送は5分間の作業時間を続けられなかったケースも見られたのは、作業の負担度が酸素摂取量(メッツ)では評価できない持続的なアイソメトリック(等尺性)収縮が要求される作業様式による加重負担が指摘される。このことからメッツだけでは運動のきつさを評価できないことがわかる。

担架搬送は、全作業時間を通して上肢筋群の強い静的な筋力発揮が要求される。Astrandらによれば、上肢筋群が動員されることにより心拍数が増加する⁵⁾。また、握力は、最大筋力を維持すると60秒で最大筋力の約30%、180秒で約15%、300秒で約10%にまで低下する⁶⁾。握力の回復に関しては、120秒~280秒の担架搬送を行った場合、回復に72時間も要すること⁷⁾、作業時間が長いほど回復に要する時間も長く、大きな力を発揮する筋の損傷として影響することが報告されている^{7),8)}。

これらのことから、被験者が担架搬送をきつと感じた理由は、静的な筋持久力がlimiting factorになったと推測された。

背負い搬送においては、前屈姿勢および脊柱への強い静的な荷重が持続するために胸郭が圧迫を受けながら横隔膜や呼吸筋の活動が抑制され、腕、体幹は持続的な静的な筋収縮を強いられる。両腕も被搬送者の体重の一部を支えるための静的な筋力発揮が絶え間なく要求される。

脚筋群においても、2人の作業による担架搬送よりも一人で被搬送者の全体重を支え続けなければならないため当然大きな負担が加わる。車椅子搬送およびビニールシ

ート搬送は、今回は圧雪路面という条件であったため、負担度が相対的に低かったものの、ドカ雪で除雪されていない路面などの場合、全く異なる結果となることも予想され、さまざまな積雪条件に対応してどのような搬送方法が適当か、今後さらに検討される必要がある。

5. まとめ

積雪期の災害時に住民が自助・共助の力を発揮するための体力的な条件を明らかにすることを目的として、成人男性11名を被検者として、自力で移動できない人を平坦な圧雪路面上を人力で搬送する作業（車椅子搬送、担架搬送、背負い搬送、ビニールシート搬送）運動強度を測定した。その結果、背負い搬送が最も負担度が高く、次が担架搬送で、車椅子搬送およびビニールシート搬送は、相対的に低かった。これらの作業は、ウォーキング、ジョギングや球技スポーツなど自重（自分の体重だけが負荷となる）動的な運動と違って、自重に加えて被搬送者の体重が持続的に加わるためアイソメトリックな筋収縮に加えて不利な作業姿勢（背負い搬送時の前屈など）の影響もあり、酸素摂取量（メッツ）の指標だけでは評価できない苛酷な作業と思われた。このことから、積雪期の住民は、不測の事態でも自助・共助の力を発揮するために高い体力を備えておく必要があると思われた。

【参考・引用文献】

- 1) 日本火災学会, 1996: 1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書.
- 2) 中村一樹, 2008: 雪を楽しんじゃえ! ~雪氷体験を通じた子どもたちの防災意識づくり~: ゆき, No71.
- 3) 上村靖司, 2003: 新潟県における人身雪害リスク分析: 雪氷, 65巻2号, 135-144.
- 4) Ainsworth, BE, Haskell, WL, Whitt, MC, Irwin, ML, Swartz, AM, Strath, SJ, O'Brien, WL, Bassett, DR Jr, Schmitz, KH, Emplaincourt, PO, Jacobs, DR Jr and Leon AS, 2001: Compendium of Physical Activities. an update of activity codes and MET intensities, Med. Sci. Sports Exerc, 32, 9, 498-516.
- 5) Åstrand, P-O. & Rodahl, K., 1986: Textbook of work physiology: Third eds, Human Kinetics, 169-171.
- 6) Yamaji, S., Demura, S., Nagasawa, Y., Nakada, M., and Kitabayashi, T., 2002: The Effect of Measurement Time When Evaluating Static Muscle Endurance during Sustained Static Maximal Gripping. J Physiological Anthropology and Applied Human Sci, 21(3), 151-8.
- 7) Leyk, D., Rohde, U., Erley, O., Gorges, W., Essfeld, D., Erren, T. C., Piekarski, C., 2007: Maximal manual stretcher carriage, performance and recovery of male and female ambulance workers, Ergonomics, 50(5), 752-762.
- 8) Leyk, D., Rohde, U., Erley, O., Gorges, W., Wunderlich, M., Rütter, T., Essfeld, D., 2006: Recovery of handgrip strength and hand steadiness after exhausting manual stretcher carriage, Eur. J. Appl. Physiol, 96(5), 593-599.