HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	除雪作業と体力
Author(s)	須田, 力
Citation	北海道大學教育學部紀要, 57, 141-183
Issue Date	1992-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29378
Type	departmental bulletin paper
File Information	57_P141-183.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

除雪作業と体力

須田　力

Snow Shoveling and Physical Fitness

Tsutomu SUDA

目　次

はじめに …… 141
第1章　除雪作業の生理学的応答 …… 142
　第1節　研究の方法 …… 142
　第2節　児童・生徒の身体発達刺激としての除雪作業 …… 142
　第3節　男子大学生の除雪作業 …… 146
　第4節　主婦の除雪作業 …… 149
　第5節　高齢者の除雪作業 …… 152
第2章　除雪作業の筋の活動特性 …… 155
　第1節　表面筋電図からみた除雪作業 …… 161
第3章　人力除雪作業と体力 …… 161
　第1節　除雪作業における有酸素性作業能力および筋力 …… 166
　第2節　ショベル負荷とテンポの違いが生理学的応答におよぼす影響 …… 166
第4章　論　　議 …… 169
　第1節　除雪作業におけるショベル負荷とテンポの至適条件 …… 174
　第2節　体力の発達・保持の身体刺激としての除雪作業 …… 174
　第3節　健康管理上の問題 …… 175
おわりに …… 179
参考文献 …… 180

はじめに

積雪地の住民にとって冬季間の人力除雪作業は，健康や体力に大きな影響を及ぼし，生活を支配する共通の問題でありながら，ほとんど研究の手が及んでいない。企業や自治体の年間の除雪のための予算支出は厖大なものであるから，機械除雪に関しては，土木工学や雪氷学において研究が積み重ねられている。しかし，このテーマでも作業に従事する人のからだの立場から問題をとりあげた研究は皆無に等しく，衛生学の領域で安倍ら（1955）[1]の報告でわずかに触れているのみである。人力除雪作業に関する研究は，わが国では雪氷学において古川（1963）[15][16]の動作解析，東（1968）[8]の自家労働調査，栗山および野原（1987）[26]の生体への負担度および動作解析の研究が，人間工学における斎藤および高桑（1971）[40]の生体への負担度の報告があげられるのみである。諸外国においてもこの課題については，Karpovich と Sinning（1971）が“Physiology of Muscular Activity”[22]で，Åstrand と Rodahl（1986）が“Textbook of Work Physiology”[6]で雪かき作業の循環機能への負担に関して言及している以外は，研究成果が見当たらない。

人力除雪作業は，(1)全身運動であるが，上肢を中心とした部位が主に使われるため，同じ酸素摂取量の脚運動に比べて心拍数や血圧が上昇しやすいと思われること。(2)等尺性の筋緊張を持続する動作が含まれるため，筋の疲労を起こしやすいこと，(3)中腰姿勢で重量物を挙上する際，背筋や腰椎に過大な負荷が加わって障害を起こしやすいこと，などの問題を抱えている。このような問題点がありながらも，省力化の進んだ今日の生活の中で運動不足に陥り勝ちな積雪地の住民にとって，冬季間の体力の維持・発達刺激としての役割も果たしているとも思われる。

身体運動としての除雪作業の意義づけは，対象者によって異なる。こどもや青少年であれば，どの位頑張りがきくとか，体力の発達のうえでどのような効果が期待されるか，といった問題，お母さんたちにとっては，体力維持や肥満防止に果たす役割として，高齢者にとっては，健康管理を再重点としながら冬季の体調維持のための視点が考慮されるであろう。本稿は，これまで著者らが取り組んできた人力除雪作業に関する一連の研究結果[46)47)49)50)52)]をまとめ，積雪地域に生活する児童・生徒から高齢者に至るまでの人々について，その体力科学的意義と技術的特質に関する基礎的知見を提示するものである。

第１章　除雪作業の生理学的応答

第１節　研究の方法

人力除雪作業には全身の筋が動員され作業強度が高いと言われていることから，

① 有酸素性運動として呼吸循環機能の生理学的応答を求めることによって，歩行やランニングのような運動と同じ様に有酸素性作業能力の発達刺激として意義づけられること。

② 作業能力を規定するショベルの負荷，雪の投げだしのテンポなどは，作業者の筋力，有酸素性作業能力，熟練度によって影響されることから，これらの因子との関係を把握する必要があること。

③ 高齢者や体力の低い者にとって，過激な負荷となったり障害をおこさないための留意点を明らかにすること。

などが体力科学的なアプローチの視点としてあげられる。

したがって，児童・生徒や青年男子のように体力の発達刺激として位置づけられる場合には，有酸素性運動として必要な持続時間の中で最大努力を発揮させ，作業強度を最大酸素摂取量に対する割合として求めるという手法を採用し，高齢者のように健康管理が最重点となる場合には，普段の生活で発揮しているありのままの努力程度で無理のない応答であるかどうかを探索する，という様に対象者によって研究の視点を変え，異なった実験条件を設定した。

(1) 作業の方法

人力除雪には，ショベルによる除雪，スノーダンプによる排雪，屋根の雪下ろしなど種々の様式があるが，著者らはこれまでのところ作業成績が把握しやすく比較しやすいという理由から，もっぱらショベルによる除雪をとりあげてきた。

作業の手順は，図１－１に引用する古川[15)]の方法を基準にしたが，積雪の条件（深さ，密度，硬度など），用いる道具，作業者の筋力，作業条件などによって変化する。例えば，深く積った湿雪では切り出し動作が欠かせないし，「持ち上げ」に際して「身構え」が，「投げだし」に際して「反動づけ」を伴うが，密度の低い新雪，積雪深度が浅い場合，投雪距離が短い場合などではこれらの動作が省略される場合もある。

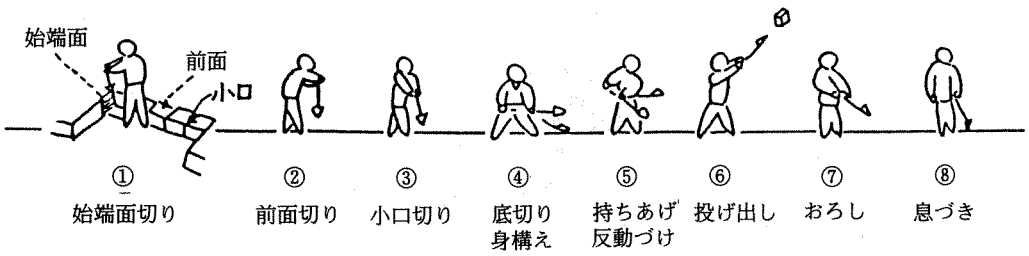

図1－1　1とシャベル1投雪の動作分解図（古川，1963による）

(2) 生理学的応答（Physiological responses）

作業時の生理学的応答を把握するため，以下の指標を測定した。

① 心拍数（heart rate）：被検者の胸部から心電図を導出し，テレメーター法（日本光電社製）あるいは被検者に携帯させた増幅器から携帯用データーレコーダー（TEAC 社，HR30J）に記録する方法を採用した。

② 酸素摂取量（$\dot{V}o_2$）：被検者に呼気マスクを装着し，ダグラス・バッグを背負わせ，作業の定常状態時に2～3分間呼気ガスを採集した。終了後ガスメーターで換気量を求め，サンプルガスをガス分析装置（日本光電社製 RAS31 および RAS41，または日本電気三栄社製 IH21A）により O_2 および CO_2 濃度を求め算出した.

その他設定された実験の目的により，RPE（主観的作業強度）や血圧の測定を加えた。

(3) 除雪経験等の調査

実験終了後，自己記入式で被検者各自の除雪経験，運動習慣，作業後疲労を感じた部位などの調査項目に回答させる質問紙法による調査を実施した。

(4) 作業成績（Shoveling performance）

作業成績（shoveling performance）は，ショベルで除雪された雪の量とするのが妥当と考える。古川の研究においては，ひとショベル当たりの量，除雪量とも容積（m^3）で表わし，栗山[26]の場合は，質量（kg）を採用している。除雪の目的から言うと実用上では除雪容積が問題であるが，北陸地方の様に湿雪が続く地域と違い，北海道の場合はシーズン中雪質が大きく変化し，雪質とりわけ密度が異なれば除雪容積が同じでも作業方法も生理的負担度も著しく変動することから，本研究においては毎分当たりの質量（$kg \cdot min^{-1}$）として評価する方法を採用した。

この値を算出するためには，(a)一定時間当たりの除雪容積を測定し，雪の密度を乗ずる方法，(b)一定範囲の空間に投雪された雪を容器に集め，重量を測定する方法，(c)ショベルに歪みセンサーを装着し，ショベルの負荷（shovel load，kg / scoop）とテンポ（shovel rate，scoops / min）を電気的に記録し，除雪された雪の重量を推定する方法，が考えられる。

当初は（第3章第1節における実験）では，(a)の方法を採用したが，被検者が雪を正確に切り出して余程几帳面に作業してくれなければ，除雪容積を測定するのが難しいことがわかった。(b)の方法は正確であるが，除雪重量が毎分100 kg を越えるような強壮な被検者の場合，除雪重量の測定に相当な時間を費やしてしまい，雪質が変化しない時間帯のなかで必要な標本数の実験を繰り返すことが困難であった。(c)の方法では，これまで Lehmann（1933）[27]がピエゾ効果を応用した圧力センサーにより，鋸引き作業やショベリング作業における力を検出している。著者らは，ショベルの柄の先端部にストレイン・ゲージ（KYOWA の KFC-2-350-C1-11）を貼布し，電

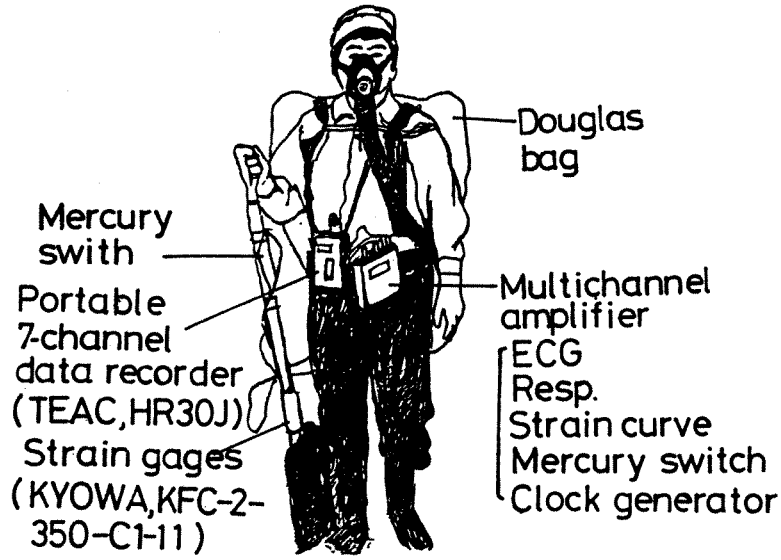

Fig. 1-2 Multi-channel recording system to evaluate the performance and the physiological responses in snow shoveling in ambulatory subject.

図1－2　除雪作業時の作業成績および生理学的応答の多チャンネル測定の装置

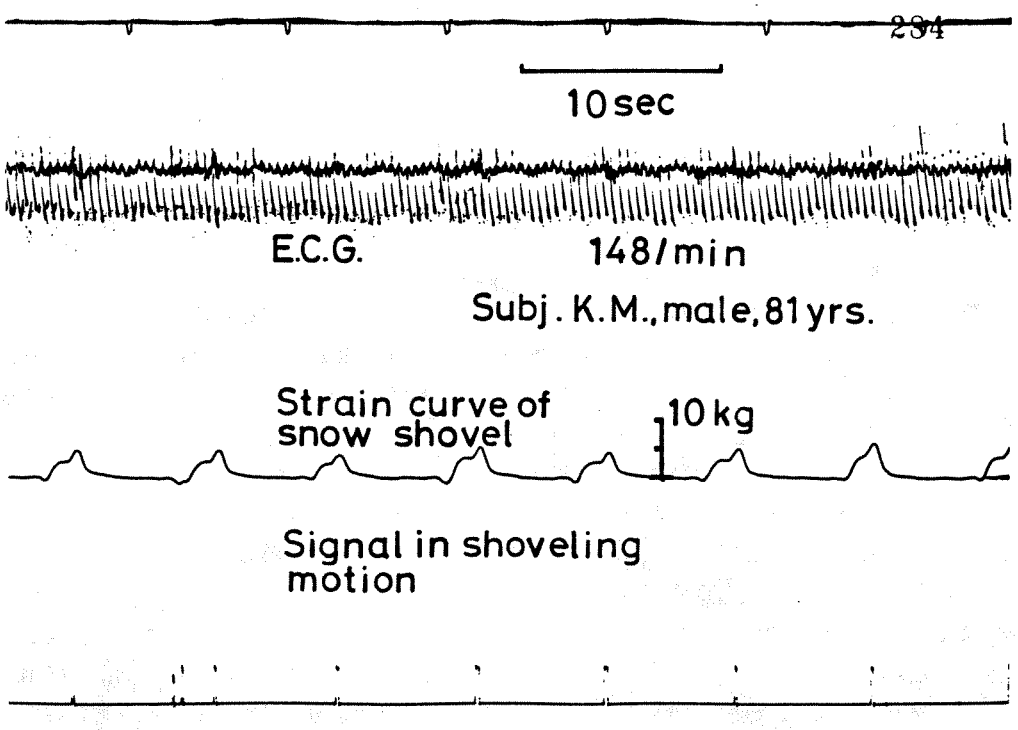

図1－3　シャベル除雪の心拍数（上），歪み曲線（中），投雪の信号（下，シャベルの柄に装着された水銀スイッチにより検出）の例。被検者は，81歳の男子高齢者

池電源の携帯用多チャンネル・アンプのユニットの1つにWheat Stone Bridge回路と増幅装置を組み込んだ歪み増幅器を試作し携帯用データーレコーダーに記録する方法を主に採用した。図1－2は，この方法を用いて，主婦の除雪作業を測定した時の装置を，図1－3には，このようにして記録されたデータのうち，ある高齢者の被検者の出力例である。歪み曲線の振幅はショベルに加わった力であるが，重量既知の砂袋を負荷としたキャリブレーション実験によりショベルで掬われた雪の重量の推定値として表した。第2章の筋電図記録における実験では，商用電源を用いた専用のストレイン・アンプを使用したが，実験が進むにつれ装置とショベルの距離が遠のいていき，記録の安定性に問題が生じた。

(c)の方法では，ショベルの歪みと投げ出された雪塊の誤差が問題となるが，一回ごとの負荷，テンポと共に「底切り」での圧縮の力や「振り込み」「投げだし」における伸張の力も検出されることから，(c)の方法を採用し，実験毎に(b)の方法や上述の方法とのキャリブレーションを毎回行って誤差を少なくするように努めた。図1－4は，12回のデータについてショベルの歪み曲線から算出された作業成績（横軸）と実際に秤量された重量（縦軸）との関係を求めたものである。

ショベルの負荷が一定でも投雪距離が変れば，投げだしに動員される筋量および発揮する筋力が変り，テンポが規定され，生理的負担度もこれに応じて変化する。これについては，積雪高や作業場の条件によってあらゆるバリエーションが考えられ一律の条件を設定する根拠はないが，本研究においては札幌の積雪高が北陸地方ほどではないこと，都市部の一般の住宅地では，十分な排雪のスペースを確保できないことなどの条件を考慮して，一応投雪の垂直距離を約1m，水

