豪雪地の女性高齢者における 人力除雪作業の生理的応答

Physiological Responses to Snow Shoveling Observed in Elderly Females Living in Snowy Regions

森 田 勲^{*1}・山 口 明 彦^{*2}
Isao Morita Akihiko Yamaguchi
須 田 力^{*3}
Tsutomu Suda

SYNOPSIS

Two experiments were performed for the purpose (Experiment I) to elucidate physiological response to snow shoveling in elderly women and (Experiment II) to make clear exercise intensity of the daily physical activities including snow shoveling among elderly people living in heavy snowfall region. In experiment I, five healthy younger females (average age 19 ± 0.4 years) and five older females (average age 68 ± 2.7 years) engaged in measurements of cardio-respiratory responses and shoveling performance during 10 minutes of snow shoveling. Despite the fact that exercise intensity was $23 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (6.6 Mets) in terms of oxygen uptake, the same value with younger group, elderly females attained higher shoveling performance (69 ± 4.6 vs $41 \pm 7.0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$, $p=0.008$). In the measurements of experiment II, the heart rate ($128 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$) and oxygen uptake (4.2 Mets) in the elderly during snow shoveling were higher than those in home farming ($104 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$, 3.0 Mets), level walking ($107 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$, 3.6 Mets) and level walking on snow surface ($112 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$, 3.8 Mets). These results suggest that snow shoveling is demanding task for older women and that to keep desirable level of fitness is important for the residents in snowy regions.

Keywords : snow shoveling, elderly women, Mets, heart rate

1. はじめに

わが国の国土面積の51%を占める豪雪地帯・特別豪雪地帯において高齢化率は全国平均を上回り、冬季の歩行環境、除雪など不利な条件におかれた地域の高齢者に対する居住環境への配慮や雪処理・生活支援が切実な課題¹⁾となっている。北海道は、「豪雪地帯対策特別措置法」に基づき212市町村全地域が豪雪地帯の指定となっている。このうち特別豪雪地帯は94市町村で全人口568万人に占める割合は84万人、14.8% (平成12年10月1日) となっている

(北海道・地域対策課ホームページによる)。

高齢化率との関係で見ると、豪雪地帯118市町村における高齢化率の平均が17.3%であるのに対し、特別豪雪地帯の市町村は23.2%と約6%高い。平成12年国勢調査において北海道の市町村で高齢化率30%を越えた割合は、豪雪地帯の8 (6.8%) に対し特別豪雪地帯では13 (13.8%) とやはり多い。さらに、過疎指定を受けている割合は、豪雪地帯の73 (62.4%) に対し特別豪雪地帯では85 (90.3%) であり、圧倒的多数の市町村が過疎の問題も同時に抱え

* 1 北海道医療大学看護福祉学部

* 2 北海道医療大学歯学部

* 3 北海道大学大学院教育学研究科

[本稿受理：2005年8月22日，修正原稿受理：2005年11月5日，討論期限：2007年3月31日]

ている。沼野（2003）は、過疎・高齢地域の高齢者は現在の地域に住みたい希望が多いにもかかわらず身体の衰えや雪の困難のため転居や転出を考えざるを得ない現状¹⁾を指摘しているが、高齢化・過疎・豪雪は一体化した問題として福祉、医療サービス、若者によるサポートなどすべての面において不利を共有しているのである。

過疎、高齢化の進んだ豪雪地において高齢者が自立生活を続けるためには、無雪地や利便な都市よりも高い身体的負担度に耐えなければならない。例えば、買い物や通院時における雪道歩行²⁾および除雪などは負担度の高い身体活動が要求されるが、体力が低下するとこのような活動が困難となる。しかし、これらの地域では自治体財政も窮迫し、公的なサポートにも限界がある。

したがって、このような地域においては高齢者が高齢者をサポートする構図が都市よりも一層切実であり、体力のある若者が除雪ボランティアなどで支援することによって、疾病予防や高齢者の自立生活維持を個人の「自己責任」としてのみ捉えるのではなく、地域内の連携、地域や世代を超えた連携による「連帯解決」をはかっていくことによって大垣の提唱する「雪国の生活スタンス」³⁾を再構築し、沼野のいう「高齢者が、自立した生活を全うできる雪国の実現が、健常者にとっても住み良い雪国をつくっていくうえでの試金石といえる」⁴⁾のである。

除雪作業は、寒冷下条件で行われることに加え、作業強度が高く⁵⁾、上肢の静的な筋力発揮を伴う作業様式のために、筋における血流阻止および胸腔内圧の上昇により心臓の負担が増し、血圧上昇を起こしやすいことが指摘されている^{6), 7)}。また、雪処理に伴う災害の発生も多く指摘されている^{8), 9)}。Rogot and Padgett¹⁰⁾ および Glass and Zack は¹¹⁾、寒波と豪雪襲来時に除雪作業が誘因となって心不全などによる死亡率が上昇する危険性を指摘している。

高齢世帯の生活サポートで、除雪は最も切実な問題である一方、シルバー人材センターでの除雪やボランティア除雪で活躍する高齢者も多い。独り暮らしや夫婦だけの老人世帯において、自分の家周りの除雪ができるか否かは、自立生活を続けるか否かの決

