

# スノーシューウォーキングの有酸素能力増進効果

## Effects of Snowshoeing on Aerobic Health Promotion

竹内 健太郎<sup>1</sup>, 丸 孝則<sup>1</sup>, 朝日 保<sup>2</sup>, 森 久大<sup>3</sup>, 須田 力<sup>4</sup>  
Kentaro, TEKEUCHI<sup>1</sup>, Takanori, MARU<sup>1</sup>, Tamotsu, ASAH<sup>2</sup>, Hisao, MORI<sup>3</sup>, Tsutomu, SUDA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 一般財団法人士別市体育協会

<sup>1</sup> Shibetsu Society of Physical Education, Health and Sport Sciences

<sup>2</sup> 士別スノーシュークラブ

<sup>2</sup> Shibetsu Snow shoe Club

<sup>3</sup> 士別市立博物館

<sup>3</sup> Shibetsu City Museum

<sup>4</sup> 雪氷ネットワーク

<sup>4</sup> Specified Nonprofit Corporation of Snow and Ice Network

### 1. 研究目的

メタボリック症候群を予防し、死亡リスクを低減させるための一定以上の身体活動量と体力の基準値<sup>1)</sup>が提案されている(厚生労働省、2013)。手軽に実施できる運動として“歩行(ウォーキング)”のような中強度の運動が推奨されているが、歩行だけでは基準値の体力を維持しにくいという問題がある。特別豪雪地の士別市では多量の降雪時による長時間の過酷な雪かき作業を行うために高い体力が要求され、高齢者でも低強度の運動ばかりでは自立生活維持に必要な体力を確保することが困難である。冬季の積雪寒冷の気候特性が招く、閉じこもりによる運動不足や体力低下傾向を打開し、地域の自然、現実の生活を踏まえた運動の実践と体力基準が求められている。

士別市では、特別な技術を要さず、道具さえあれば比較的誰でも親しむことのできるスノーシューを活用した健康づくりに取り組んでおり、引きこもりがちな冬も大自然の中で活発に運動できる教室事業が市民に定着し人気を集めている。

スノーシューについて、仕様の違いによる運動強度の差異などに関する実験的な研究<sup>2),3),4)</sup>はいくつか報告されているが、健康づくりとしての運動強度、運動量についてアプローチされた研究<sup>5)</sup>は少ない。

スノーシューの有酸素運動としての強度を評価する上でこれらの研究のように酸素摂取量を測定することは望ましいが、測定機器のない多くの市町村やスポーツ団体ではこのような測定は困難である。携帯用呼吸代謝測定器のような高価な機器を用いずに簡易に酸素摂取量(メッツ)を推定できれば、「健康づくりのための身体活動基準2013」のように“最大酸素摂取量”、“メッツ”(注)、“エクササイズ”を目安とした健康づくりが展開できると考えた。

### 2. 研究方法

29歳~70歳(平均58.6歳)のスノーシュー教室の参加者などの男性5名、女性2名、7名を被験者として、起伏の伴う総距離1.75kmのビギナー向けコースをスノーシューで1周回したときの心拍数変動から、運動強度および運動量を評価し、厚生労働省「健康づくりのための身体活動基準2013」の有酸素能力向上に望ましい運動強度または運動量との関係を検討した。心拍数は、ポラール社製のハートレートモニターを胸部に装着し測定した。

#### 2.1 被験者の身体的特性

被験者7名の身体的特性を表1に示す。各人の年齢から最大心拍数(HR<sub>max</sub>推定値)も推定した。うち3名はトレッドミルによる段階的負荷試験<sup>6)</sup>の結果から最大運動強度時の酸素摂取量の推定値(vo<sub>2max</sub>推定値)も求めた。

表1 被験者の身体的特性

被験者	性別	年齢	HR <sub>max</sub> 推定値	VO <sub>2max</sub> 推定値
H.M	男	29歳	191	
Y.S	男	70歳	150	
T.T	男	62歳	167	36.2
H.S	女	62歳	158	30.6
M.T	女	55歳	165	39.7
T.K	男	68歳	152	
F.S	男	64歳	156	
平均値		58.6	161.4	35.5