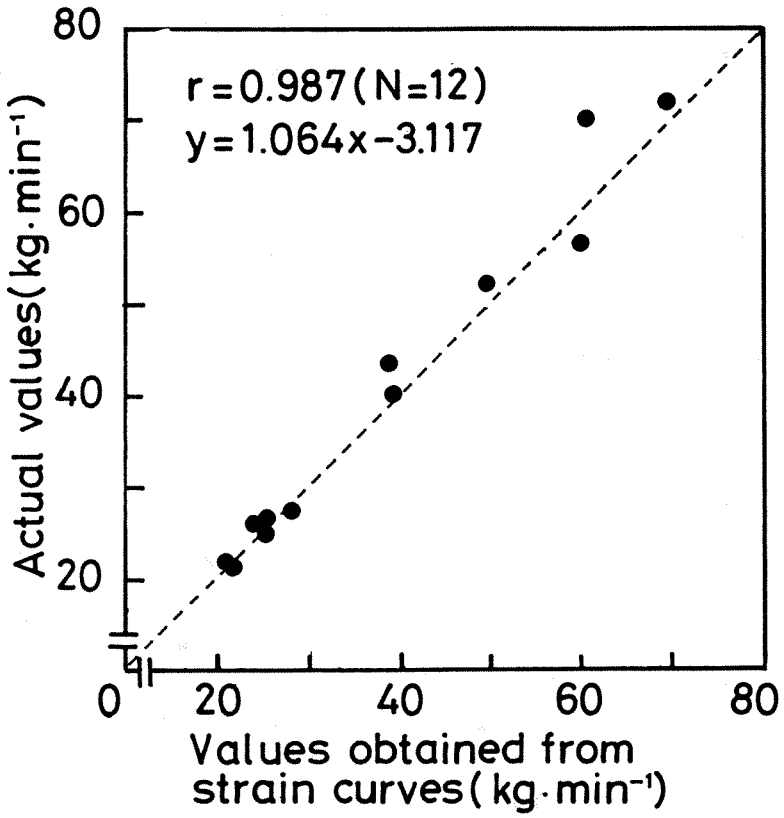

図1－4　ショベルの歪み曲線により算出された作業成績（横軸）と実測値（縦軸）との関係

	A	B	C
ショベル重量（kg）	1.8	1.4	1.4
柄の長さ（m）	0.68	0.74	0.76
ブレード面積（cm²）	725	945	1,344

図1－5　実験で使用したショベルの仕様

平距離を約1mと設定した。

(5) 用いたショベル

図1－5に本研究で使用したショベルを示す。密度の高い固い雪の時はAあるいはB，密度が低めの柔らかい雪の時はCを使用した。

(6) 雪質，環境条件など

天候，気温，雪質，積雪高，雪の密度などの条件を記録した。

(7) 被検者

児童・生徒：札幌市内に住む7～15歳の男子6名。

男子大学生：除雪経験，積雪条件の異なる18～26歳，平均20.9歳の男子大学生25名。

主　　婦：札幌市内に住む36～46歳，平均42歳の主婦10名。

男子高齢者：札幌市および名寄市に住む65～81歳，平均74歳の男子高齢者14名。

第2節　児童・生徒の身体発達刺激としての除雪作業

過密化，都市化によってこどもたちの日常的な遊びの場が奪われ，生活の省力化が進行する中で，これまで家庭，学校での生活の中で自然な体力発達刺激としての役割を果たしてきた身体活動が姿を消しつつある。積雪地においては，まずストーブに溜まった灰を屋外に捨てる，石炭庫

に行きショベルで石炭を掬う，石炭が満たされたストーブや石炭箱を部屋まで運搬する，という力仕事から一日が始まった。登校すると，教室のストーブの灰を屋外まで運んで捨てる，こずかい室に整然と並んだ石炭バケツの中から自分のクラスの分を教室まで運ぶ，蒸発皿の水を取り替えるためバケツで水を運ぶ，といった仕事があった。これらの力仕事は，いずれも背筋群が主働筋であり，運動の得意・不得意，好き嫌いを問わず日直当番のすべての生徒に課せられていた。

著者ら[48]は，かって北海道大学入学生の背筋力について，昭和25，26年頃の新制大学発足当時の入学生に比べて体格の著しく向上した最近の入学生の方が，絶対値，相対値（体重1 kg当たりの値）共低下している現象を指摘したが，この問題にはこのような生活様式の変化が影響しているのではないかと推察している。図1－6は，原崎ら[17]の資料および北海道教育委員会の報告[18]にもとずき，北海道の15歳男子の1500m持久走タイムの年次変化を模式化したものである。1964年当時の平均タイムはほぼ6分であったのが，1979年，1985年と低下しつつあること，分散が大きく広がり，1964年当時は，7分以上かかってゴールする者はごくわずかであったのが，1985年では8分の帯域まで大きく延びている。

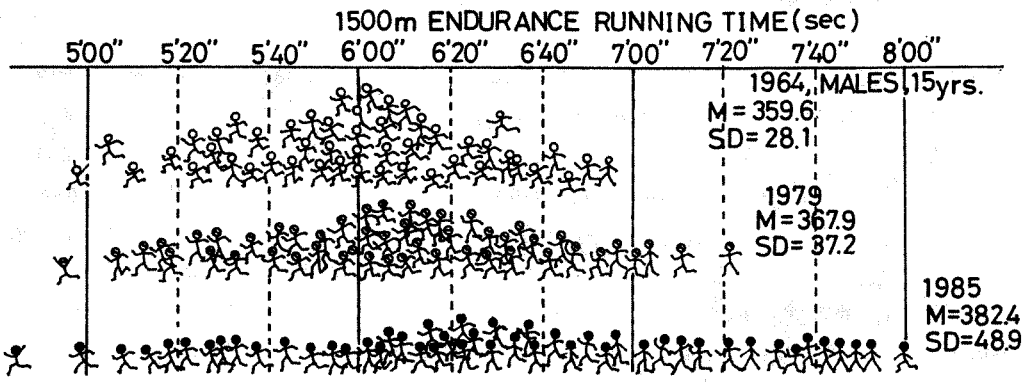

図1－6　北海道の15歳男子の1500m持久走タイムの年度別比較（いずれも道教委実施，1964年は原崎らによる1979年，1985年は道教委報告書による資料にもとづき須田作成）

このような持久性の年次低下，格差の増大とともに冬季間の運動量の減少が原因とされている積雪地のこどもたちの体力の不足[23][43][44]が共通の問題として指摘されている。著者ら[46]は，1980年に札幌市および小樽市内の児童・生徒694名に対して，生活の中の身体活動について調査を行った。その結果，かって冬季間の日常的な力仕事であった「石炭運び」や「薪割り」などは皆無に等しくなり，「灯油運び」でさえも「ほとんどしない」あるいは「まったくしない」割合が過半数となっていた。また，「ふとんのあげおろし」のような当たり前の仕事でさえ，「毎日する」者の割合は半数にも満たず，中学，高校となると3分の1あるいはそれ以下といった状況であった。このように省力化が進行する中で，除雪だけは共通した日常的な力仕事の機会を提供していると見られた。

そこで，7歳から15歳までの健康な男子6名を被検者として，生活の中で頻度の高い身体活動について心拍数，酸素摂取量（$ml \cdot min^{-1} kg^{-1}$），最大酸素摂取量に対する割合（以下%$\dot{V}O_{2max}$と略す）という指標を用いて，有酸素性作業能力発達のための作業強度を測定して比較した結果を図1－7に示す。なお，自転車エルゴメーターによる漸増負荷法で測定されたこの6名の男子

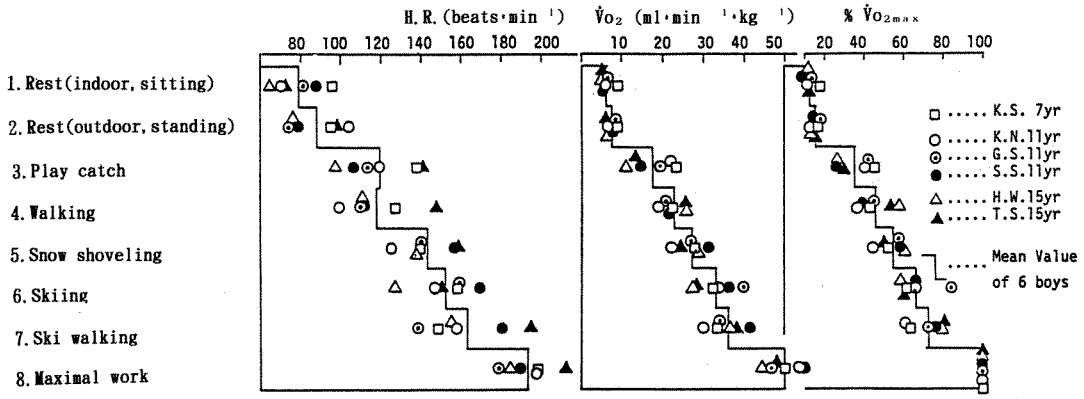

図1－7　6名の児童の戸外活動中の作業強度（心拍数，体重1 kg当たり酸素摂取量，% $\dot{V}O_{2max}$）

の最大酸素摂取量は，47～56，平均50.0 ml · min^{-1}· kg^{-1}と，この年齢範囲の男子の平均値とほぼ等しかった。

夏季の代表的なスポーツであるキャッチボールは，心拍数は98～143拍／分，平均値は120拍／分で歩行とほぼ同程度であるがこの運動に動員される活動筋量が少ないためか，酸素摂取量は12～24，平均18 ml · min^{-1}· kg^{-1}と低く，% $\dot{V}O_{2max}$ は26～46，平均値は35%であった。冬季の力仕事であるショベル除雪の場合，心拍数は125～160拍／分，平均143拍／分，酸素摂取量は22～32，平均27 ml · min^{-1}· kg^{-1}，% $\dot{V}O_{2max}$ は45～62，平均55%と速歩からジョッギングに相当する作業強度を示した。さらに，小斜面を利用したリフトを使わないスキーでは，心拍数は127～160，平均152拍／分，酸素摂取量は27～40，平均33 ml · min^{-1}· kg^{-1}，% $\dot{V}O_{2max}$ は58～85，平均66%と軽度のランニングに匹敵する強度を示した。普通の歩行速度よりもやや遅い程度のスキー歩行では，心拍数は138～195，平均値は163拍／分，酸素摂取量は30～43，平均36 ml · min^{-1}· kg^{-1}，% $\dot{V}O_{2max}$ は61～81，平均73%に達し，有酸素性作業能力を発達させる上で十分な水準に達していた。

運動強度が最大酸素摂取量の40%を越えると，一回拍出量がピークに達するというMargaria[30]やÅstrand[3]の心拍出量の指標からみたトレーニング強度の知見からみて，キャッチボールではやや不足であり，鞄を携帯した通学服装での歩行や除雪作業のような運動ではこのレベルに達している。また，血中乳酸濃度の増加からみた有酸素性代謝と運動強度との関係から，血中乳酸濃度急増のstarting point，最近では無酸素性作業閾値（AT，anaerobic threshold）と言われている水準に相当する心拍数は，山地[60]によれば，10～11歳が159拍，13～14歳が155拍，16～17歳が152拍／分程度となり，除雪作業ではこの水準を越えたのは6名中2名であった。リフトを使わない自然なスキー遊びやスキー歩行では，このレベルをほぼ越える強度となっており，積雪地における児童・生徒の有酸素性作業能力を発達させるうえでかけがえのない役割を果たしてきたことと思われる。遊びの世界でも，このような自然な起伏を利用したリフトを使わないスキー遊びや，歩くスキーのような冬季の不活動な時期に有酸素性作業能力を発達させる上で好適な運動が姿を消してしまい，こどもたちがファミコン遊びなどの室内遊戯に熱中するようになった現象が，上述の持久走タイムの年次低下，分散の増大の一因となっているのではないかと憂慮される。

とはいえ，思春期前の有酸素性トレーニングの効果については疑問視する研究者もあり，筋力

のトレナビリティも低い。著者は，こどもの除雪作業については体力発達の視点だけにとらわれないで，責任感や助け合いの精神を育てたり，道具を使って上手に正確にものを投げる技術の習得，ルソー[39]の言う「感覚的理性」による認識，(「ただ力だけを鍛えてもだめだ。力を導く感覚を訓練するのだ」)，てこを使った力学的法則の体得などの全面発達をめざす教育の手段として位置づけられるのではないか，という見解を抱いている。

第3節　男子大学生の除雪作業

体力的なピーク期にある20歳前後の健康な男子学生25名について最大努力でのショベル除雪作業を10分間課し，(1)作業時の生理学的応答の特徴，(2)どの位の作業成績を発揮するか，(3)除雪作業の経験の有無によって，作業時の生理学的応答および作業成績に差が見られるか，を探索するための実験を，1986年2月から3月にかけて北海道大学構内で実施した。

被検者は，全員北海道大学の寮生で，身体的特性を表1－1に示した。出身は北海道から九州まで多岐にわたり，北海道，新潟など積雪地の出身者が6名，福島，宮城など積雪の少ない地域の出身者が5名，東京，大阪，熊本など積雪のない地域の出身者が14名であった。寮の除雪は大学側で行うため，寮生が当番で除雪を行う習慣はない。しかし，非積雪地の出身でもアルバイトなどで除雪作業経験のある者も若干含まれ，除雪経験別に分けると，「よくやった」者は7名，「時々やった」者は6名，「まれにやった」者は6名，「まったく経験がない」者は6名であった。この場合，出身地の積雪条件別，除雪経験別に分けられた各群間で，体格に有意な差はなかった。

作業は，深さ1mに積もった密度0.2～0.3の湿雪を，重量1.4kg，柄の長さ76cmのスノーショベルを用いて垂直距離1m以上，水平距離1m以上の投雪を繰り返す方法を，最大努力で10分間課した。

1．生理学的応答

25名全体で，作業中10分間の平均心拍数は，126～178，平均157.6拍／分で，この年齢における最高心拍数の80％程度に相当する。酸素摂取量は絶対値として，1.54～2.51，平均2.05 $L \cdot min^{-1}$，体重1kg当たり値として，22.6～39.0，平均31.4 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$で，この年齢における最大酸素摂取量の平均値の65％程度であった。

この強度は，心拍数からみると一般成人の有酸素性作業閾値に対応する強度として宮下[32]により提起されている75％ HR_{max} の水準を越えており，体重1kg当たり酸素摂取量としては150 $m \cdot min^{-1}$の速度のランニングに相当するから，進藤ら[45]が提起する様に有酸素性作業能力を向上さ

表1－1．除雪経験別、出身地別被検者の身体的特性（平均値±S.E.）

出身別 / 除雪経験別	積雪のない地域	積雪の少ない地域	積雪の多い地域	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
全く経験ない	6	0	0	6	20.3±0.9	176.1±0.9	64.3±3.2
まれにやった	3	3	0	6	21.8±0.9	173.9±2.2	66.8±1.5
時々やった	4	2	0	6	21.8±0.6	170.1±1.2	63.8±1.8
よくやった	1	0	6	7	20.1±0.3	169.2±2.7	65.7±1.7
人数	14	5	6	25			
年齢　(歳)	21.6±0.6	20.6±0.5	20.2±0.4		20.9±0.4		
身長　(cm)	173.5±1.1	172.2±3.2	169.2±3.2			172.2±1.2	
体重　(kg)	64.2±1.6	67.9±1.6	65.2±1.9				65.6±1.2