定要因となろう。北海道では老人医療費の高騰により連続14年間医療赤字日本一を記録したが、その要因として指摘されている「社会的入院」¹²⁾（入院するほど健康状態が悪化していないにもかかわらず冬場の独り暮らしが困難で家族などのサポートがないため冬季だけ入院する）には除雪能力が大きく関わっている。

以上、高齢者の除雪を高齢者の自立生活維持の決定要因となる体力としてとりあげる視点から高齢者はどの程度の身体負担においてどの程度の除雪能力を発揮しているのかという実態と、若い年齢層が世代を超えて除雪困難な人たちをもサポートするために、どの程度の体力が必要かという視点から2つの測定および調査を実施した。

除雪で要求される体力要素の中で最も重要な要素として筋力、脚パワーおよび有酸素性能力があげられている^{13), 14)}。これらの体力要素は、年齢とともに低下し男女差も大きいことから、最も除雪に困難を抱えているのは体力の劣る高齢女性である。しかしながら、除雪の生理的応答に関する研究の多くが男性を対象としたもの^{15), 16), 17), 18), 19)}に限られ、女性については Sheldahl et al.²¹⁾ が50歳代の健康な中年女性12名および冠動脈心疾患の女性8名のショベル除雪および除雪機による除雪の運動強度を測定した報告、須田¹⁶⁾による40歳代の主婦の運動強度および山下²²⁾による平均20歳の男性8及び女性4名を対象としたショベル除雪とスノーダンプの作業強度の報告のみである。

これらの研究は、いずれも運動強度や生理的応答を明らかにすることが目的で、運動強度と作業量との関係については検討されていない。山下²²⁾の研究においても男女一緒にの結果について若年者群と中年者群と比較しているため、男女別の差が示されていない。さらに、いずれの研究も実験条件を予め規定したフィールドにおける実験であって、高齢者の自宅での実際の場面での測定データは皆無である。

以上の通りこれまでの研究の到達度から、本研究では、（１）若年女性と高齢女性について、ショベル除雪の生理的応答と作業成績を明らかにすること、（２）女性高齢者の実際の生活場面における除雪の

運動強度を他の身体活動と比較することによって、豪雪地帯の高齢者における除雪の身体負担の軽減と若い世代によるサポートの可能性の掘りどころとなる知見を得ることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 女性高齢者と若年女性のショベル除雪の生理的応答および作業成績の測定（実験1）

（1）被験者

被験者は、豪雪地帯に指定されている札幌市内に住む19～20歳の健康な女子大学生5名および近郊の石狩市に住む61～75歳の健康な高齢女性5名であった。いずれも除雪の経験があり、慢性疾患などで通院をしておらず、健康診断でも異常を指摘されていない者であった。実験に先立ち、各被験者に対して実験の目的、方法および予想される危険性について説明し、文書によるインフォームド・コンセントを得た。本研究のプロトコルは、北海道大学大学院教育学研究科の倫理委員会の承認を得て行った。

図1 女子大学生(上)と女性高齢者(下)のショベル除雪実験風景（実験1）

（2）作業及び測定項目

各被験者は、市販のアルミ製の除雪ショベル（セキスイ社製、重量1.2kg、柄の長さ78cm）を用いて深さ0.5mに積もった平坦な雪原を、深さ0.4m、幅1mの間隔で除雪する作業を日常行っている無理のないペースで10分間実施した。ショベルで掬った雪はビニール・シートに投げられ、作業終了後雪の重量を計測した。作業中の投擲回数も同時に計数し、①作業成績 ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)、②ショベリング頻度 ($\text{times} \cdot \text{min}^{-1}$)、③ショベル負荷（一掬い当りの重量, kg）の3つを作業成績指標とした。ショベル負荷は作業成績をショベリング頻度で除した値である。

作業前に予め投雪する場所の雪を粉碎し、均一平坦に均らした。雪の密度は、秋田谷・山田による角型サンプラー²³⁾を用いて測定し、平均値は $0.32 \pm 0.04 \text{ g/cm}^3$ であった。測定期間中の気温は $-2 \sim 1.5^\circ\text{C}$ 、湿度は45～75%であった。被験者は、日常除雪を行っている服装で作業を行った。

被験者の身体的特性として、身長、体重、文部科学省の体力テストから全年齢共通のテスト項目である握力、上体起こし、長座体前屈、さらに除雪に特有の生活機能評価テストとして森田らが開発したショベリング投擲力テスト（ショベリングスローアビリティテスト）^{13), 14)}を実施した。握力計は、TKK社製の力量検定器により校正したものを使用した。ショベリング投擲力テストは、男性成人が5kg、女性成人は4kgの砂袋を除雪用ショベル（セキスイ