## 2.2 トレッドミルによる段階的負荷試験

この測定は、個人の最大運動能力の指標となる最大酸素摂取量 (VO<sub>2max</sub>) の推定値を算出するためのものである。ここで実施した手法は最大強度運動時の呼気ガスを採取・分析して実測する直接法はほとんどの市町村や健康づくり団体では実施困難であり、間接法での推定を試みた。本法による間接測定は、最大運動強度まで追い込まないため身体的負担が少なく高齢者においても比較的 safely に実施することができるメリットがある。実際は、運動強度と酸素摂取量 (VO<sub>2max</sub>) の関係は若干差異があり、運動強度と心拍数の関係も個人の体力やさまざまな要因 (気温、湿度、食事、カフェインやアルコール、心理的不安、喫煙、事前の身体活動等) によって変化するというデメリットもある。間接法によって決定した最大酸素摂取量 (VO<sub>2max</sub>) はあくまで推定値であり、誤差を含むことを考慮する必要がある。

## 2.3 心拍数による運動強度の評価

最大心拍数は年齢とともに減少するため、運動強度の評価としては Karvonen 法<sup>7)</sup> による最大心拍数に対する割合 (%MHR) が用いられる。最大心拍数は最大努力時の心拍数を測定することによって測定できるが、中高年者にとっては危険なため、段階的負荷試験による心拍数から推定する方法が用いられる。ただし、被験者の中には62歳の女性のように、段階的負荷試験において最大心拍数推定値を越えた場合 (最大心拍数が推定値よりも高いタイプ) もあり最大心拍数推定値は必ずしも正確ではなく、誤差が発生しやすいことを考慮する必要がある。目標心拍数の算出は、最大心拍数 (HR<sub>max</sub>) に対し下限を50%、上限を85%とした。

## 2.4 散策時の日時と天候

2012年3月22日 (木) 士別市立博物館前 13:30 現在  
天候: 曇り 気温: 1.0℃ 雪質: 湿雪

## 2.5 コースの特徴

コースは、士別市博物館の屯田兵屋をスタートし、地点D (電波塔) までは昇り、地点F (白樺ロッジ前) を通

て下りコースを戻ると全長 1.75 km で、所要時間は 33 分間、平均速度は 53 m/分であった。



図1 博物館スノーシューコースマップ

(注1) “メッツ”

メッツとは、さまざまな身体活動の運動強度をあらわす指標。安静時の成人は、体重 1kg 当たり 1 分当たり 3.5 ml の酸素摂取量と想定し、運動中の総酸素摂取量を安静時の倍数であらわす。例えば、速歩の酸素摂取量を 14.0 ml/kg/分とすると、運動強度は  $14.0 \div 3.5 = 4.0$ 、安静時の 4 倍の酸素摂取量 (= エネルギー消費量) すなわち 4 メッツの強度となる。

(注2) “エクササイズ”

運動強度 (メッツ) × 運動時間から身体活動量を “エクササイズ” (Ex) としてあらわす指標。運動強度が高く運動時間が長いほど身体活動量が多くなる。

(運動時間の単位は、“分” でなく “時間” であることに注意)

3 メッツの普通歩行を 20 分行った場合の身体活動量は、 $3.0$  (メッツ) ×  $1/3$  (時間) =  $1.0$  エクササイズ (Ex) となる。

## 3. 研究結果

### 3.1 コース散策中の心拍数の変化

スタート時の心拍数は、73~136 拍/分と個人差が大きく、平均値は 128 拍/分であった。上りで 30 拍/分上昇し、最高地点である電波塔においては 122~159 拍/分、平均 140 拍/分と最も高い値となった (図2)。