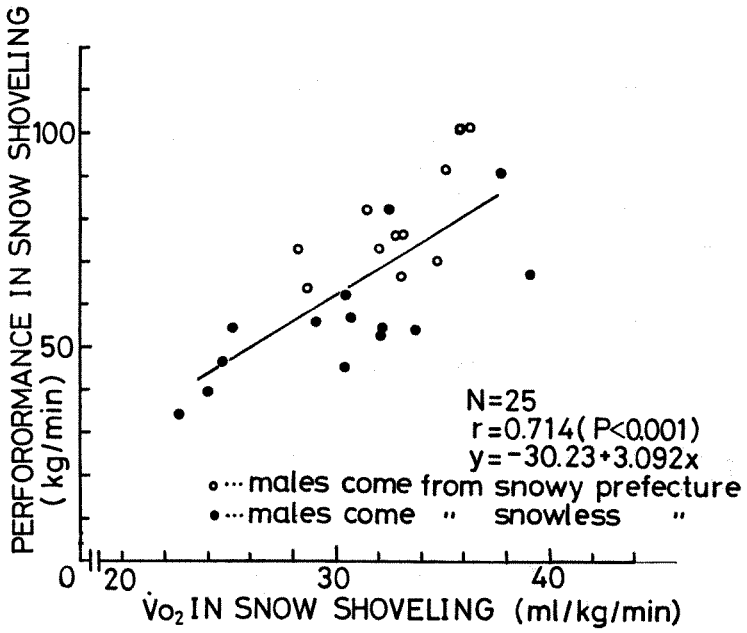

図1－8　手力除雪作業時の酸素摂取量（体重1 kg当，毎分当kg，横軸）と作業成績（毎分当kg，縦軸）との相関図（男子大学生25名の場合）

せるうえで必要と言われている水準に達していると評価出来る。このような強度においては，10数分以上の作業時間の必要条件が満足されれば，スポーツによる有酸素性運動トレーニングと同じ様な効果が期待されると判断する。

作業強度と作業成績との関係は，図1－8に示すように体重1 kg当たりの酸素摂取量が高い水準で遂行していた者が作業成績も高い傾向を示し，全体で$r=0.714$（$P<0.001$）と有意な相関を示した。白のプロットの積雪地出身者(「積雪地出身者6名＋積雪の少ない地域の出身者5名）は，回帰直線の上側に分布する割合が多いのに対し，黒のプロットの積雪のない地域の出身者は，回帰直線の下側に分布する割合が多いことから，積雪地出身者の方が，同じ酸素摂取量に対して高い作業成績を発揮する傾向が認められた。

一方，心拍数と作業成績との間の相関は$r=0.113$で有意ではなかった。これは，被検者がいずれも最大努力に近い頑張り具合で作業を遂行したため，作業中の平均値が150拍を越えた者が25名中20名も占めており，作業成績の分散に対して心拍数の分散が少なかったためと考える。

2．作業成績

スノーショベルの歪み曲線から推定された作業成績は，40～95，平均65 $kg \cdot min^{-1}$であった。除雪作業経験別に見ると，「まったく経験がない」群，「まれに経験した」群，「時々経験した」群，「よく経験した」群の平均値は，それぞれ51.5，68.5，60.9，75.5 $kg \cdot min^{-1}$と，「よく経験した」群の成績が高く，「まったく経験がない」群との差は，危険率5％以下の水準で有意であった。

出身地の積雪条件別に比較すると図1－9に示すように，東京，大阪，熊本など非積雪地出身群，福島，長野，宮城など積雪の少ない地域の出身群，北海道，富山，新潟，山形などの積雪地の出身群の平均値は，それぞれ56.2，71.3，79.9 $kg \cdot min^{-1}$と，積雪条件の差が作業成績に反映され，非積雪地出身群と積雪地の出身群との差は，危険率5％以下の水準で有意であった。

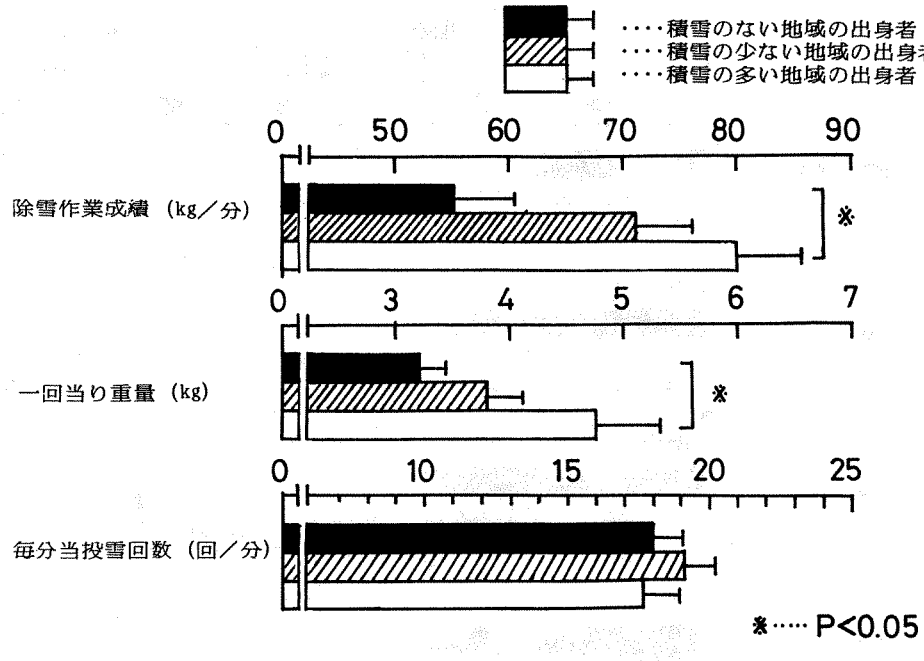

図１－９　出身地別除雪作業成績比較（平均値，標準誤差）

このような差をもたらした要因について，作業成績を規定するショベル負荷（一回当たりの重量）およびショベリングのテンポ（毎分当たりの投雪回数）から見ると，図１－９から明らかな様にショベリングのテンポにおいては３群間で差がなく，ショベル負荷の差がそのまま反映されている。ショベル負荷の平均値は，非積雪地出身群，積雪地出身群それぞれ3.21および4.75 kgと1.5 kgもの差が見られ，この差は危険率１％以下の水準で有意であった。被検者全体でショベル負荷と作業成績との間に r＝0.815（P＜0.001）と高い相関が見られた一方，ショベリングのテンポと作業成績との相関は，r＝0.159と有意ではなかったことからも，作業成績を規定するのは，テンポよりもショベル負荷であることが明らかである。

作業強度から見ると，図１－10に示すように心拍数は積雪の少ない地域の出身群がやや低いものの群間に有意な差はなく，酸素摂取量の方は積雪地の出身群がやや高い水準となっており，絶対値の酸素摂取量において積雪地の出身群の平均値は，非積雪地の出身群に対して有意（P＜0.05）に高かった。

以上の諸結果から，男子大学生にとって(1)人力除雪作業は，心拍数および酸素摂取量からみて有酸素性作業能力を高めるトレーニング刺激として意義づけられ得ること，(2)スポーツと同じ様に習熟するにつれ，経験を積んだ者の方が高い作業成績を発揮し，同じ酸素摂取量の水準でも経験のない者に比べてより高いパフォーマンスで遂行していること，(3)高い作業成績は，テンポではなくショベルの負荷（一回当たりの投雪重量）によって決定されること，などが明らかとなった。

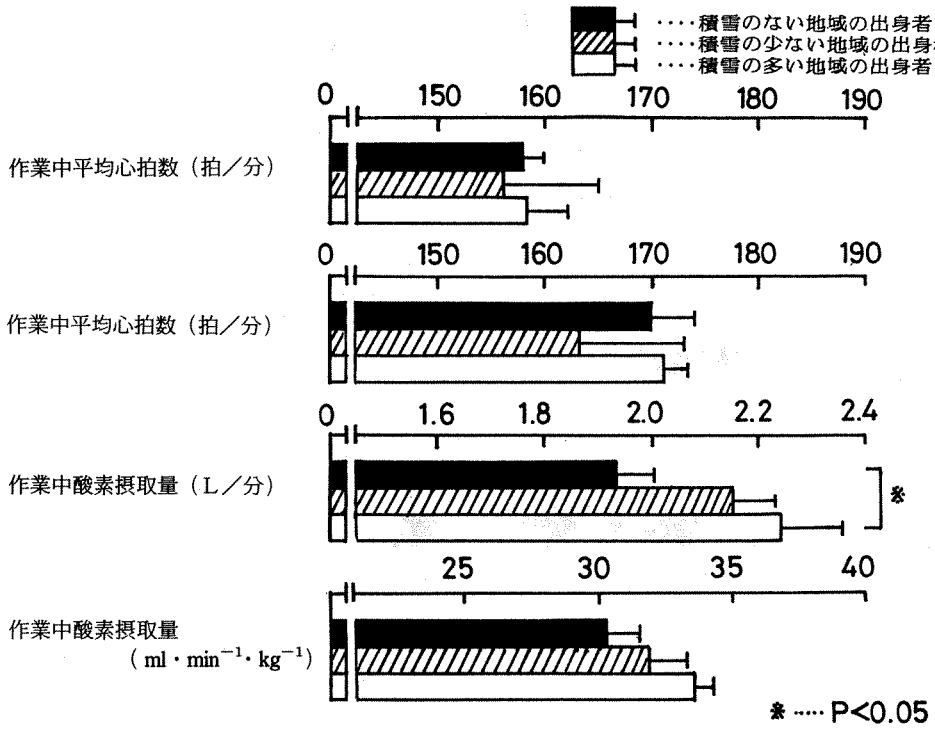

図１－10 除雪作業時の生理学的応答の出身地別比較（平均値，標準誤差）

第４節 主婦の除雪作業

家庭における除雪作業の主たる担い手である主婦について，(1)どの程度の作業能力を発揮しているか，(2)作業中の生理学的応答にどのような特徴が見られるか，を探索する目的で，前述の男子学生と同時期に，同場所で，同じ手法を用いて実験を実施した。

被検者は，表１－２に示す成人女性で，いずれも札幌市内に住み日常特に継続的な運動を行っていない36～46歳，平均42歳の健康な主婦10名である。被検者の身長は150～156，平均値は154 cm，体重は46～69，平均値は56 kg で，除雪作業の経験は，10名中８名が「よくやっている」，２名が「時々やっている」と答えている。作業は，深さ約１ｍに積った密度0.2～0.3の雪を，重量1.4 kg，柄の長さ76 cm のスノーショベルを用いて，垂直距離１ｍ，水平距離１ｍ以上で投雪する条件を最大努力で10分間課した。

１．生理学的応答

表１－３に生理学的応答および作業成績の範囲，平均値および標準偏差を示す。心拍数は，10分間の平均値として128～170，10名の平均値は149.7拍／分，作業中最高心拍数は134～178，平

表１－２．被検者の身体的特性

性	N	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	除雪作業経験程度
女	10	42.0±3.0	153.7±2.6	56.4±6.8	よくやった……8 時々やった……2

数値は、平均値±標準偏差

表1－3．10名の主婦の除雪作業の生理学的応答と作業成積

Parameter	Range	Mean ± SD
Shovel rate (scoops・min $^{-1}$)	12.9 － 29.1	20.9 ± 4.9
Shovel load (kg・scoop $^{-1}$)	2.5 － 6.5	4.0 ± 1.2
Performance (kg・min $^{-1}$)	52.3 －105.2	80.6 ± 17.6
Heart rate (beats min $^{-1}$)	128 －170	149.7 ± 12.3
$\dot{V}o_2$ (L・min $^{-1}$)	1.21－ 1.81	1.44± 1.80
$\dot{V}o_2$ (ml・min $^{-1}$・kg $^{-1}$)	21.8 － 30.5	25.7 ± 2.9
METS	6.2 － 8.7	7.3 ± 0.9

均値は157.6拍／分で，この年齢代の最高心拍数を山地ら[60]による約170拍／分とすると，それぞれ88％および92％に達した。

酸素摂取量は，絶対値で1.2～1.8，平均1.44 L・min^{-1}，体重1 kg当たりでは，22～31，平均25.7 ml・min^{-1}・kg^{-1}であった。代謝等量（METS）は，6.2～8.7，平均7.3 METSで，American College of Sports Medicine[2]によるスポーツ活動のMETS値では，バドミントンの5.8よりも高く，テニスの6.5に匹敵する。エネルギー消費量としては，7.1 kcal・min^{-1}であった。この強度は，日本人の一般健康成人女子40～49歳の最大酸素摂取量の平均値として推定されている跡見[7]の26.0 ml・min^{-1}・kg^{-1}（Sedentaryな女子），小林[25]の27 ml・min^{-1}・kg^{-1}に近い値に達している。歩行やランニングに換算すると，この値は130 m・min^{-1}のランニングに匹敵する水準に達し，有酸素性作業能力改善のための運動として十分な強度と判断できる。

今日の機械文明の発達により主婦の労働時間の短縮と作業強度の軽減が実現したが，一方では日常生活での身体活動量が減少し，運動不足を招来している。心拍数の連続記録から主婦の生活における身体活動水準を評価した研究によれば，わが国でも，欧米諸国においても120拍／分を越える機会はほとんど希であるという。このような中で山地（1981）[60]は，衣生活・食生活・住生活・雑生活別に作業に見られる主婦の心拍数を記録している。この結果によると，平均心拍数が100拍／分を越える作業として，洗濯機からの水汲み（104），ごますり（101），伏臥位での雑巾がけ（138），座位での雑巾がけ（118），立位での棒雑巾がけ（113），布団敷き（125），ベッド整理（101），のこぎり引き（112），着替え（101），雪すかし（1.2 kgのスコップで雪を1 m横にすかしていく，122），自転車空気入れ（102）をあげている。これらの作業の中で，作業の強度，持続時間，頻度の条件を考慮すると除雪作業は，積雪地の主婦にとって有酸素性作業能力維持の自然なトレーニングの役割を果たしていると見られる。

図1－11は，札幌市の住宅地に居住するある主婦が，降雪の翌日にスノーダンプを使って家の回りの除雪作業を午前と午後1時間ずつ行った時の心拍数の記録例である。心拍数はほぼ120拍／分前後が持続されているが，この水準はこの主婦の70％ HR_{max} に相当し，自転車エルゴメーターで測定された最大酸素摂取量の約55％の強度に相当した。この強度と持続時間は，過激に至らず有酸素性作業能力を向上させるために必要な条件を十分に満足させていると言ってよい。

2．作業成績

ショベルの一回当たりの負荷は，2.5～6.5，平均4.0 kg，テンポは，13～29，平均20.9回・min^{-1}，作業成績は，52～105，平均80.6 kg・min^{-1}であった。前述の男子大学生と比較すると，除雪経験の無い群，非積雪地域の出身群の平均値よりも優れ，積雪地の出身群の平均値79.9 kg・min^{-1}とほぼ等しかった。ショベル負荷とテンポとの関係では，今回測定した主婦は，男子学生のうち