図2 投雪量の計量（実験1）

社製、柄の長さ 0.76m、重量 1.1kg) を使って全力で前方へ投擲した距離から除雪で発揮される生活機能を評価する方法で信頼性も評価されている。

作業の生理的応答は、心拍数、酸素摂取量等の呼吸代謝指標、血圧および主観的作業強度 (RPE) により測定した。心拍数は、携帯用の心電計 (Holter, DMC-3252) により記録された心電図の R 棘を計数した。呼吸代謝指標は、携帯用呼吸代謝装置 (Medical Graphics, Co. VO2000, Minnesota, USA) を使用した。血圧計は、自動血圧計 (オムロン社製, HEM714C) を用いて、安静時および作業終了直後測定した。主観的作業強度は Borg scale²⁴⁾ により、作業終了時に測定した。作業中の運動強度を連続記録した心拍数および呼吸代謝指標においては、運動開始から 3 分目までの立ち上がりの部分は集計に含めず、定常状態が成立する 4 分目以降のデータを採用した。

2.2 特別豪雪地帯の高齢者の生活における身体活動の強度の測定 (実験 2)

(1) 被験者

被験者は、北海道の中央部に位置し、特別豪雪地帯に指定されている旧産炭地の三笠市の幾春別地区に居住する 66~84 歳、平均 74 歳男性 2 名、女性 6 名、計 8 名の在宅高齢者でこの内独居者が 4 名であった。三笠市は高齢化率が平成 14 年度で 34% を越え、日本の高齢化の 30 年先を進むと言われている地域である。

(2) 測定指標

測定した身体活動は、無雪期が平地で毎分 70~90 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ の速度の普通歩行、自宅の庭の草取りな

どの畑仕事、居住地周辺の 4% の登り坂を 60~80 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ の歩行、積雪期が 70~80 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ の平地の雪道歩行、自宅周辺の人力除雪の 5 種類を各 10 分間測定した。無雪期は 2004 年 6 月、積雪期が 2005 年 1 月中旬から末にかけて行った。無雪期には男性 2 名、女性 4 名を測定したが、2 名の男性は積雪期には一人は入院中、他の一人も入院し退院後のリハビリ中で、女性 1 名が不在であったため無雪期、積雪期を通して測定した者は 3 名であった。積雪期の測定に前述の女性 3 名に女性 2 名を加えた。測定指標は、心拍数、酸素摂取量などの呼吸代謝指標、主観的作業強度 (RPE) であった。心拍数は Polar 社のアキュレックスプラス 2 を用い、呼吸代謝指標は前述の携帯用呼吸代謝装置 (VO2000) を用いた。主観的作業強度 (RPE) は前述の方法によった。実験に先立って、各被験者に対し実験の目的、方法および予想される危険性について説明し、文書によるインフォームド・コンセントを得た。本研究のプロトコルは、北海道大学大学院教育学研究科の倫理委員会の承認を得て行った。

(3) 酸素摂取量の表現について

実験 1 および実験 2 において測定した酸素摂取量は 3 通りの指標で表わされている。①測定された酸素摂取量の毎分値をそのまま $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ として表す場合 (絶対値の酸素摂取量)、②絶対値の酸素摂取量を体重で除して体重 1kg 当り $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ として表す場合 (相対値の酸素摂取量)、③代謝当量として、安静時に体重 1kg 当り毎分 3.5ml の酸素摂取量を摂取することから、これを基準 (1Met) と

図 3 特別豪雪地帯の高齢者の雪道歩行 (左) と除雪 (右) の酸素摂取量測定風景 (実験 2)

し、②の値を3.5で割って安静の何倍の強度と表現する場合である。

歩行やランニング、クロスカントリースキーなど体重の移動を伴う運動では体格に関係なく体重 1kg 当りの酸素摂取能力が決定要因なので②が重視される。ショベル除雪のように体重の移動があまりなくショベルの雪を投げるといった外的な仕事では②が同じでも体格の大きい方が有利であることから①の指標が利用される。除雪の運動強度を他のさまざまな運動と比較する場合には③が最もよく用いられる。

測定結果は、各群の平均値及び標準誤差を求め、群間の比較は分散分析後 t-test を行った。各指標間の相関は Pearson の相関により求めた。有意水準は 5 % 未満とした。

3. 結果

3.1 女性高齢者と若年女性のショベル除雪の生理的応答および作業成績（実験 1）

(1) 被検者の身体的特徴

本実験に参加した被検者の身体的特徴を表 1 に示

表 1 実験 1 における被験者の身体的特性

	女子大学生 (n=5)	女子高齢者 (n=5)	P 値
年 齢 (yrs)	19.6 (0.4)	67.8 (2.7)	0.000
身 長 (cm)	156.6 (1.9)	151.2 (2.8)	0.097
体 重 (kg)	48.2 (4.9)	52.4 (6.8)	0.347
握 力 (kg)	28.4 (2.5)	25.4 (3.2)	0.366
長座体前屈 (cm)	34.2 (2.6)	38.8 (3.8)	0.345
上体起こし (times)	18.4 (2.3)	12.2 (0.6)	0.031
ショベリング投擲距離 (m)	4.14 (0.53)	4.94 (0.30)	0.271

平均値±標準誤差. ショベリング投擲距離は4kg のショベル負荷（砂袋）を除雪ショベルで投擲した距離

表 2 女子大学生と女性高齢者のショベル除雪作業成績の比較

	女子大学生 (n=5)	女性高齢者 (n=5)	P 値
作業成績 ($\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)	41.1 (7.0)	69.2 (4.6)	0.008
ショベリング頻度 ($\text{times} \cdot \text{min}^{-1}$)	16.0 (1.3)	14.0 (0.9)	0.097
ショベル負荷 (kg)	2.6 (0.7)	4.9 (0.1)	0.0097