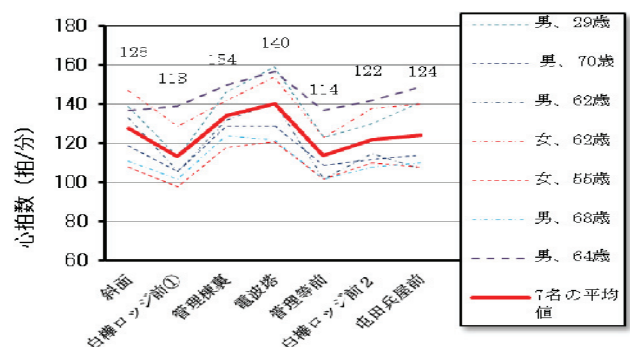


図2 中高年男女7名の博物館周辺スノーシュー歩行中の心拍数のトレンドグラフ (運動時間 33 分)

表2に示すように、平均心拍数は、7名中6名が目標心拍数下限を上回り、その6名中5名は目標心拍数上限を越えない範囲で、有酸素能力（酸素摂取能力）向上に望ましい強度であった。平均値が目標心拍数下限とほぼ同じ値を示した1名（68歳男性）は歩くスキー大会で10kmを完走している高体力者であった。最大心拍数に対する割合（%MHR）の全体の平均値は、77.5%と全身持久力向上のトレーニングとして適当な強度であった。一方、平均心拍数が目標心拍数上限を超えた1名（64歳男性）は、92.6%MHRと高強度の値を示したが、会話をしながら散策している様子から決して余裕の無い無理な強度であったとは言い難く、運動中の最高値心拍数も推定値（220-年齢）よりも高い結果を示したことからも極限に近い強度ではないことがわかる。このように220から年齢を引いた最大心拍数推定値が妥当しない者もいることから心拍数のみから負担度を判断することの限界について留意する必要がある。

表2 スノーシュー歩行中の心拍数の最大心拍数推定値に対する割合（%）

	目標心拍数 下限	目標心拍数 上限	平均値 (拍分)	%MHR
29歳男性	131	173	135.9	71.1%
70歳男性	110	138	116.9	77.9%
62歳男性	114	145	119.4	75.6%
62歳女性	114	145	139.0	88.0%
55歳女性	118	151	109.3	66.2%
68歳男性	111	140	111.3	73.2%
64歳男性	113	143	144.4	92.6%
平均値	115.7	147.7	125.2	77.5%
標準偏差	7.0	11.8	14.7	10%

### 3.2 酸素摂取量（メッツ）の推定値

7名中3名の被験者について、トレッドミルを使った最大下段階負荷テストにおける心拍数を説明変数、酸素摂取量（ml/kg/分）を目的変数とする回帰式を求め、スノーシュー歩行中の心拍数から酸素摂取量を推定した。

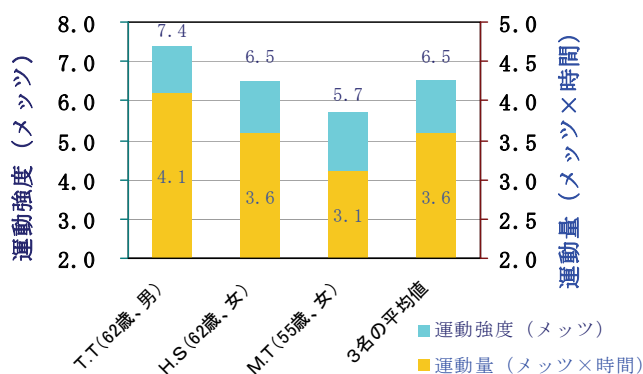


図3 成人3名(男1、女2)の土別市立博物館周辺スノーシュー散策の運動強度(メッツ)および運動量(エクササイズ)

酸素摂取量推定値の3名の平均値は、心拍数と同じ傾向を示し、上りの管理棟裏、電波塔でそれぞれ25.5 ml/kg/分（7.3メッツ）および28.3 ml/kg/分(8.0メッツ)と上昇し、下りの管理棟前、白樺ロッジ前でそれぞれ18.4 ml/kg/分（5.3メッツ）および22.5 ml/kg/分（6.4メッツ）であった。コース全体では、18.4ml/kg/分（5.1メッツ）～28.3ml/kg/分（8.1メッツ）、平均23.0ml/kg/分（6.6メッツ）であった。最大酸素摂取量の推定値を100%とする割合は、電波塔到達時点で81%、運動中全体で65%であった。