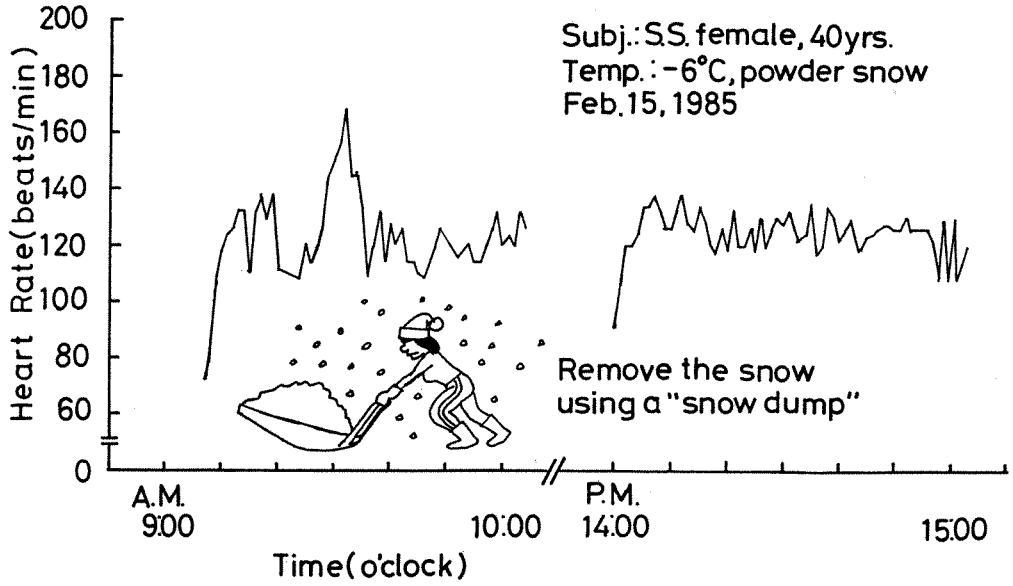

図1－11 スノーダンプを用いて家のまわりを除雪したときの心拍数の変化（被検者S．S，主婦，40歳，外気温－6℃，粉雪）

除雪経験のない群や非積雪地域の出身群よりもショベル負荷，テンポとも高かったが，積雪地域の出身群と比較するとショベル負荷はやや軽く，テンポの方は速い傾向が見られる。しかし，酸素摂取量との関係から見ると，積雪地出身の学生群の平均値の絶対値の2.2 L・min^{-1}，体重1 kg当たりの値の33.5 ml・min^{-1}・kgに対し，絶対値で1.4 L・min^{-1}，体重1 kg当たりの値で25.7 ml・min^{-1}・kg^{-1}とはるかに少ない値で同じ作業成績を果たしていることが注目される。

酸素摂取量は男子学生においては，絶対値，相対値とも作業成績と有意な正の相関を示したのに対して，主婦の場合は絶対値で$r=-0.02$，相対値で$r=-0.51$（NS）とまったく異なった結果となった。

Williamsら[58]（1982）は，平均年齢25歳の成人女子7名に対し，重量の異なる箱を60 cm持ち上げる動作を繰り返す作業を課し，生理学的応答を測定したが，PetrofskyおよびLind[38]（1975）が同一の実験を男子に対して実施した結果と比較して，生理学的応答で著しい性差があったと指摘している。すなわち，男子の場合，持ち上げる負荷が重くなるにつれ，この作業様式での最大酸素摂取量が増加し，自転車エルゴメーターよりも高い値さえ見られたのに対し，女子の場合はそのような傾向が見られなかった。Williamsらは，その原因として女子の場合軽い負荷の場合でも，"bent-leg"の作業姿勢を採用する傾向が見られ，この作業姿勢は，筋量の多い脚筋群が動員されるため，酸素摂取量が高くなったためと説明している。本研究においては，作業姿勢を把握していなかったので，この要因からは考察できない。もう一つの特徴として，男子大学生および後述する高齢者男子は，ショベル負荷の高い者程作業成績が優れていたが，主婦の場合は，$r=0.42$と有意な相関とはなっていないことがあげられる。さらに，今回被検者となった主婦の身長の分散は少なかったが，身長と作業成績との間に$r=0.69$（$P<0.05$），ショベル負荷と身長との間にも$r=0.71$（$P<0.05$）と，いずれも有意な相関が見られたことから用いた道具と身長との関係についてさらに検討する必要があると思われた。

表1－4は，今回の被検者のうち3名について楽なペース（主観的作業強度で「かなり楽」か「楽である」），中程度（「楽である」か「ややきつい」）およびきついペース（「かなりきつい」か「きつい」）の3段階の強度で，生理学的応答および作業成績を測定した結果である。

楽なペースにおいては心拍数は92～141，平均117拍／分で，酸素摂取量は体重1 kg当たり15～20，平均17 ml・min^{-1}・kg^{-1}であった。きついペースにおいて酸素摂取量が29 ml・min^{-1}・kg^{-1}に達した。同年齢の43歳における健康な日本人女子の最大酸素摂取量は，26 ml・min^{-1}・kg^{-1}であり，被検者の有酸素性パワーがやや高めと見られるものの，楽なペースの段階でも，一回はく出量の増加や脂質代謝の改善など健康づくりへの効果が期待される「ニコニコペース」（進藤ら[45]）としての有酸素性運動に位置づけられよう。各被検者とも，作業成績の増加と酸素摂取量は比例しているものの，自分の家の回りの除雪作業だけのT. M. 及びS. S. の2名と，出稼ぎの除雪で作業に堪能なH. M. とで増加の勾配は全く異なっている。主婦は，家庭における除雪作業の主力であり，積雪地の男子学生に劣らない作業成績を発揮しており，習熟度の差が少なく作業成績と酸素摂取量との間に比例関係が得られることを期待したが，男子とまったく異なった特徴を示した結果から，体格と道具との関係，技術差，生理学的応答の性差などの要因について明らかにする課題を残した。

表1－4．強度を変えた除雪作業における3名の主婦の生理学的応答と作業成績

被検者	年齢	心拍数 (beats/min)			酸素摂取量 (ml/min/kg)			作業成績 (kg/min)		
	(yrs)	軽	中	強	軽	中	強	軽	中	強
S. S.	41	92	110	161	16.2	20.9	35.5	10	49	99
T. M.	43	141	163	184	20.0	26.1	30.7	27	69	79
H. M.	46	117	121	153	15.1	16.2	21.4	33	51	111
平均値	43.3	116.7	131.3	166.0	17.1	21.1	29.2	23.3	56.3	96.3

第5節　高齢者の除雪作業

積雪地で生活する高齢者にとって人力除雪作業は，(1)寒冷環境下で行われること，(2)作業強度が高いこと，(3)作業様式が上肢の静的な筋力発揮を伴うため，筋における血流阻止および胸腔内圧の上昇により心臓への負担が増大し，血圧上昇を起こしやすいこと，(4)腰背部を中心とした特定の部位に疲労が集中し，障害が発生しやすい，など健康を脅かす問題を抱えている。このような問題がありながらも，4カ月以上も雪に閉じ込められ運動不足に陥り勝ちな冬の生活の中で，健康や体力の維持の役割も果たしているとも考えられる。

人口構成の高齢化は積雪地域において特に顕著に進行しつつあり，高齢者のひとりぐらしの割合が増加している中で，高齢者の雪かきは，生活に関わる重大な問題と考える。たとえば，忍[37]によると北海道において昭和55年から実施した「在宅福祉サービス」の利用者の大部分は，老人であり，サービスの内容として最も多くあげられているのが「入浴」で，つぎが「除雪」，「布団乾燥」，「屋根の雪おろし」などの力仕事であるという。これと関連して，同じ昭和55年に制度化されたシルバー人材センターにおいても，「除雪」（屋根の雪おろしを除く）が，ボランティア活動の主要な援護サービスに含まれている[53]。石田ら[21]は，都市部における高齢者の「生きがい」を支える上で，健康や体力が大きな影響を及ぼしている実態を明らかにしているが，「除雪」はその象徴的な例であろう。本節では，このような問題関心を背景として，高齢者が日常従事して

表1－5．被検者の身体的特性と除雪経験等

人 数	性別	年 齢	身 長（cm）	体 重（kg）
14	男	74.3±4.6	159.2±5.3	58.8±7.5

除雪経験	運動習慣	現在かかっている疾患
よくやっている…9 (64.3%)	まったくしない…4 (28.6%)	高血圧症……7 (50.0%)
時々やっている…5 (35.7%)	月一回位……1 (7.1%)	肝疾患……1 (7.14%)
	週2、3回位……5 (35.7%)	な い……5 (35.7%)
	毎日のようにや…4 (28.6%)	
	っている	

（注） 年齢、身長、体重は平均値±標準偏差、運動習慣のうち「毎日のようにやっている」は、夏季のゲートボールで冬季は不定期な除雪のみ

いる程度の除雪作業とは，どの程度の体力（有酸素性作業能力）が発揮されるのか，について論及する。

被検者は，表1－5に示す札幌市および名寄市に住む65～85，平均74.3歳の高齢者男子14名である。いずれも北海道に長く生活し除雪の経験は十分に積んでいるが，軽い脳溢血の既往のある者，高血圧症，肝機能が十分でない者などあまり無理のきかない者がいる一方，体力に自信があり独居老人宅や病弱な仲間の家の除雪奉仕を行っている者なども含まれていた。

作業は，深さ0.4～0.6mに積もった平均密度0.2の新雪を，重さ1.4kg，柄の長さ76cmのスノーショベルを用いてすくい，垂直距離1m，水平距離1mに投雪する動作を，普段家庭や職場で行っている努力程度で10分間実施させた。生理学的応答を把握する指標として，前述の青年男子および主婦に対して実施した方法に血圧測定を加えた。血圧は，作業前および作業終了から2～3分経過時にリバロッチ型血圧計による聴診法で測定した。

1．生理学的応答

心拍数は，作業前が53～84，平均72.4拍／分でほぼ年齢平均値に等しい。作業中は，図1－12に示すように，作業開始2分目位まで急上昇し平均125拍／分程度に達し，以後微増し終了時付近で130拍／分となった。最高値は93～155拍／分と分散が大きかったのは，日頃から職場の仕事としてあるいは奉仕活動として除雪作業に慣れた被検者は，精力的に頑張ったのに対し，除雪にあまり慣れてない被検者や健康度に自信のない被検者は無理のない負荷で実施したためである。平均値は133拍／分で，この値は70歳の日本人一般健康成人男子の最高心拍数として小林ら[25]のあげる160拍／分の83%に相当する。

酸素摂取量は，作業前が0.19～0.30，平均0.22 L・min^{-1}であったが，作業時は，0.82～1.4，平均1.14 L・min^{-1}，と安静時の約5倍，5.5 METSの強度を示した。この強度は斎藤および高桑[40]が，29～51歳の成人男子について家庭における除雪作業の負担度を測定した報告におけるジョンバー（除雪ショベル）による作業のRMRの6.71，スノーダンプによる除雪作業の5.75に比較すると若干低い。体重1kg当たりでは19.3 ml・min^{-1}・kg^{-1}で，小林ら[25]があげる日本人般健康成人男子70歳の最大酸素摂取量の平均値の約70%程度に相当する。エネルギー消費量は，5.7 kcal・min^{-1}と推定された。この強度は，100m・min^{-1}の速歩に相当する。

心拍数および酸素摂取量の水準に加えて呼吸ガス交換比が1.0を示したことからも，有酸素性

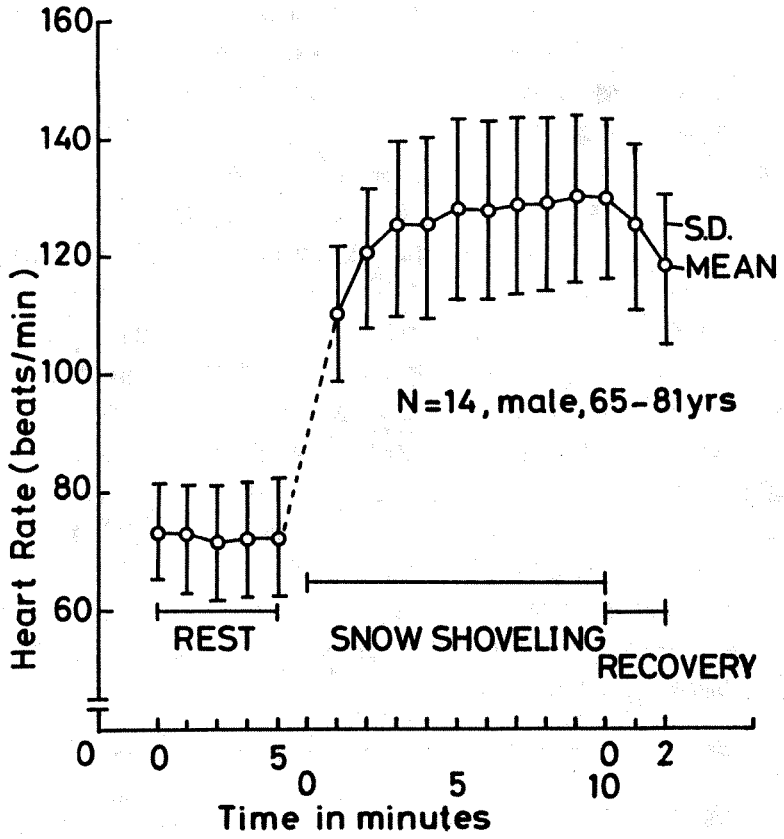

図1－12　高齢者14名の除雪作業時の心拍数の変化

作業能力改善の目安としてあげられている無酸素性作業閾値（AT，Anerobic Threshold）に達する強度と思われる。池上[19]の見解によれば，作業強度がATを越えてさらに最大乳酸定常を越えるような強度では代謝が無酸素運動となり，アシドーシス化，アドレナリン値の上昇が起こり，循環系の負担も増大する。このようなことから安全性からみた適正限界は，平均的な値として高齢者では60% $\dot{V}o_2max$としている。また，進藤[45]は，高齢者にとって健康づくりのための運動強度は，「ニコニコペース」，つまり“ニコニコ”しながら楽に余裕をもって行う50% $\dot{V}o_2max$強度が基本であるという考えを提示している。この強度に相当する予測心拍数は，池上[19]によれば，70歳代では105拍／分程度に相当する。

運動強度の適正な範囲は個人によって異なり，高齢者の場合はとりわけ健康度，体力の分散が大きくなることもあり，処方はあくまでも個人個人について下されるべきであるが，本研究における被検者は，各自のマイペースで無理なく実施するように指示したものの，平均値から見ると心拍数，酸素摂取量，呼吸ガス交換比などから見て，この年齢としてはやや過激な負担度となっていたのではないかと推察する。これに加えて除雪作業は，作業様式が上肢筋の等尺性の筋力発揮をともなうため，同じ強度の歩行やランニングよりも血圧が上昇しやすいこと[5]なども勘案すると，もっとペースを落とすか，休息のインターバルを十分確保するなどの配慮が必要と判断する。しかし，作業強度を和らげたり，ショベル負荷を低くすると，寒冷条件下で一層長い作業時間を強いられるという問題が生じてくる。ある一定以上の容積の除雪というノルマが決まってい