平均値±標準誤差

した。その値は、同年代の標準値²⁵⁾ とほぼ同程度の値を示した。それぞれの標準値の値は、22~24歳の握力が $29.3 \pm 4.9 \text{ kg}$ 、長座体前屈で $45.1 \pm 9.4 \text{ cm}$ 、上体起こしでは 18.3 ± 5.2 回/30秒であった。高齢女性では、65~69歳の握力は 24.2 ± 4.4 、長座体前屈で $40.1 \pm 8.1 \text{ cm}$ 、上体起こしが 7.4 ± 5.3 回/30秒である。身長は若年者群でやや高く、体重は高齢者群でやや重い傾向にあったが、有意な相違はみられなかった。また、体力に関する指標では、上体起こしで若年者群が高齢者群を有意 ($p=0.031$) に上回ったものの、他の指標では有意な差は認められなかった。しかし、有意性は認められなかったが、ショベリング投擲距離においては、若年者群が $4.1 \pm 0.5 \text{ m}$ だったのに対し高齢者群ではそれを80cm 上回る $4.9 \pm 0.3 \text{ m}$ であった。

(2) 除雪作業成績

表 2 に両群の作業成績、ショベリング頻度およびショベル負荷の値を示した。作業成績は高齢者群が若年者群より約60% 高い値を示し (69.2 ± 4.6 vs $41.1 \pm 7.0 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$)、その差は有意 ($p=0.008$) であった。また、ショベル負荷も高齢者群が若年者群を有意に ($p=0.0097$) 上回った (2.6 ± 0.7 vs $4.9 \pm 0.1 \text{ kg}$)。

(3) 呼吸循環系の応答

表 3 は両群のショベル除雪作業時の呼吸循環系の応答を示したものである。主観的運動強度 (RPE) はほぼ同じ値であった。また、心拍数、酸素摂取量

表 3 実験 1 における女子大学生と女性高齢者のショベル除雪作業の呼吸循環系応答

	女子大学生 (n=5)	女性高齢者 (n=5)	P 値
主観的作業強度 (RPE)	14.2 (1.6)	13.6 (0.8)	0.521
心拍数 (拍/分)	163.0 (33.5)	149.9 (13.1)	0.488
酸素摂取量 ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$)	1.10 (0.22)	1.20 (0.13)	0.478
酸素摂取量 ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	23.0 (4.0)	23.0 (2.0)	0.992
運動強度 (Mets)	6.6 (1.2)	6.6 (0.6)	0.998
呼吸ガス交換比 (RER)	0.98 (0.06)	1.05 (0.03)	0.355
収縮期血圧 (mmHg)	136.0 (12.4)	178.0 (13.5)	0.002
拡張期血圧 (mmHg)	78.2 (4.1)	83.6 (15.5)	0.520

平均値±標準誤差.

および Mets（運動強度）に両群の有意な差は認められなかった。除雪作業中の若年者群における心拍数の平均値は163拍/分（105～192拍/分）、高齢者群では150拍/分（132～166拍/分）であった。酸素摂取量は、若年者群の平均値が $23.0\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ （ $17.7\sim 34.4\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ）、高齢者群が $23.0\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ （ $20.0\sim 32.9\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ）と同様の値を示した。

両群の酸素摂取量や運動強度はほぼ同じ値であったにもかかわらず、除雪作業中の心拍数は若年者群が高齢者群を13拍上回った。しかし、最大の運動を行った際の心拍数、いわゆる最大心拍数（220－年齢）は年齢によって低下するため、心拍数から運動強度を比較する場合は、年齢差を考慮しなければならない。この場合、両者の年齢差は38歳であり、最大心拍数に対する両者の割合は高齢者で有意に高い値となる（81.3% vs 97%）。血圧については、高齢者群の収縮期血圧において、若年者群に比べて有意に高い値を示した。また、収縮期血圧の安静時との比較では、若年者群で22.3%の増加がみられたのに対し、高齢者群では27.4%とやや高い増加率を示した。拡張期血圧の増加率はそれぞれ17.4%および－2%であった。

(4) 酸素摂取量と作業成績との関係

図4に被験者全員に関する作業成績と絶対値の酸素摂取量との関係を示す。 $r=0.603$ で作業成績が増加するにつれて酸素摂取量も増加する傾向が見られたが、標本数が少ないため有意な相関ではなかった。酸素摂取量の個人差に対して作業成績の個人差が著しいことが注目される。

3.2 特別豪雪地帯の高齢者の生活における身体活動の強度の測定（実験2）

(1) 各身体活動の運動強度

実験2に参加した被検者8名の身体的特徴を表4に示した。平均年齢は 74.3 ± 2.3 歳、身長は $152.8\pm$

図4 若年女性（◆）と高齢女性（◇）の除雪作業成績（x）と酸素摂取量（y）の関係（実験1）

表4 実験2における被験者の身体的特性

	性別	年齢（歳）	身長（cm）	体重（kg）
Y.S.	男	84	154	47
S.K.	男	78	167	67
K.S.	女	81	139	35
K.D.	女	66	159	72
M.K.	女	69	148	53
R.O.	女	69	153	60
F.E.	女	76	147	38
M.H.	女	71	155	54
M		74.3	152.8	53.3
S.E.		2.3	3.0	4.6