運動量（メッツ×運動時間、エクササイズ）は、図3に示すように、3.1～4.1、平均3.6エクササイズであった。

## 4. 考 察

### 4.1 健康上望ましい体力と身体活動量の基準値

厚生労働省による「健康づくりのための身体活動基準2013」では、表3のとおり年代別全身持久力（最大酸素摂取量）の基準値として男性の60歳以上は9.0メッツ、女性の40～59歳で8.5メッツが推奨されている。

「健康づくりのための身体活動基準2013」で提唱されているメタボリックシンドローム予防上望ましい身体活動量は、週23エクササイズ（メッツ×時間）である。この23エクササイズの身体活動量の中には、家事、通勤、仕事などの生活活動以外に意図的におこなわれる「運動」が4エクササイズ以上含まれることとなっている。

表3 年代別全身持久力（最大酸素摂取量）の基準値

年齢	18歳～39歳	40歳～59歳	60歳～69歳
男性	11.0メッツ	10.0メッツ	9.0メッツ
	39ml/kg/分	35ml/kg/分	32ml/kg/分
女性	9.5メッツ	8.5メッツ	7.5メッツ
	33ml/kg/分	30ml/kg/分	26ml/kg/分

「健康づくりのための身体活動基準2013」（厚生労働省、2013年3月）

### 4.2 スノーシュー歩行の運動強度および身体活動量

スノーシュー歩行中の心拍数から回帰式により酸素摂取量推定値を求め、各地点における運動強度とその平均値を算出した結果、3名の酸素摂取量推定値は18.4ml/kg/分（5.3メッツ）～28.3ml/kg/分（8.1メッツ）、平均23.0ml/kg/分（6.6メッツ）となった。この強度は、平地の普通歩行（3メッツ）、中等度（moderate exercise）の2倍以上となり、中高年齢者にとっては高強度（vigorous exercise）のカテゴリーに含まれる。

60歳代の男性の運動強度は基準値の81%、62歳の女性では88%、55歳の女性は基準値の67%に相当し、いずれも有酸素能力を向上させる十分なトレーニング強度となっている。運動量（メッツ×時間）の評価では、6.6メッツ×(33/60)時間=3.6エクササイズであった。

今回のスノーシューによる運動量の平均値は3.6エクサ

サイズであるので、平日に運動時間が確保しにくい勤労者などにとって絶好の健康づくりの機会と思われる。

運動強度は、心拍数は7名中5名が、運動中の平均値が目標心拍数下限と上限の間の有酸素トレーニングとして適正な範囲を示した。酸素摂取量推定値は、3名の平均値が6.4メッツと「健康づくりのための身体活動基準2013」で提唱されているメタボリックシンドローム予防上望ましい最大酸素摂取量をめざす強度としても適当と思われた。

Schneider たち<sup>5)</sup>は、21~42歳の男性10名、女性10名、計20名を被験者として平坦コースと起伏コースでマイペースでのスノーシュー歩行の運動強度を測定した結果、心拍数の平均値は、平坦コースでは男性151拍/分、女性は144拍/分、起伏コースでは男女とも161拍/分、主観的作業強度(RPE)も、平坦コースでは男性13.6、女性13.8に対し起伏コース15.2および15.0と、いずれも起伏コースが高強度であった。酸素摂取量は、平坦コースで男女とも約38.1 ml/kg/分(10.9メッツ)、起伏コースでは男性41.7 ml/kg/分(11.9メッツ)、女性39.5 ml/kg/分(11.3メッツ)と本研究よりも高いのは、男女とも平均年齢が約27歳と若かったこと、酸素摂取量のデータから見て体力的に高めのレベルの被験者と思われる点を考慮する必要がある。