ると，ジョッギングや歩行のようなトレーニングと違って途中で止めにくいため，作業強度の条件で適正であっても持続時間の条件で安全限界を越える危険に陥りやすい。このようなことから，高齢者にとって除雪作業は，個人の健康管理や運動処方の問題に還元されない，家族や周囲の配慮をも含めた運動処方として意識されなければならない。

収縮期血圧は，作業前が145～170，平均161.6 mmHg，作業後は146～200，平均169.6 mmHgであった。拡張期血圧は，作業前が66～110，平均86.5 mmHg，作業後は60～118，平均88.2 mmHgであった。図1－13に示すように作業前に拡張期血圧の高かった者が，作業後も高い傾向が認められた。高齢者は，若い人に比べて作業による血圧上昇度が大きいことからも，その応答に留意する必要がある。作業中の血圧上昇については，心拍数や% $\dot{V}o_2max$ のようなガイドラインが提示されていないが，アメリカスポーツ医学協会[2]は，運動処方の指針として心疾患患者は，安静時の収縮期血圧が200 mmHg以上，あるいは拡張期血圧が100 mmHg以上が運動プログラム参加の禁忌の基準を，収縮期血圧が220 mmHg以上，拡張期血圧が110 mmHgを運動トレーニング中止の基準として設定している。また，池上[20]は，運動中の収縮期血圧の許容限界として60歳以上の場合，210 mmHgという試案を示している。本研究の場合，測定値が作業終了後2～3分後のものであったためこの値に達した例はなかったが，作業中にはもっと上昇していると判断すべきであろう。除雪作業は寒冷環境下での作業であること，作業様式が血圧上昇をもたらしやすいことなどの問題から，健康度の低い者や高血圧症の割合が多く含まれる高齢者については，作業中の血圧の動態をより詳細に把握する必要を切実に感じた。

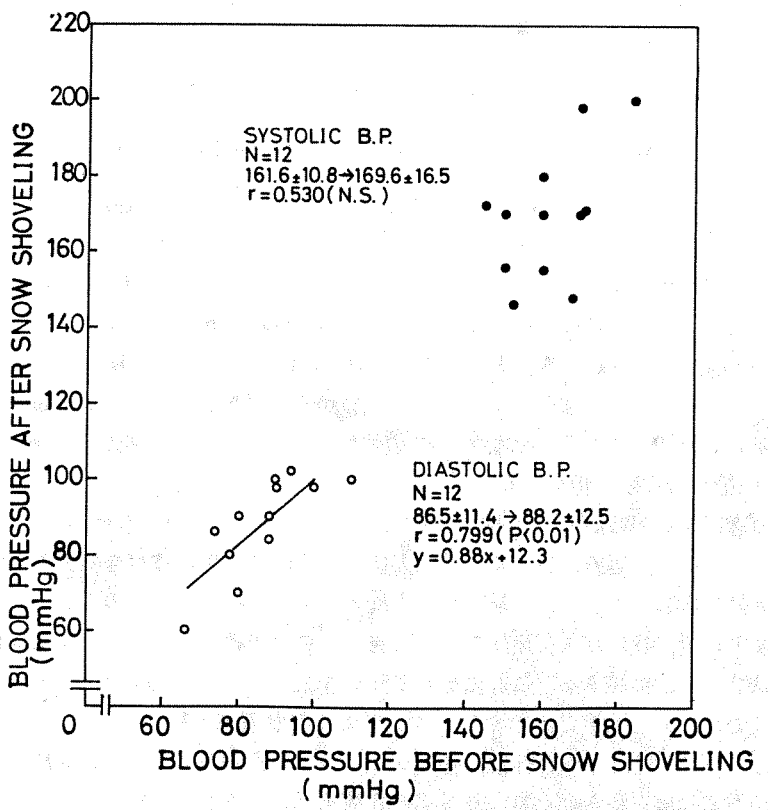

図1－13 高齢者男子12名の除雪作業前の血圧（横軸）と作業後の血圧（縦軸）の相関図

2．作業成績

被検者の健康度，体力の差が大きかったため，生理学的応答における各指標の分散が大きかったことを反映して，作業成績も被検者間で著しい差が見られた。ショベル負荷は，1.8～12.1 kgと最低値と最高値とで6.7倍もの差となり，平均値は5.3 kgであった。テンポは6.9～13.1回·min^{-1}とショベル負荷よりも分散は少なく，平均値は9.8回·min^{-1}であった。酸素摂取量の最低値と最高値との差が2倍に満たないにもかかわらず，作業成績は，24.0～89.4 kg·min^{-1}と最低値と最高値との差は3.7倍に達している。平均値は58.6 kgであった。図1－14示すように，作業成績の低い者程，除雪された雪の重量1 kg当たりのエネルギー・コストが高い傾向，すなわち効率が低下する傾向が見られた。

男子大学生の場合と同様に，酸素摂取量の絶対値と作業成績との間に$r=0.77$，酸素摂取量の体重1 kg値との間に$r=0.73$（図1－15.）といずれも危険率1％以下の水準で有意な正の相関が認められた。ショベルの負荷と作業成績との間が，$r=0.91$（$P<0.001$）と高い正の相関となったのに対して，テンポと作業成績の関係は，$r=-0.50$と有意ではないが負の相関さえ示しており，男子学生における経験程度別，出身地の積雪条件別の特徴と同様に，作業成績のすぐれた者は，ショベリングのテンポはむしろゆっくりでも，一回にすくう雪の量が多いことが印象的であった。

一般に握力のような筋力は加齢による低下が少ないが，背筋力のような脊柱支持筋力は低下が急であると言われる。橘内ら[24]によると正常な脊柱については，青年期で一般に脊柱の伸展筋力が屈曲筋力（腹筋力）を約40％上回るのが，加齢とともに緩やかな下降線を描き，60歳頃より急激に減少をはじめ，70歳頃になると男女とも伸展／屈曲比がほぼ1.0となる。これに伴い，脊椎骨塩量も減少し，その力学的強度が低下すると言う。これと関連して中野[34]は，背筋力はbone mineral analyzerにより測定された骨塩量と比例するので，背筋力は骨粗鬆症の予防あるいは進行に重要な関係を持っていると指摘している。このことからも，高齢者が作業能率を高めることに追われ，ショベル負荷が過重にならないよう留意する必要がある。見方を変えると，このように腕，背筋に繰り返し刺激を与える自然な筋力トレーニングは，上腕骨や腰椎の骨塩量の減少や，筋力の低下を防止する効果も果たしているとも思われる。

以上の諸結果から要点をまとめると，(1)除雪作業は高齢者にとって生理的負担度が大きくなりがちなので，ペースを押さえる必要があること。(2)酸素摂取量の低い水準（強度の低い）では，エネルギーの消費量に対して作業成績は相対的に低めであり，ショベル負荷が大きい程高い作業成績を発揮するので，熟練した者ほどショベル負荷を高めようとする衝動を起こしやすい。(3)しかし，等尺性の筋力がある強度を越えると，腹内圧の上昇や筋張力の増加によって血管が圧迫され，血圧の上昇，心への環流量の減少など心循環系に好ましくない影響を与えるのみならず，加齢により筋力が低下した腰背部へ過大な圧が加わる危険も増大する。このようなことから，高齢者の除雪作業については，心拍数や酸素摂取量だけでなく，血圧，体幹部の筋力や骨の老化の進行程度などからのチェックが必要であろう。

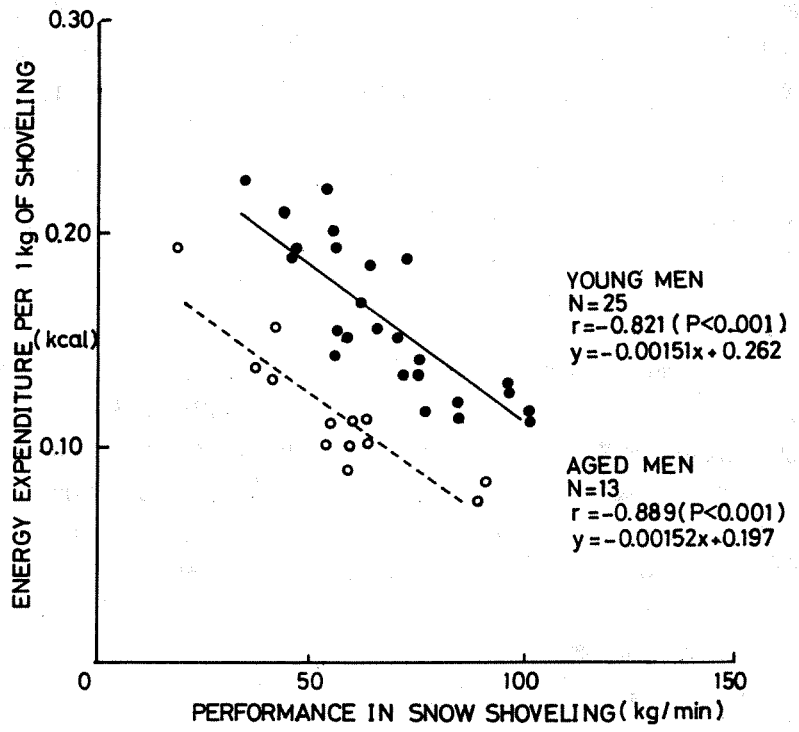

図1－14 除雪作業における作業成績（横軸）とショベル負荷（除雪された雪）1kg当たりの酸素摂取量（縦軸）との関係

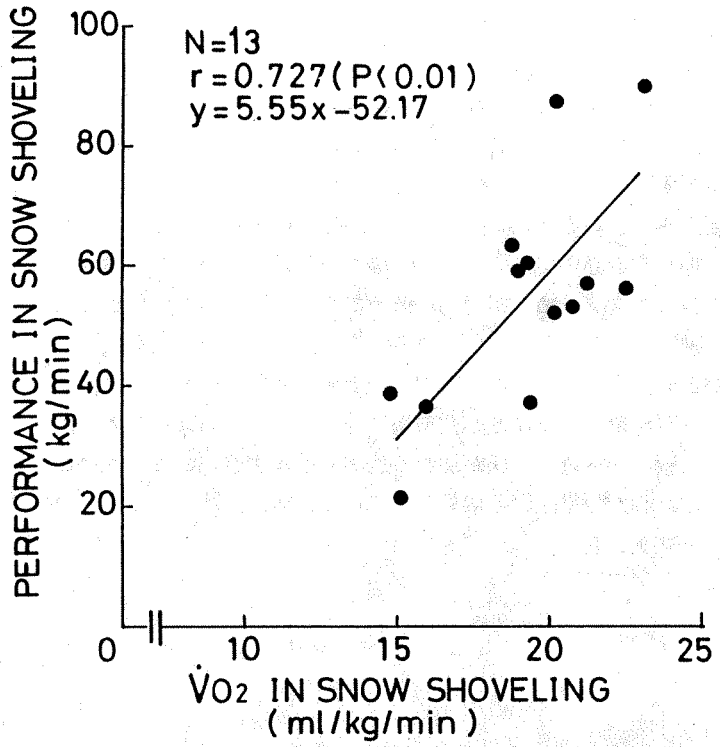

図1－15 高齢者男子13名の除雪作業における酸素摂取量（横軸）と作業成績（縦軸）との関係

第2章　除雪作業の筋の活動特性

ショベルで雪を掬って放る動作を繰り返す，一見単調に見える除雪作業においても，男子学生における経験程度別の差，積雪地域出身群と非積雪地域出身群との差から，スポーツにおける技術の習得と同じ様に，慣れるにしたがってより効率的に高い作業成績を発揮していく習熟過程が存在することが伺われた。また，男子学生および高齢者の場合，作業成績と作業時の酸素摂取量との間に有意な相関が認められたことからも，有酸素性作業能力のような体力も高い作業成績をあげる上で必須の因子であることも確かであろう。

一方，体格も体力もはるかに劣る40歳代の成人女性群が，強壮な男子学生の未経験群や非積雪地出身群をはるかに凌ぎ，積雪地出身群とほぼ同じパフォーマンスを示したこと，マイペースの条件で実施した平均年齢74歳の高齢者の人達の作業成績が，やや過激な作業強度に達していたと見られるにせよ，男子学生全体の平均値にほぼ匹敵する値を示した結果は，体力の強弱が作業成績を規定する重要な因子と考えられる作業様式であるだけに，むしろスポーツに見られない特異な現象として注目される。

本章では，このような差をもたらす要因として挙げられる技術的特性を，筋電図に示される筋の活動，VTR により観察された動作の特徴などから探索した結果から検討したい。

第1節　表面筋電図からみた除雪作業

前章の第2節から，積雪地出身者と非積雪地出身者間では，作業時の酸素摂取量および心拍数のような生理学的応答は有意な差が見られなかったが，作業成績は積雪地出身群の方が高く，その差は有意であった。さらに，作業成績を規定する因子としてショベリングのテンポとショベル負荷（一回当たりの雪の重量）との関係では，ショベル負荷の大小による影響が大きいことが明らかになった。しかし，ショベル負荷を高めることは，重量物の持ち上げ作業に際して腰背部の筋への過重な負担が問題とされる作業姿勢において危険を伴うことになる。Wells と Luttgens (1976)[57]は，くわや雪かきショベルのような柄の長い用具を用いて重量物を持ち上げる作業では，床から直接持ち上げる作業よりも，てこのアームが長くなる分背部の筋肉により負荷がかかるため腰痛をおこしやすいと言っている。

そこで，前章の実験における被検者の内，積雪地出身で除雪作業に慣れた者2名と非積雪地出身で第2節での実験以外に除雪経験のない者2名をえらんで，表面筋電図および VTR による動作解析による実験を行い，この問題を検討する素材となる特徴点を抽出しようと試みた。

1．方　法

被検者は，表2－1に示す身体的特性および除雪経験を持つ健康な男子大学生4名である。

(1)　作業中の生理学的応答および作業成績の測定

前章に記述した方法および条件で実施した。

(2)　最大酸素摂取量の測定

ショベリングによる除雪作業の強度を，% $\dot{V}o_2max$ として求めるために，Monark 社製自転車エルゴメーターを負荷として用いた漸増負荷法により，各被検者の最高心拍数および最大酸素摂取量を測定した。酸素摂取量は，作業中の呼気をダグラス・バッグに採集し前章で述べた装置により分析して求めた。

表2－1．被験者の身体的特性等

除雪経験	被検者	性別	年齢(歳)	出身地	身長(cm)	体重(kg)	除雪能力(kg／分)
なし	K. S.	男	21	愛媛県	174	67	49
	E. H.	〃	21	熊本県	172	64	55
慣れている	T. S.	〃	22	新潟県	179	67	95
	M. T.	〃	22	北海道	174	76	94

(3) 表面筋電図の記録およびVTRによる動作解析

ショベル負荷を変えた条件下で除雪動作を行なわせ，図2－1，2－2に示す10カ所の表面筋電図を記録した。さらに，スノー・ショベルの歪み曲線（ショベル負荷）およびVTRによる動作解析の同期信号となるストロボ・フラッシュの発光パルスをフォト・トランジスタにより検出して増幅後，脳波計（日本光電社製MZ-1）に記録した。スノー・ショベルの歪み曲線は，ショベルの柄にストレイン・ゲージを装着し，歪みの変化をユニパルス社のストレイン・アンプU20で増幅し，筋電図と同時記録した。