3.0cm、体重は $53.3\pm 4.6\text{kg}$ であった。図5に各身体活動における心拍数と酸素摂取量の測定結果を示す。安静時の平均心拍数は 78.3 ± 2.8 拍/分、以下平地歩行、4%の坂道歩行、畑仕事、雪路歩行、除雪の値はそれぞれ、 107.3 ± 5.2 、 117.8 ± 5.8 、 103.9 ± 5.5 、 112.2 ± 6.0 、 127.5 ± 7.3 拍/分で除雪が最も高かった。代謝当量として高かったのは、4%の坂道歩行で $4.9\pm 0.5\text{Mets}$ 、次いで除雪作業が $4.3\pm 0.1\text{Mets}$ 、以下雪道歩行が $4.1\pm 0.4\text{Mets}$ 、無雪路面の平地歩行が $3.6\pm 0.4\text{Mets}$ 、畑仕事が $3.0\pm 0.4\text{Mets}$ であった。

表5 人力除雪の運動強度

被 検 者	運動の種類	心拍数(拍/分)	運 動 強 度 (Mets)	報 告 者
平均32歳の男性10名	ショベル除雪	175	5.7	Franklin et al., 1995
	除雪機使用	124	2.4	Franklin et al., 1995
平均40歳の男性12名	ショベル除雪	116	7.2	Sheldahl et al, 1992
平均20歳の男性 8 名及び女性 4 名	ショベル除雪	142	6.9	山下たち, 2003
平均49歳の男性11名	ショベル除雪	140	6.4	山下たち, 2003
平均20歳の男性 8 名及び女性 4 名	スノーダンプ除雪	148	8.5	山下たち, 2003
平均49歳の男性11名	スノーダンプ除雪	154	8.1	山下たち, 2003
平均61歳の男性13名	ショベル除雪	114	6.4	Sheldahl et al., 1992
平均74歳の男性14名	ショベル除雪	126	5.5	須田たち, 1992
平均43歳の男性	スノーダンプ除雪	142	9.5	Smolander et al., 1995
50歳以上の健康な女性12名	ショベル除雪	85%peakHR	5.2	Sheldahl et al., 1993
	除雪機使用	78%peakHR	5.2	Sheldahl et al., 1993
50歳以上の冠動脈疾患の女性 8 名	ショベル除雪	81%peakHR	5.1	Sheldahl et al., 1993
	除雪機使用	77%peakHR	4.6	Sheldahl et al., 1993
平均42歳の女性10名	ショベル除雪	150	7.3	須田, 1992

図5 特別豪雪地帯の高齢者の無雪期と積雪期の身体活動
心拍数(左)と酸素摂取量(右)(M±SE)

4. 考 察

4.1 女性高齢者のショベル除雪の運動強度

人力除雪の運動強度は積雪条件, 作業者の体力によって大きな変動があるが, さまざまな身体活動の運動強度の目安を一覧化したアメリカスポーツ医学会⁵⁾のデータによるとその強度は6 Metsで,

“vigorous exercise”のカテゴリーに含まれる。

80m・min⁻¹程度の日常ペースの歩行の場合は3.5 Metsで“light exercise”, 100m・min⁻¹位の急ぎ足でも4Mets程度, 階段登りのような短時間の運動を除くと日常生活の中でこのような強度の運動を持続する機会はほとんどない。これまで報告されてい

る人力除雪についての運動強度は、表5の通り男性を対象としたものが多く、女性高齢者についての報告は見られない。本研究中実験1においては、6.6 Mets と女子大学生と同じ強度で、須田ら¹⁶⁾の平均74歳の男性高齢者の5.5Mets や Sheldahl et al. の場合²¹⁾ よりもやや高かった。これはこのような実験を行う場合、安全性の点から除雪に慣れた活発な被験者を選定せざるを得ないこと、実験時の雪の密度が高い条件であったこと、平均年齢が68歳と高齢者としては比較的若い年齢層であったことなどを考慮すべきであろう。

実験2の実際の生活場面においては、4.3Mets と実験1の値に比べて低い値を示した。このことは、被験者の平均年齢が70歳であったことに加え、測定時期は1月中旬であったが、図3のように例年になく積雪量の少ない条件で気温も $-1\sim-4^{\circ}\text{C}$ 程度で、雪の密度も0.1程度の軽い雪であったこと、被験者はスポーツ施設もない地域で散歩以外定期的な運動を実行していない人たちばかりであったことなどが反映されたものと思われる。心拍数は、実験1とくらべて35拍/分以上も低く、呼吸ガス交換比(RER)も1を越えてはいなかった。また、RPEも12.8と低めであったことから無理のない運動強度であったと判断できる。しかし、図5に示されるように無雪期における畑仕事(雑草採り)、平地の歩行および積雪期における平地歩行よりも運動強度も心拍数も高く、代謝当量は全員4Mets と速歩の強度に匹敵する水準であった。ただし、この測定時期以降は、多量の降雪に見舞われ本測定よりも高強度で長時間にわたる除雪を余儀なく実施している。