## 5. 今後の課題

アメリカ・スポーツ医学会のAinworth たちによるさまざまな身体活動の強度をメッツで表わした一覧表<sup>8)</sup>においては、スノーシュー歩行の運動強度は8.0メッツとなっている。スノーシューの運動強度に関するこれまでの研究では、Knapik たち(1996)<sup>2)</sup>において6~7メッツを示した以外は9メッツを越える報告<sup>3),4),5)</sup>が多い。これは、生活習慣病予備軍の体力レベルの人たちにとっては過激なレベルとなる。

本研究における中高年者3名の場合大酸素摂取量の推定値は、いずれも基準値を上回る体力レベルで、スノーシューの運動強度も先行研究よりも低めであったが、体力づくりの効果にとらわれると、有酸素運動をが最も必要なメタボリック・シンドローム予備群のような人たちにとっては過激な負荷として敬遠されるであろう。

士別市博物館のように周辺が自然に恵まれスノーシューによる冬の自然探索プログラムを実施している博物館<sup>9),10)</sup>は全国でもまれである。体力アップを意識しなくとも強度を下げた散策時間を十分長くとることにより健康維持に必要な身体活動量は確保され、多くの人たちが本来の魅力である「自然と人との共生」を通して安心して健康づくりの潜在的な効果も享受できる。

スノーシュー歩行の運動強度は、被験者の体力、コースの起伏、スノーシューの埋没深として反映される雪質などさまざまな条件により影響される。スノーシュー歩行の強

度も、先頭で新雪をラッセルする人たちと踏み固められた足跡をたどる後続の人たちとの運動強度の違いから、ツアーの仲間たちの体力を気遣うことによる「人と人との共生」に関わる測定も検討される必要がある。今回は、スノーシューの埋没深などの雪氷条件を把握していなかったが、今後このような自然条件やツアーのプロトコールと生理的応答との関係を踏まえた研究を心掛けたい。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省 運動基準・運動指針の改定に関する検討会 報告書：「健康づくりのための身体活動基準2013」  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r985200002xpqt.pdf>
- 2) Knapik, J. J., Hickey, C., Ortega, S. et al. : Energy cost during locomotion across snow: A comparison of four types of snowshoes with snowshoe design considerations. IOS press, Vol. 18, No. 2: 171-177, 2002.
- 3) Dalleck, L., DeVoe, D., Kravitz, L.: Energy cost and physiological responses of males snowshoeing with rotating and fixed toe-cord designs in powdered snow conditions. Ergonomics, Vol. 46, No. 9 : 875-881, 2003.
- 4) Connolly, DeClean, A.J.: The Energy Expenditure of Snowshoeing in Packed Vs. Unpacked Snow at Low-Level Walking Speeds. Journal of Strength and Conditioning Research, Vol. 16, No.4: 606-610, 2002.
- 5) Schneider, P.L., Porcari, J. D., Erikson, J. D.A. et al. : Physiological Responses to Recreational Snowshoeing. Journal of Exercise Physiology. Vol. 4, No. 3: 45-52, 2001.
- 6) アメリカスポーツ医学会編、日本体力医学会体力科学編集委員会監訳：運動処方指針 原著第8版, p. 78, 南江堂, 2011.
- 7) Karvonen, M., Kentala, K., Mustala, O.: The effects on heart rate.: A longitudinal study. Ann. Med. Exp. Biol. Fenn. Vol. 35: 307-315, 1957.
- 8) Aithworth, B.E. et al: Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. Medicine and Science in Sports and Exercise. Vol. 25, No. 1: 71-80, 1993.
- 9) 鯨井啓子：士別市立博物館のスノーシューイベント「ひつじのまちから」  
[ameblo.jp/shibetsu-kyoryokutai/entry-11187284222.html](http://ameblo.jp/shibetsu-kyoryokutai/entry-11187284222.html)
- 10) 日光自然博物館ホームページ “スノーシューで雪の森へ！！”  
[www.nikko-nsm.co.jp/contents/sizen](http://www.nikko-nsm.co.jp/contents/sizen)