2．結果および考察

(1) 生理学的応答および作業成績

4名の被検者の最大酸素摂取量は，体重1 kg当たりで43～56，平均値が49.4 ml・min^{-1}・kgg^{-1}で，日本人の同年齢の男子の平均値[25]にほぼ等しい水準であった。

心拍数は，作業中10分間の平均値が158～176，4名の平均値は165拍・min^{-1}で，各自の最高心拍数の89～94%，平均91%に相当する強度であった。酸素摂取量は，絶対値で2.01～2.41 L・min^{-1}，平均2.24 L・min^{-1}，体重1 kg当たりとしては28.2～37.7 ml・min^{-1}・kg^{-1}，平均32.9 ml・min^{-1}・kg^{-1}で，% $\dot{V}o_{2max}$としては60～72，平均67%であった。エネルギー消費量は，9.5～12.5 kcal・min^{-1}と算出された。

作業成績は，経験の有無による差が著しかったが，最大酸素摂取量は各群2名の平均値がほぼ同じであること，% HR_{max}および% $\dot{V}_{2max}$もほぼ同程度であったことから，この作業成績の差は，体力の差や頑張り具合の差というよりも技術の因子による影響が大きいと判断された。

(2) 動作の違い

ショベリングによる除雪動作は，古川[15][16]の8ミリ映写撮影による方法で精緻に解析されている。しかし実際の動作は，雪質，積雪量，用いる用具，作業者の熟練度などによってさまざまなバリュエーションが考えられる。例えば，雪の密度が大きい時，積雪量の多い時は，雪塊を切り出す動作が不可欠であるが，密度の低い粉雪や積雪量の少ない時にはこれが省略されたり，かき寄せ動作に代用される。また，同じ条件でも作業者によってこの手順を採用する者と省略する者に分かれる。本実験においては切り出し動作を考慮せずに，古川の定義による「底切り」，「身構え」，「持ち上げ」，「反動づけ」，「投げだし」の段階を検討の対象とした。

図2－1は，熊本県から北海道大学に入学し除雪経験のない被検者E. H.（右）と，新潟県出身で除雪に慣れた被検者T. S.（左）の軽いショベル負荷における筋電図を比較したものである。

まず，雪にショベルを差し入れる「底切り」（E. H.の8～9，T. S.の5～6）では，上体の前傾で脊柱起立筋，両脚を屈曲させる動作で大腿二頭筋の弱い放電が観察される。つぎにショベルをしっかり保持し雪の中に突き入れる時，E. H.では腕橈骨筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋およ

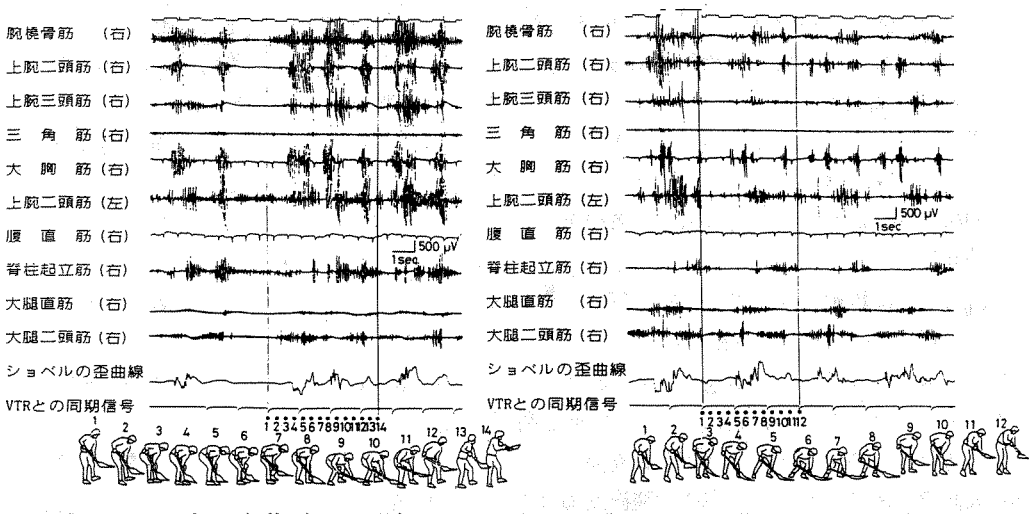

図２－１　軽い負荷（３ kg 位）でのショベリングによる除雪作業における不慣れな者（熊本県出身，男子21歳，図左）と慣れた者（新潟県出身，男子22歳，図右）との筋電図

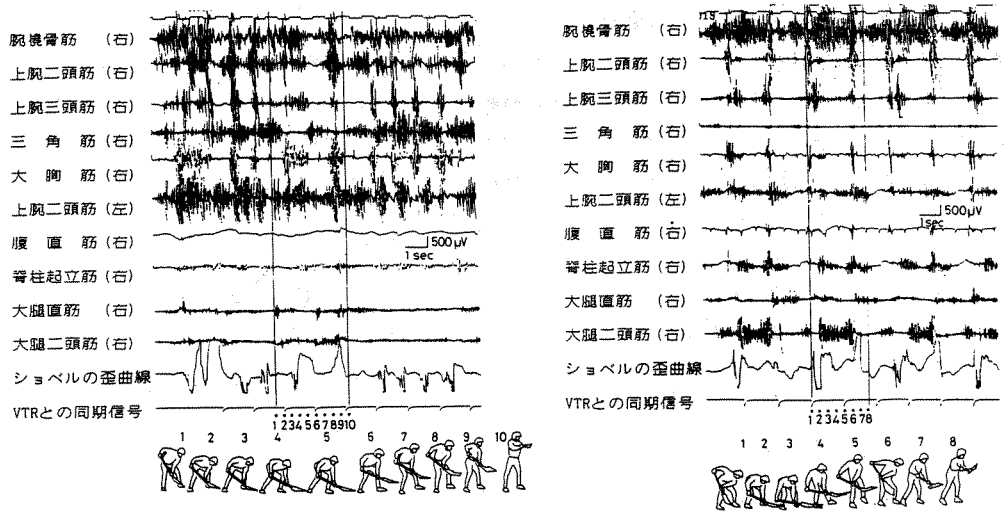

図２－２　重い負荷（９ kg 位）でのショベリングによる除雪作業における不慣れな者（愛媛県出身，男子21歳，図左）と慣れた者（北海道出身，男子22歳，図右）との筋電図

び大胸筋の放電が著明であるが，T. S. の場合にはこれらはごくわずかである。「持ち上げ」では，左腕の屈曲のため発揮される上腕二頭筋とこれに協応する右上腕三頭筋の放電がいずれの被検者にも認められるが，E. H. の方が放電時間が長く，振幅が大きいのが明瞭である。また，体幹部では上体を起こす際の脊柱起立筋の活動がいずれの被検者にも見られた。「投げだし」では，再び腕橈骨筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋および大胸筋など上半身の筋群と脊柱起立筋，下肢の大腿直筋，大腿二頭筋の放電が見られ，この動作が上肢，体幹，脚と全身の筋群が動員される協応動作であると言えるが，T. S. の場合は各筋いずれも放電時間は短く，振幅も低い。

図２－２は，「反動づけ」をともなったショベル負荷の大きい条件でのショベリング動作の筋

電図を，愛媛県出身の不慣れな被検者 K. S.（左）と北海道出身の慣れた被検者 M. T.（右）とで比較したものである。負荷の増加によって除雪に慣れた M. T. においても各筋の放電の振幅は増加するが，放電時間は短い。不慣れな K. S. においては，高振幅の放電が持続，頻発し，不要な筋緊張が加わっている様子が観察される。また，軽い負荷では見られなかった腹直筋の放電が「反動づけ」の瞬間に観察された。この放電は，「いきみ」として腹内圧の増加で発生した張力によって椎間板にかかる莫大な圧を軽減させる（Bartlink, 1957[9]）役割を果たすものと判断される。

上肢筋群と下肢筋群との関係に注目すると，不慣れな被検者では，軽い負荷の場合も重い負荷の場合も上肢筋群の放電が著明である反面，大腿直筋および大腿二頭筋の放電は極めて少ない。これは，「持ち上げ」で脚の屈伸が不十分で，上体を屈曲させて負荷を上半身の筋群の力だけで持ち上げようとする，stooping posture または，cantilever position に近い挙上姿勢になっているためと見られる。また，「投げだし」でも脚を利用した振り込み，投げだしがされないため，上半身，とりわけ腰に無理な負担がかかり易い。これに対して慣れた被検者の方は，軽い負荷でも重い負荷でも上肢筋群と同じ様に大腿直筋および大腿二頭筋の放電が1サイクルに2度観察される。最初の放電は，膝を深く曲げ，負荷を膝の伸展で挙上することによって解剖学上のてこを短くし脊柱にかかる負担を最小限にするための，いわゆる squatting posture あるいは，bent-leg method に近い作業姿勢をとるため，2回目の放電は，振り込みと投げだしを脚を使って体全体で行なう動作で観察されたものと解釈する。

図2－3は，「持ち上げ」時の作業姿勢の違いを，図2－4は，「反動づけ」時の作業姿勢の違いを同様に比較したものである。「持ち上げ」動作では，作業に慣れた者の負荷が，作業者の体の下によく引き寄せられているのにたいし，不慣れな者では左上肢前方に突き出されている。このような姿勢では，解剖学上のてこの長さが延長し上肢や脊柱に過大な負担が加わるため[42]，重い負荷には耐えられない。

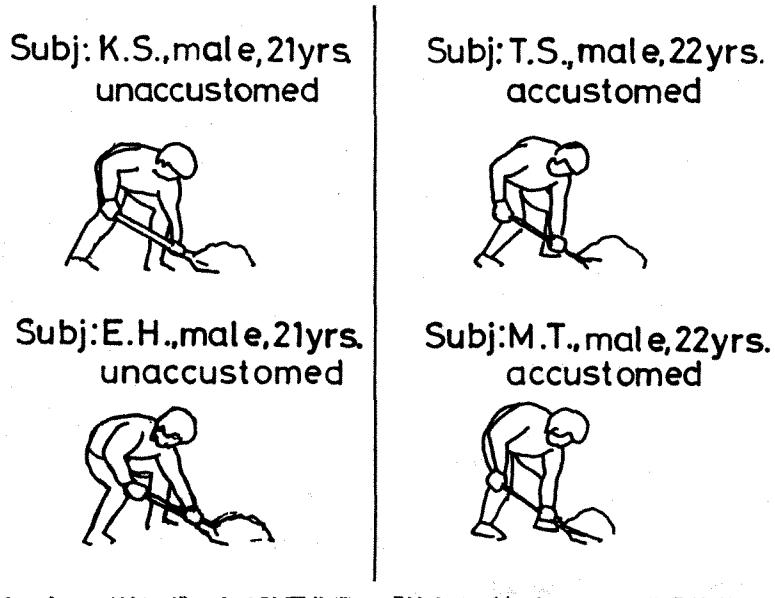

図2－3 ショベリングによる除雪作業の「持ち上げ」時における作業姿勢の違い。左上（愛媛県出身21歳の男子），左下（熊本県出身21歳の男子）いずれも除雪に不慣れな者と，右上（新潟県出身22歳の男子）と右下（北海道出身22歳の男子）いずれも除雪に慣れた者

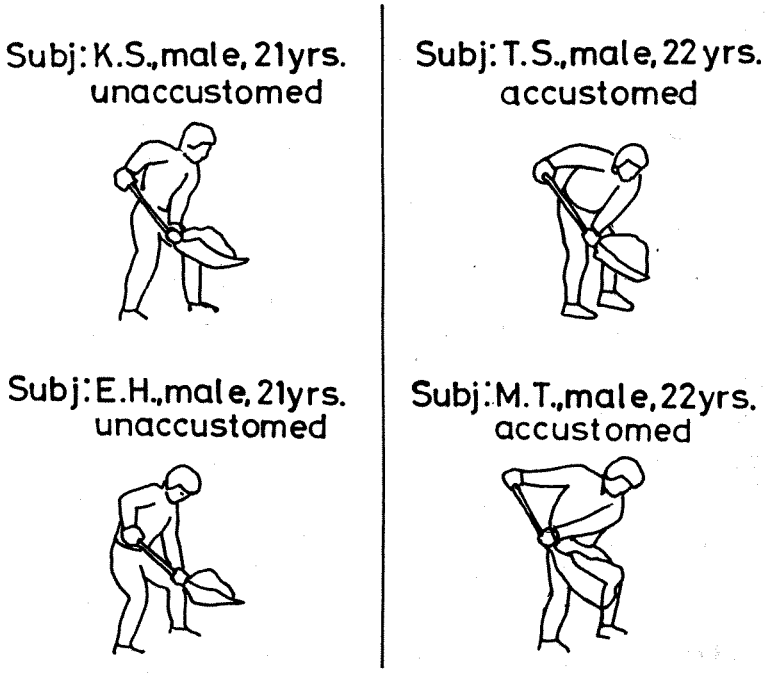

図2－4　ショベリングによる除雪作業の「反動づけ」時における作業姿勢の違い。左上（愛媛県出身21歳の男子），左下（熊本県出身21歳の男子）いずれも除雪に不慣れな者と，右上（新潟県出身22歳の男子）と右下（北海道出身22歳の男子）いずれも除雪に慣れた者

「反動づけ」では，慣れた者の場合両上肢がよく伸展し，自然にショベルを保持し，ショベルと負荷が投げ出しの反対側に十分ひきつけられて上体のスウイングを利用した投げだし動作を可能にしていると見られる。スポーツにおけるバットやラケットのスウイングと同じ様に，てこの長さが増し，それによってショベルの先に高い速度を与えることができるという合目的的な姿勢と言えよう。一方，不慣れな者では，上腕が両方共屈曲し，持続的な筋緊張を強いられる姿勢となっている。また，ラケットによるスマッシュやストロークにおけるテイク・バックに相当する振り込みが不足しているため，投げだしで速度を与えるために腰と上肢に無理な力が加わりやすいと見られる。

以上，表面筋電図およびVTRを用いてショベル動作を解析した結果，以下の技術的特徴が明らかとなった。

(1)　ショベルによる除雪作業では，1サイクルの中で(a)「底切り」および「持ち上げ」動作の局面と，(b)「反動づけ」および「投げだし」の局面で腕橈骨筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋などの上肢筋群，大胸筋，脊柱起立筋などの体幹の筋群，大腿二頭筋群，大腿直筋など下肢筋群の放電が見られる。

(2)　「持ち上げ」の局面，「投げだし」の局面いずれも，不慣れな作業者の場合は上肢筋群および体幹の筋群の放電が著明で下肢筋群の放電は少なかったのに対し，慣れた作業者の場合は，脚筋群も動員されている様子が観察された。また，不慣れな作業者は各筋とも放電時間が長く，振幅も大きめであるのに対し，慣れた作業者は放電時間は瞬間的であり，振幅も低めであった。

(3)　「持ち上げ」の局面で，不慣れな作業者は，負荷が体の位置から離れ，腰椎にかかる負担が

過重となる姿勢となっていたが，慣れた作業者では，負荷が体の近くまで十分に引き寄せられた姿勢で持ち上げていた。

(4) 「反動づけ」の局面では，不慣れな作業者は，腕が屈曲し持続的な筋緊張を強いられた姿勢で上半身が中心の姿勢であったが，慣れた作業者では，両肘の屈曲が少なく，脚を十分使った姿勢となっていた。