4.2 若年女性のショベル除雪の生理的応答と作業成績

若年女性の日常ペースによるショベル除雪作業中の運動強度は、RPEが14.2と女性高齢者の13.6よりやや高く、「ややきつい」と「きつい」の中間の段階となる。心拍数は163拍/分と女性高齢者よりも13拍高かった。最大心拍数は年齢により減少し、220から年齢を引いた値が最大心拍数の推定値であることから、女性高齢者でより負担が高かったこととなる。女性高齢者の心拍数が低かったことについては、除雪作業に対する経験や慣れといった要素に影響を

受ける可能性もある^{13),26)}。両群における安静時の心拍数は若年者群で 75.5 ± 6.5 拍/分、高齢者群で 65.8 ± 2.4 拍/分と10拍低い値であった。このことは、一回拍出量が多いなど心機能の影響を受けることが示唆されるため、作業終了後の心拍数の回復レベルなどを検討する必要性が伺われた。

酸素摂取量の絶対値は体重がやや多い女性高齢者の方がその分高かったが、体重1kg当りの毎分値ではともに $23\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、代謝当量も6.6Metsと同じ強度であった。呼吸ガス交換比は運動強度の増加とともに高い値を示し、一般に1.0を越えると無酸素性代謝も動員されることから、やはり女性高齢者の方が相対的に高強度で作業を行っていたこととなる。

このように酸素摂取量を指標とする強度においては若年女性群と女性高齢者群が同じであったのに対し、表3に示す作業成績においては女性高齢者の平均が $69\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ と若年女性の $41\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ を圧倒するパフォーマンスを発揮した。この差は、ショベルリング頻度よりもショベル負荷の差が大きい。表1において身長、体力においては全般的に若年女子の方が高めであるにもかかわらず、積雪地に特有な生活機能を評価するショベルリング投擲距離においては女性高齢者の方が0.8mも高い。この特徴は今回の被験者だけでなく、北海道における女子大学生と60歳代の女性において、脚パワーの劣る60歳代の女性の方がショベルリングスローディスタンステストの平均値が有意に高く、その違いが要領や経験によるものであることがSuda et al.²⁶⁾によって指摘されている。ランニングやサイクリングのような体重を移動する運動においては、加齢により運動効率が低下することが指摘²⁷⁾されているが、ショベル除雪のように若年者が避けがちで高齢者が毎日営々として繰り返す単純な運動においては、高齢者の方がはるかに効率的で高いパフォーマンスを発揮するとともに効率的に体力を発揮していることから、若年者も時には高齢者と一緒に同様な運動を実施し、経験や要領といったスポーツとは異なった筋の動員様式を習得しながら苦労を共有するなど、積雪地の生活に必要な体力と生活機能を向上させる機会が求められ

る。

生活習慣病を予防し、健康で活動的に生きるためには一定以上の最大酸素摂取量が必要²⁸⁾で、旧厚生省の「運動所要量」によれば、20歳代の女性の場合 $35\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (10Mets) である。実験1におけるショベル除雪の運動強度6.6Metsは、目標値となる最大酸素摂取量の66%に相当し適度な有酸素トレーニングとして評価される。

作業直後の収縮期血圧は、女性高齢者の178mmHgに対して若年女性は136mmHgと亢進はわずかであった。心臓の負担度を表すダブルプロダクト (Rate pressure product) は収縮期血圧×心拍数 $\times 10^{-3}$ であらわされる。Franklin et al.⁷⁾は、中年男性についてショベル除雪とトレッドミル走を実施し、酸素摂取量は前者が5.7Metsで後者の9.7Metsより低かったが、心拍数はほぼ同じ程度まで上昇し、収縮期血圧は除雪の方が高かったことからダブルプロダクトはトレッドミル走よりやや高めとなり、除雪が心臓に過大な負担を与えやすいことを警告している。本結果においても収縮期血圧に心拍数をかけた運動直後のダブルプロダクトは若年女性群の平均値22.0に対して女性高齢者は26.7と高かった。また、安静時に対する運動中の収縮期血圧の増加率も高齢女性群でやや高かった。このような点を考慮すれば心機能が低下した高齢者に対して、血圧の上昇の懸念が不要な若年者が適度な有酸素トレーニングとして気軽に力を貸すような体力づくりが日常化してほしいものである。

4.3 高齢者の自立能力保持と安全上の留意点

今回の測定条件は前述のように人力除雪としては最も軽度なレベルであったと推察されるが、運動強度は普通歩行のレベルをはるかに越える4.3Metsであった。Shephard²⁹⁾は、最大酸素摂取量を指標とした際の高齢者が自立生活を維持できる最低限の体力の閾値を $15\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (4.3Mets) としている。同様に Paterson et al.³⁰⁾も在宅高齢者が85歳になっても介護なしで $80\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ の歩行を1分間続けられるための最低必要な最大酸素摂取量は、男性が約 $18\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (5.1Mets)、女性では $15\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (4.3Mets) と推定している。