このように，ショベルで雪をすくって投げる動作を繰り返す単調な作業の1サイクルの中でも，積雪地で生活し作業に慣れた者と，積雪のない地域で生活し作業に不慣れな者とで筋電図の放電パターンや作業姿勢に，スポーツにおける動作の習熟度の違いに見られる現象と共通する特徴が観察された。酸素摂取量は基本的に作業に動員される活動筋群の量によって規定される[6]。持ち上げの作業姿勢として本実験における作業に慣れた被検者に見られた squatting posture は，佐藤[42]が説明するように人間工学的には安全性が高い合理的な姿勢ではあるものの，脚筋が主働となるため Brown [10]の言うようにエネルギー消費量(酸素摂取量)は高めとなると言われている。この結果は，酸素摂取量と作業成績との関係において，積雪地出身群が非積雪地出身群に比較して，同じ酸素摂取量の水準ではるかに高い作業成績を上げていた結果と矛盾するように思われる。しかし，前章で見られたように高い作業成績を発揮する者ほど，ショベル負荷が大きくなるので，この方法を続けるためには squattinng posture の姿勢を採用せざるを得ない。また，不慣れな者では慣れた者では見られない相における放電が目立ち，慣れた者が使用していない筋の放電が見られることなどから，リラックスすべき相での緊張，不必要な筋の使用によるエネルギーのロスが考えられる。

第3章 人力除雪作業と体力

第1節 除雪作業における有酸素性作業能力および筋力

除雪作業を有酸素性作業としてみた場合，(a)心拍数および酸素摂取量として測定された生理学的応答からみた作業強度が，無酸素性の代謝も加わる水準まで高まっていること，(b)男子大学生および高齢者男子に関しては高い作業成績を発揮した者ほど，酸素摂取量も高い水準となっていたこと，の2点から高い作業能力を発揮するうえで，有酸素性作業能力のような体力が重要な因子となっていることが示唆された。

このようにスポーツで評価の対象となっている体力指標が，除雪作業のような異なったタイプの作業においても作業能力を規定する因子となっているかどうかを検討することは，スポーツによって高められた体力が労働や生活の場で直接有効に発揮される意義を明らかにする基礎資料となると考えた。

そこで，男子の大学生を対象として，スポーツで鍛練された群と日常特に運動を実施していない群について，最大努力での人力除雪作業を課し，作業の生理学的応答，作業成績と体力を比較し，各指標間の関係について検討した。

(1) 被検者および実験の方法

被検者は，表3－1に示す12名の大学生男子で，鍛練群は全員H大学アイスホッケー部に所属し，毎日のように激しいトレーニングを実施している者6名である。非鍛練群は，定期的な運動を実施していない健康な男子6名である。

実験に先立ち，体力指標として，背筋力，握力，けんすい，上腕屈筋力，脚力および最大酸素摂取量を測定した。背筋力および握力は，TKK式力量検定器で検定されたTKK社のダイナモ

表3-1．被検者の身体的特性

	Untrained	Trained	Difference
N	6	6	
Age (yr)	20.8 ±1.0	21.6 ±0.9	
Height (cm)	169.0 ±2.9	169.8 ±5.6	
Weight (kg)	61.8 ±3.8	63.0 ±6.9	
$\dot{V}_{O_2}$ max (l/min)	2.99±0.44	3.68±0.42	*
$\dot{V}_{O_2}$ max (ml/kg/min)	48.2 ±5.3	59.4 ±3.2	**

Values are mean ± S. D.
*：P<0.05, **：P<0.01

メーターを使用した。上腕屈筋力および脚力は，TKK社の万能力量装置で測定した。最大酸素摂取量は，Monark社製自転車エルゴメーターによる漸増負荷法による作業をオール・アウトまで課し，ダグラス・バッグに採集した呼気を，前章で述べた装置を用いて分析し酸素摂取量を求めた。

作業は，50～60 cmに積もった密度0.37の湿雪を，図1－5のAに示した1.8 kgの角スコップを用いて10分間に全力で除雪する方法とした。心拍数は，心電図をテレメーターで記録する方法によった。酸素摂取量は，作業5分目から90～120秒間の呼気をダグラス・バッグに採集して求めた。作業成績は，作業中は1分間毎にショベリングの回数を記録し，作業後除雪された容積を計測し，密度を乗じて毎分当たりの重量として求めた。実験は，1984年3月末，晴天で気温0～3℃の条件下，北海道大学構内のグランドで実施した。

(2) 結果および考察

表3－1に示す，両群の年齢，身長および体重は，同年齢における日本人男子の平均値[54]とくらべて大きな差はない。最大酸素摂取量は，非鍛練群の平均値は同年齢における日本人の平均値[25]とほぼ同じ水準であったが，絶対値，体重1 kg当たりの値いずれも鍛練者群の方が有意（$p<0.01$）に優れていた。表3－2に示す筋力も全般的に鍛練群の方が優れ，特に握力と「けんすい」の差は，危険率5%以下の水準で有意であった。

表3－3には，両群の作業時における生理学的応答とショベル・パフォーマンスを比較した結果を示す。これらの体力差は，作業成績にも反映され，非鍛練群の平均値62 kg・min^{-1}に対して鍛練群の平均値は110 kg・min^{-1}と78%も高い（$p<0.001$で有意）パフォーマンスを発揮した。この場合，ショベル負荷の平均値は，非鍛練群の5.6 kgに対して鍛練群が7.9 kgとやはり高かっ

表3-2．スポーツで鍛練された群と非鍛練群の筋力の比較

	Untrained	Trained	P
N	6	6	
Back Strength (kg)	149.0±31.0	179.3±20.6	
Grip Strength (kg)	42.0± 4.7	50.0± 4.9	*
Pull Ups (times)	5.5± 4.9	12.5± 3.7	*
Leg Strength ((R + L) /2) (kg)	56.5± 7.0	62.9±11.3	
Arm Strength ((R + L) /2) (kg)	26.2± 2.9	29.7± 4.3	

Values are mean ± S. D., *：P<0.05

表3-3．除雪作業における鍛練群と鍛練群との生理学的応答および作業成績の比較

Parameters	Untrained group (N=6)	Trained group (N=6)	Difference
Heart rate (beats·min^{-1})	151.7 ±11.6	161.3 ±12.5	
$\dot{V}o_2$ (L·min^{-1})	1.65± 0.21	2.21± 0.19	***
$\dot{V}o_2$ (ml·min^{-1}·kg^{-1})	26.6 ± 2.3	35.3 ± 4.2	***
% $\dot{V}o_{2\ max}$	55.3 ± 3.8	60.0 ± 4.9	
Shovel load (kg·scoop^{-1})	5.6 ± 1.1	7.9 ± 2.4	
Shovel rate (scoops·min^{-1})	11.5 ± 2.9	14.8 ± 3.0	
Performance (kg·min^{-1})	62.2 ±12.8	110.5 ±24.3	***

Values are mean ± S. D. *** : P<0.001

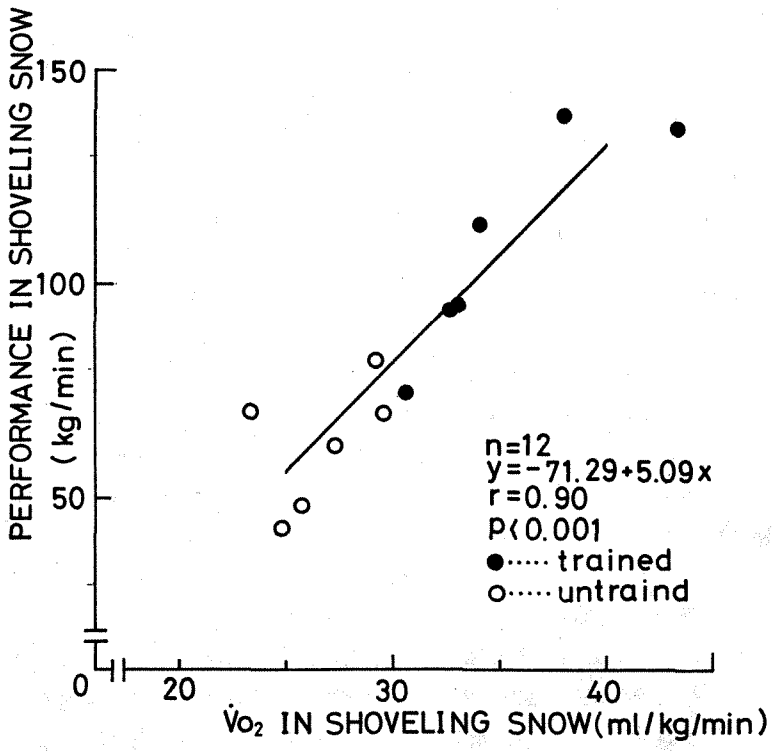

図3－1 除雪作業における酸素摂取量（横軸）と作業成績（縦軸）との相関図
●マークは鍛練群，○マークは非鍛練群

たが有意ではなく，テンポの平均値も非鍛練群の11.5回／分よりも14.8回／分と高めであった。12名全体についてショベル負荷およびテンポについて作業成績との相関を見ると，ショベル負荷が$r=0.82$（$p<0.01$）と有意であるのに対し，テンポは$r=0.303$と有意ではなかったことから，やはりショベル負荷が重要な因子となっていることがわかった。

作業成績と酸素摂取量との間に，絶対値では$r=0.79$（$p<0.01$），体重1 kg当たりでは図3－1に示すように$r=0.90$（$p<0.001$）と高い相関が見られたこと，最大酸素摂取量の体重1 kg当たりの値と$r=0.77$（$p<0.01$）と有意な相関が見られたことから，有酸素性作業能力に

優れていることは高い作業成績を発揮する因子のひとつとして位置づけられる。筋力では，表3－4に示す通り等尺性の最大筋力のテストである背筋力，握力（左右平均値），上腕屈筋力（左右平均値），脚力（左右平均値）とはそれぞれ$r=0.46$，0.40，0.26，0.37といずれも正の相関を示したが，いずれも有意ではなく，筋持久力のテストである「けんすい」との間で$r=0.78$（$p<0.01$）と有意な相関が認められた。前章の筋電図記録からも「けんすい」の主働筋である上腕二頭筋が，除雪作業でも重要な役割を果たしていることが明らかであり，作業能力を規定する因子の一つとして位置づけられよう。

このように，(1)スポーツで鍛練された群がスポーツと異なった作業様式の作業でも高いパフォーマンスを発揮したこと，(2)作業成績と酸素摂取量との関係から見ると，男子大学生，高齢者男子の場合と同じ様に比例関係が見られるが，ランニング速度と酸素摂取量との関係以上に，酸素摂取量の増加に対して作業成績の増加が急峻である，という2点が注目された。このことは，人力除雪作業には有酸素性作業能力，筋力，筋持久力など多くの体力要素が相乗的に関わり，このような大きな個人差を規定していることを示唆するものであろう。

表3－4．除雪作業の成績と体力指標との相関（N＝12）

Height (cm)	−0.25	
Weight (kg)	−0.09	
Back strength (kg)	+0.46	
Grip strength (kg)	+0.40	
Pull ups (times)	+0.78	＊＊
Leg strength (kg)	+0.37	
Arm strength (kg)	+0.26	
$\dot{V}o_2$ max (l/min)	+0.46	
$\dot{V}o_2$ max (ml/kg/min)	+0.77	＊＊
$\dot{V}o_2$ in shoveling (l/min)	+0.79	＊＊
$\dot{V}o_2$ in shoveling (ml/kg/min)	+0.90	＊＊＊

＊：$P<0.05$，＊＊：$P<0.01$，＊＊＊：$P<0.001$

第2節　ショベル負荷とテンポの違いが生理学的応答に及ぼす影響

著者らのこれまでのデータから，主婦の場合を除き作業成績を規定する因子としてショベリングのテンポよりもショベル負荷の大小による影響が大きく，作業に慣れた者はショベル負荷が大きい傾向を指摘した。ショベル負荷の大小を決定する要因として，外的な要因としては雪質（密度，硬度，粘性など），作業の条件，用いる道具などが重要であろう。たとえば，密度の高い湿雪や積もってから時間の経過した硬度の大きい雪などでは，ブレードの面積の小さい切りだしの容易な角スコップが適しているし，密度の低い新雪では，ブレードの面積の大きいプラスチックの除雪ショベルの方が能率的であろう。積雪が深くて高くはね上げたり，遠くに投げなければならないような条件では，負荷は低めにせざるを得ない。また，このような条件では，体格の大きい者や柄の長い道具を用いた方が，大きな運動量を得るうえで有利かも知れない。

作業者側の要因としてまず考えられるのは，前章で述べた「持ち上げ」および「投げだし」に発揮される筋力（筋持久力）および作業姿勢であろう。しかし，体格および体力（主婦，高齢者

については測定してないが）がはるかに劣ると見られる主婦や高齢者のショベル負荷が，男子大学生と比較してむしろ高めであったことからも，合理的な作業姿勢，雪質，作業条件に適った作業の手順，各自の体力に見合った至適な負荷とテンポを発揮するカンなどが果たす役割も大きいと思われる。

ショベル負荷についてのこれまでの研究では，鉄鋼や鉱山の労働者を対象とした労働科学や人間工学において100年間もの蓄積があるものの，これらの研究が，作業効率に最も注目してきたため，作業者の負担度や体力からの検討はほとんどなされていない。人力除雪作業については，古川（1963）[16]が作業者の動作の観察結果にもとずいて快適に投げられる一ショベル当たりの雪塊重量は5 kgであるという理論を提起しているが，この理論についての体力学的な裏づけは与えられていない。また，同じ北陸地方でも栗山ら[26]の場合は，新潟県でのスコップによる屋根雪の除雪で，除雪距離3.2m，5 m，7.5mの負荷が，それぞれ5.91 kg，7.58 kgおよび8.85 kgと，古川や著者らの報告に比べるとはるかにハードな条件で実施していることと，除雪距離が長くなるのにショベル負荷が増加していることが注目される。

このような論議から，(1)歩行やランニングにおけるストライドとテンポとの関係の様に，同じ作業者でもショベルの負荷とテンポが変われば，生理的負担度も変化するのではないか，(2)最適なショベル負荷は作業者の背筋力のような体力によって異なるのではないか，という疑問を明らかにする必要を感じた。歩行やランニングに慣れてくるにつれ，誰でも自分の体格と体力に見合ったストライドとテンポを身に着けるのと同じ様に，除雪作業においても，慣れない作業者は，作業成績を高めるためにまずテンポの速い方法を採用するが，習熟するにつれて自分の体力に適った負荷とテンポを体得するのかも知れない。

そこで，ショベリング作業の作業成績を一定にし，ショベル負荷とテンポを変えた場合に，生理学的応答に差が見られるかどうかを検討するための実験を，1987年12月から1988年1月にかけて実施した。尚この研究は，昭和62年度北海道科学研究費の交付によったもので，結果は「北海道体育学研究」[52]で公表した。

1．被検者および方法

被検者は健康な大学生男子10名で，全員北海道出身者で札幌市および近郊に居住し，除雪作業の経験を有する者である。この内，運動部に所属して定期的に運動を実施している者は1名のみである。身体的特性を表3－5に示した。