最大酸素摂取量とは全力で数分間程度しか頑張れない運動強度で、高齢者にとっては危険な強度であり、本研究で得られた除雪の強度からみて豪雪地帯の一人暮らしの高齢女性にとってはこの強度の運動が無理なく30分程度実施できるためには、少なくとも7メッツ程度の最大酸素摂取量が必要と推定する。Suda et al.²⁰⁾は、男性高齢者13名を対象としたショベル除雪作業の生理的応答と作業成績との関係について $r=0.768$ の有意な正の相関を認めている。図4における作業成績と酸素摂取量は有意な相関ではないが、酸素摂取量が高い程高い作業成績を発揮できること、作業成績には著しい個人差が見られることなどから、この関係についてさらに標本数を多くして探求していきたい。

生活習慣病を予防し最大酸素摂取量を高いレベルで維持するためには、一定以上（最大酸素摂取量の50%以上）の強度の運動を一定時間以上（一日最低20分間）実施することが必要³¹⁾である。実験2における被験者においては、畑仕事では3.0Metsとやや不足し、平地における普通歩行では3.6Metsとほぼこの最低の閾値、目標心拍数の下限を少し越える程度であるが、雪道歩行及び除雪においてはこの強度を十分越えている。

岸らは北海道の鷹栖町における高齢者の疫学的研究³²⁾から、除雪を自分で行っていた高齢者たちは行っていない高齢者たちに対して入院、ホームへの入居、家族による介護、死亡などによる「活動的な生活からの離脱 (active life loss)」のリスクが有意に少なかったことを報告している。除雪のような強度の高い筋力発揮をともなう運動が、自立能力保持の自然なトレーニングとしての役割を果たしているのであろう。

本研究で得られた無雪期における通常の歩行時の運動強度では、有酸素能力の維持向上に十分な強度とはならないが、4%程度のなだらかな登り坂の歩行でも除雪以上の強度となっている。豪雪地帯の住民は雪のない時期からこのような強度の運動をまじえて有酸素能力を高めていくことが推奨される。

図5に示すように坂道歩行の4.9Metsに対して除雪は4.3Metsと酸素摂取量では低めにもかかわらず

心拍数では128拍/分と坂道歩行の118拍/分よりも10拍も高い。これは歩行が脚（大筋群）のリズミカルな収縮運動として推奨されるのに対し、除雪は上肢（小筋群）も動員され、静的な筋収縮も伴うため血圧と心拍数の上昇により心臓に過剰な負担がかかりやすい問題点として指摘^{6), 7)} されている。

歩行や水泳などと違って除雪は運動処方の指針³¹⁾にしたがって各自の体力に合わせて強度、時間、頻度を適度に調節しにくい。降雪量は個人個人の健康状態、体力を考慮してくれるわけにはいかない。健康のすぐれない者がショベル負荷やテンポを減らして休憩を充分とったところで、寒冷環境下で元気な人の数倍も作業時間を費やさなければならない。住民全体がこのような問題について科学的な理解を共有しながら、世代の違い、地域の枠を越えて「高齢者が、自立した生活を全うできる雪国の実現」⁴⁾をめざす取り組みが望まれる。

今後の課題として、実験1においては、安全上の問題から高齢者としては比較的若く、除雪に慣れた活発な被検者を選定したため、より日常的な条件に当てはめるとともに、被検者数を増やしそれぞれの体力レベルに合わせた測定を行うように配慮すること、実験2にあっては、特別豪雪地帯における高齢者の日常の運動強度を知る上で意味深い調査であったと思われるが、体調不良のため無雪期と積雪期の被検者の数に変動を来したため、例数を増やすとともに障害や疾病の影響を考慮した検討が必要であると思われた。

謝辞

本研究のためご協力いただいた三笠市老人福祉センター事務局長山口様、雪の密度の測定にご援助をいただいた北星学園大学教授秋田谷英次先生にこの機会を借りてお礼を申し上げます。

本研究は、独立行政法人日本学術振興会による科学研究補助金基盤研究（B）（2）「豪雪地住民の生活機能向上のための在宅トレーニングプランの開発と効果に関する研究」（課題番号：16300217）の助成を受けた。

参考文献

- 1) 沼野夏生・菊池義浩：積雪地域における高齢者世帯の居住動向に関する研究 その2 山形県新庄市における単身高齢者の居住実態，日本雪工学会誌，第20回日本雪工学大会論文報告集，Vol.20, 2003.10, pp.89-90
- 2) Ramaswamy, S. S., Dua, G. L., Raizada, V. K., Dimri, G. P., Viswanathan, K. R., Madhviah, J. and Srivastava, T. N.: Effect of Looseness of Snow on Energy Expenditure in Marching on Snow-covered Ground, J. Appl. Physiol., Vol.21, 1966.11, pp.1747-1749
- 3) 大垣直明：雪国の生活スタンス，日本雪工学会誌，2004.4, Vol.20, No.2, p121-122
- 4) 沼野夏生：雪国の高齢化と防災の課題，日本雪工学会誌，2003.4, Vol.19, No. 2, p.112
- 5) Ainsworth, B. A., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., O'Brien, W. L., Bassett, D. R. Jr., Schmitz, K. H., Emplancort, P. O., Jacobs, D. R. and Leon, A. S.: Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. Med. Sci. Sports Exerc., Vol.25, 1993.1, pp.71-80
- 6) Åstrand P. O. and Rodahl K. : Textbook of Work Physiology, Third Ed. McGraw-Hill, New York, 1986, pp.311-314
- 7) Franklin B. A., Hogan, P., Bonzeim, K. Bakalyar, D., Terren, E., Gordon, S. and Timmis, G. C.: Cardiac demands of heavy snow shoveling. J.A.M.A., Vol.15, 1995. 3, pp.880-882
- 8) 中峠哲朗：北陸地方での市民除雪労力とその災害指数，雪氷，Vol.44, 1982.12, pp.211-216
- 9) 青山清道・木村智博：雪処理中の事故－新潟県を例にして－，日本雪工学会誌，Vol.17, No.3, 2001.7, pp.30-31
- 10) Rogot, E. and Padgett, J.: Association of Coronary and Stroke Mortality with Temperature and Snowfall in Selected Areas of the United States, 1962-1966. Am. J. Epidm. Vol. 103, 1976. 6, pp.565-572

- 11) Glass, R. I. and Zack, M. M.: Increase in deaths from ischemic heart disease after blizzards. *The Lancet*, Vol.3, 1979.3, pp.485-487
- 12) 金子勇: 都市高齢化社会と地域福祉, ミネルヴァ書房, 1996.5
- 13) 森田 勲・山口明彦・須田 力: ショベル除雪と筋力・筋パワーについて, *雪氷*, Vol.64, No.6 2002.11, pp.631-639
- 14) 森田 勲・須田 力: 高齢者の人力除雪で発揮される体力要素, *雪氷*, Vol.67, No.3, 2005.5, pp.233-243
- 15) 栗山 弘・野原以左武: 人力除雪における労働負荷に関する研究, *日本積雪連合資料*, No.141, 1987.2, pp.1-39
- 16) 須田 力: 除雪作業と体力. *北海道大学教育学部紀要*, Vol.57, 1992.4, pp.141-183
- 17) Sheldahl, L. M., Wilke, N. A., Dougherty, S. M., Levandoski, S. G., Hoffman, M. D. and Tristiani, F. E.: Effects of Age and Coronary Artery Disease on Response to Snow Shoveling. *JACC*, Vol.20, 1992.11, pp.1111-1117
- 18) Smolander, J., Louhevaara, V., Ahonen, E., Polari, J. and Klen, T.: Energy expenditure and clearing snow: a comparison of shovel and snow pusher. *Ergonomics*, Vol. 38, 1995. 4, pp.794-753
- 19) 須田 力・中川功哉・佐々木敏: 積雪地における高齢者の生活と体力に関する研究—高齢者の除雪作業における血圧応答について—, *高齢者問題研究*, Vol.9, 1992.3, pp.13-22
- 20) Suda T., Miyake S., Sasaki, T. and Kato M.: Physiological Responses to Snow Shoveling Observed in Aged Men. Ed. M. Kaneko, *Fitness for the Aged, Disabled, and Industrial Worker*. Human Kinetics, Illinois, 1993, pp.75-78
- 21) Sheldahl L. M., Wilke N. A., Dougherty S. M., and Tristiani F. E.: Responses of Women to Snow Shoveling and Snow Blowing. *Circulation*, Vol.88, 1993.11, p.610
- 22) 山下弘二・三浦雅史・李 相潤・吉岡利忠: 除雪の作業条件と呼吸循環応答, *理学療法学*, Vol.30, 2003.10, pp.273-279
- 23) 秋田谷英次・山田知充, 日本雪氷学会編: 雪氷調査法, 北海道大学図書刊行会, 1991.7, pp.29-45
- 24) Borg, G.: Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, Vol.2, 1970.4, pp. 92-98
- 25) 東京都立大学体力標準値研究会: 新・日本人の体力標準値2000, 2000.7, pp.21-26
- 26) Suda T., Asao H. and Morita I.: Differences in the relationships between physical resources and vital functions of college students and elderly people living in a snowy regions. *Scientific Proceedings from the 6th World Congress on Aging and Physical Activity*. 2005.7, pp.82-86
- 27) Himann, J. E., Cunningham, D. A., Reinizer, P. A. and Paterson, D. H.: Age-related changes in speed of walking, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 20, 1988. 4, pp.161-166
- 28) 進藤宗洋: 厚生省の「健康づくりのための運動所要量について」—「身から錆を出さない, 出させない」暮らし方の提案—, *保健の科学*, Vol.32, 1990.3, pp.139-156
- 29) Shephard, R.J, 1978: *Physical Activity and Aging*. London, Croom Helm, 1978, p. 353
- 30) Paterson D. H., Cunningham D. A., Koval J. J., and Croix, C. M.: Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86years. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, Vol.31, 1999.12, pp.1813-1820
- 31) アメリカスポーツ医学会編, 日本体力医学会編集委員会訳: *運動処方*の指針第6版, 南江堂, 2001.12, pp.141-152
- 32) 岸 玲子・築島恵理・小橋 元・志渡晃一・杉村 巖: 高齢者が地域で在宅生活を継続するための生活機能およびソーシャル・サポートの検討. *高齢者問題研究*, Vol.15, 1999.3, pp.195-207