作業は，毎分当たりの作業成績を60 kgと設定し，ショベル負荷とテンポの異なる次の3条をそれぞれ6分間課した。

条件	方法
A	3 kgの負荷で，毎分20回のショベリング
B	6 kgの負荷で，毎分10回のショベリング
C	9 kgの負荷で，毎分6.67回のショベリング

表3－5．被検者の身体的特性など（平均値±標準偏差）

人数	性別	年齢	身長（cm）	体重（kg）	除雪の経験程度
10	男	19.3±0.7	169.1±4.7	62.9±10.5	よくやった……8名 時々やった……2名

ショベリングは，常温の室内で，柄の長さ75 cm，重量1.5 kg の除雪ショベルで掬った負荷の砂袋を，高さ１ m，水平距離１ mの位置に貼りつけられたマークに，メトロノームのリズムに合わせて投げ付ける方法とした。トライアルの順序による疲労の影響のないように，十分休息をとり，トライアルの順序においてそれぞれの条件が等しくなるように配慮した。

生理学的応答は，心拍数，酸素摂取量および主観的作業強度を測定した。測定法については，前掲論文に記述した方法によった。また，ショベル負荷に影響が大きいと思われる背筋力を，TKK 社の筋力検定器で検定された TKK 社製背筋力計で測定した。

２．結　果

(1) 生理学的応答の差

Fig. ３－２－ａ～３－２－ｄは，10名の被検者の心拍数，酸素摂取量（$L \cdot min^{-1}$），体重１kg当たり酸素摂取量，主観的作業強度（RPE）を，３条件について比較したものである。

心拍数は，定常状態に達していると見られる４分目から６分目までの３分間の平均値である。

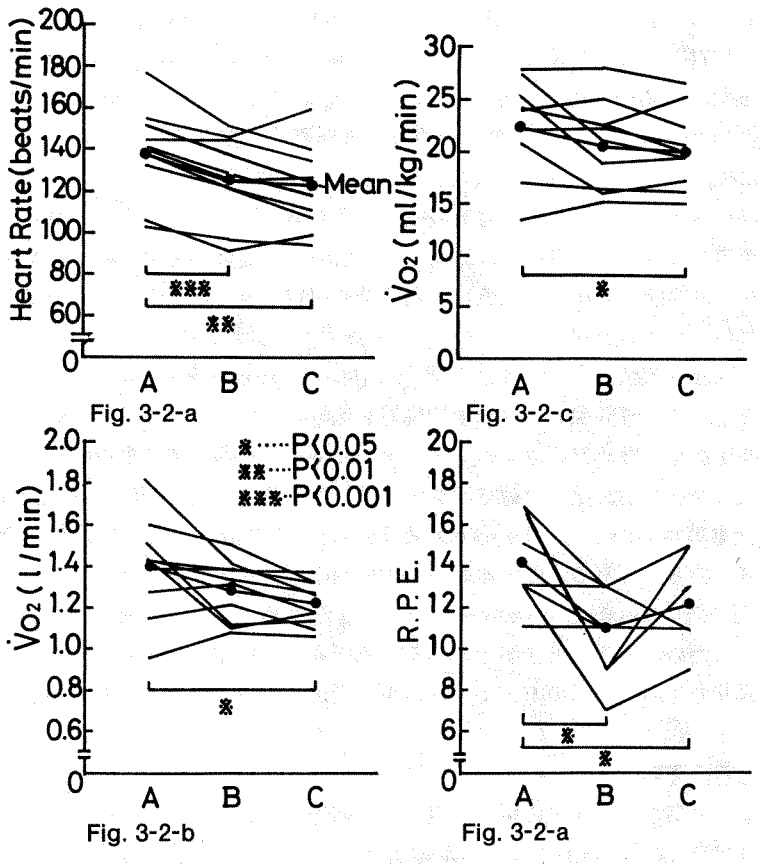

Fig. ３－２－ａ～３－２－ｄ
ショベル負荷とテンポの異なるショベリング作業における生理学的応答の違い。
Fig. ３－２－ａ……心拍数，Fig. ３－２－ｂ……酸素摂取量（L / min），Fig. ３－２－ｃ……酸素摂取量（ml / kg / mn），Fig. ３－２－ｄ……主観的作業強度

いずれの条件においても，被検者間の個人差が著しく，Aの場合103～176拍／分，Bの場合91～152拍／分，Cの場合95～160拍／分と，最も高い者と低い者との間で60拍もの差があった。平均値は，A，B，Cそれぞれ139.1，126.9，122.7拍／分とAが最も高く，B，Cよりもそれぞれ12拍および16拍も高く，いずれも危険率1％以下の水準で有意であった。

酸素摂取量も，心拍数と同じくA＞B＞Cの順となった。それぞれの平均値は，絶対値として，1.40，1.28，1.22 L・min^{-1}，体重1 kg当たりとして，22.6，20.8，20.2 ml・min^{-1} kg^{-1}であった。Aの場合は，0.96～1.80 L・min^{-1}と分散が大きかったが，B，Cにおいては，それぞれ1.08～1.50，1.06～1.37 L・min^{-1}と負荷が増しテンポが減少するにつれて分散が小さくなる傾向が見られた。これらの平均値の差は，絶対値，体重1 kg当たりの値共AとCとの間で危険率5％以下の水準で有意であった。エネルギー消費量は，A，B，Cそれぞれ6.7，6.1，5.8 kcal・min^{-1}となり，Aの条件はBよりも11％，Cよりも17％高かった。

主観的作業強度（RPE）も，やはり心拍数および酸素摂取量と同じくAの条件が最も高く，平均値は14.2で，Bの11.0およびCの12.2に対していずれも危険率5％以下の水準で有意であった。平均値として見ると，この値は心拍数に対応するように見えるが，個別に見ると，例えばAの場合，心拍数が176拍・min^{-1}まで亢進していながらRPEの方は13（「ややきつい」）と答えた者がいた一方，107拍・min^{-1}程度で17（「かなりきつい」）と答える者がいるなど，PREと比例しない例もあった。作業後の内省報告で，きつかった順位として最も多かった条件がAの8名であったが，他の2名はCと答えており心拍数および酸素摂取量の結果に対応しない。また，最も楽であった条件としては，Bと答えた者が8名で一番多かった。

Aが最もきつかった原因として，腰背部の疲労が多くあげられた。このことから，本条件におけるショベル作業での腰背部の疲労は，体格および筋力による影響も大きいが，ショベル負荷の大小よりもテンポの問題，すなわち頻繁に前屈姿勢や中腰姿勢をとることによって脊柱に加わる圧が軽減されなかったためと判断する。

Petrofsky と Lind（1978）[38]は，4名の男子に対して床から箱を60 cm持ち上げ下ろす作業を重量とテンポを変えて4分間課し，生理学的応答を比較している。その結果，これらの作業では静的な筋力発揮が加わるため自転車エルゴメーターで得られた最大酸素摂取量よりも低い値と仕事率しか得られなかったが，重い負荷でテンポが低い方が軽い負荷で速いテンポの場合よりも％$\dot{V}O_{2max}$が高く仕事率が高かった。Petrofsky と Lind はその原因として，軽い負荷でも体幹部と頭部を高い速度で持ち上げるのに要するエネルギー価の割合が大きいことと，このような方法ではエネルギー価の低い negative work の割合が高くなるため，positive work と negative work との差が少なくなるためであろうと説明している。本研究の仕事率を一定にしたショベル作業においても，軽い負荷で速いテンポの方式がエネルギー価が低かったのは，同様な原因によるものと判断される。

(2) 体格，体力差の影響

体格は，作業面の高さや，作業に用いた道具との関係において生理的負担度に影響を及ぼす。Cooper[11]ら（1982）は，レーキやショベルのように取っ手の長い道具を使った作業では，身長の低い者は握りの位置を調節して身長に合った作業が可能なのに対し，身長が高い者が短すぎる道具を使用する場合は，効率的な姿勢をとるために前屈をより強めたり膝や腰を余計屈曲しなければならない不利をあげている。このようなことから，体格および体力が作業の効率に及ぼす影響を探索するため，身長，体重および背筋力について生理学的応答の指標との相関を求めてみた。

その結果，これらの指標と心拍数，酸素摂取量の絶対値，RPEについては有意な相関は見られなかったものの，表3－6に示すように，体重1 kg当たりの酸素摂取量との間でA，B，Cいずれの条件においても有意な負の相関が得られた。このことから，身長の大きい者，体重の重い者，背筋力の高い者の方が，相対的に少ない酸素摂取量で作業を遂行している傾向が示された。

「持ち上げ」での負荷の挙上，腰椎を中心とする「投げだし」で脊柱起立筋をはじめとする背筋群の強弱は作業姿勢に大きな影響を及ぼすと考えられる。その強弱として，スポーツ・テストで実施される「背筋力」で示される等尺性の最大筋力を指標とすることは最適ではないが，現在体力測定として実施されているテストの中でこの種目以外には該当するものがないこと，作業姿勢が類似した状態での筋力発揮であるという理由から，この種目を取り上げた。

被検者のうち背筋力が同年齢の平均値である135 kgに満たないものが5名おり，この5名の平均値および標準偏差は121.0±11.9 kgであった。また，135 kg以上の者5名においては，154.4±11.9 kgであった。この2群について，A，B，Cの条件における生理学的応答を比較したところ，図3－3の結果となった。

心拍数では，両群共に負荷が大きく，テンポが遅くなるにつれて減少しているが，背筋力の高

表3-6．ショベルの負荷とテンポの異なる3条件におけるショベリング作業時の酸素摂取量（体重1kg当たり毎分値）と身長，体重，背筋力との相関（N＝10）

	A．3kgで毎分20回	B．6kgで毎分10回	C．9kgで毎分6$\frac{2}{3}$回
体重1kg当り酸素摂取量と身長	−0.760*	−0.724*	−0.682*
体重1kg当り酸素摂取量と体重	−0.673*	−0.809**	−0.815**
体重1kg当り酸素摂取量と背筋力	−0.773**	−0.864**	−0.779**

*：P<0.05
**：P<0.01

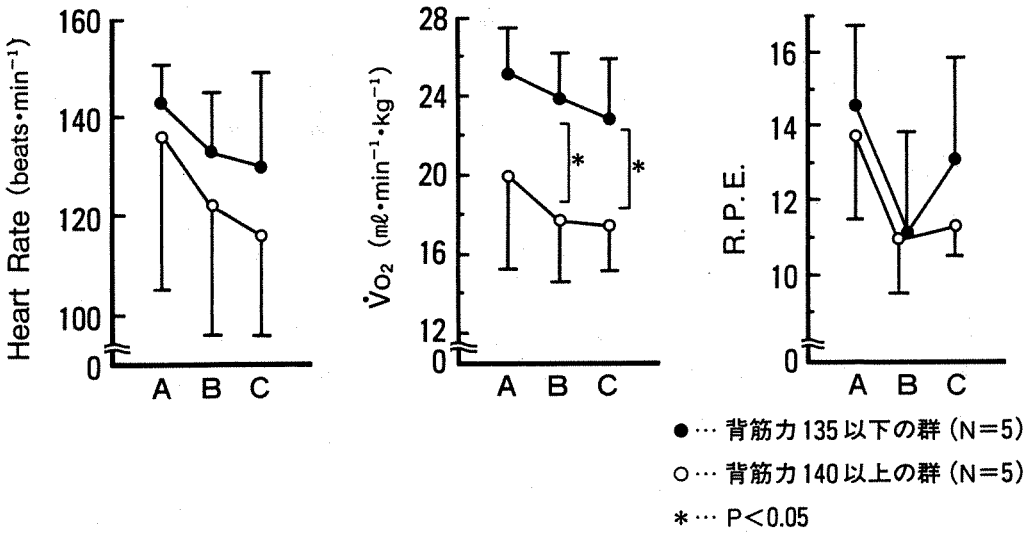

図3－3　ショベル負荷とテンポの異なるショベリング作業における背筋力の強弱群別生理学的応答の違い。A…… 3 kgの負荷で20回／分，B…… 6 kgの負荷で10回／分，C…… 9 kgの負荷で6.7回／分。

い群の方が減少の度合いが大きい。酸素摂取量においても，この差は広がる傾向が見られ，B，Cの条件における両群の平均値は，いずれも危険率5％以下の水準で有意であった。RPEにおいては，背筋力の高い群はAよりもB，Cのほうが低く，BとCはほぼ同じ水準となっているが，背筋力の低い群はテンポが少なく負荷の大きいCの条件の方がやや高くなっている。この原因として背筋力の低い群は負荷の増加によって，モーションをより大きくしたり，脚筋群のように筋量の多い大筋群を動員せざるを得なかったことが考えられる。今回の被検者の中で背筋力および握力が最も低かったある被検者は，心拍数はCの方がAおよびBよりも高く，酸素摂取量は，A，B，Cの条件でほぼ同程度であった。このような結果から，体格や体力の差によってショベルの負荷とテンポを変えたショベリングの生理学的応答が異なることが示されたと見てよい。

第4章 論　　議

第1節 除雪作業におけるショベル負荷とテンポの至適条件

ショベル作業におけるショベル負荷やテンポ，ショベルの仕様，作業姿勢などの条件について，どのような方法が最も効率が良いかは，鉱山や鉄鋼業などで経営効率を高め労働者を管理する上で切実な課題であったゆえ，Taylor（1913）の科学的管理法として良く知られているBethlehemの鉄鋼労働者のショベル負荷についての研究[55]以来，鉄鋼や鉱山労働者などを対象として労働科学の分野においてすでに100年間も研究の蓄積がある。しかしながら，この課題へのアプローチの中で，作業に従事する労働者の身体的条件にも目が向けられるようになったのは，ごく最近に過ぎない。Frivalds（1986）[15]は，この領域の研究を概観し，効率を追求する上で至適な条件としてショベル負荷，テンポ，投げだしの垂直距離，投げだしの水平距離，ショベルの長さ，ショベルの重さ，技術，作業姿勢など多くの因子がかかわっていることを説明している。この中でたとえば最も良い効率のための至適なショベル負荷とテンポについては，投げだしの高さ，水平距離，ショベルの柄の長さなどによって変わるが，前述のTaylorは9.7 kg，Wenzig（1928）[56]はテンポを8回／分と規定した条件で7.5 kg，Dresselら（1954）[12]はおおよそ8 kgの負荷で20回／分のテンポをあげている。

このようにショベル作業についての研究では，効率アップを至上の目的としてこのような高いショベル負荷が適当であるという結論が長い間支配していたが，最近作業者の疲労回復状態などが測定されるようになってから，MüllerおよびKarrasch（1956）[33]のように，もっと低い負荷（5 kg）で，テンポは18−21回／分が適当であるという見解が提示されてきている。わが国では労働科学において沼尻（1970）[36]の，ショベル作業の現場ではR. M. R.が6～7程度の頻度が多く，このような作業強度の条件はショベル負荷4 kg，テンポが20回／分位であるという報告はこれに近い。人力除雪作業を初めて研究した古川[16]が，快適に投げられるひとショベル当たりの雪塊の重量として5 kgの値をあげていることもほぼ一致する。これらの研究における労働者達と体格，体力，熟練度が異なる本研究における男子学生，主婦，高齢者達のショベル負荷も，平均値でみると表4－1に示すようにこれらに近似した水準であり，作業強度も表4－2に示すように酸素摂取量，RMR，METSと指標は異なるが同程度と見られる。

一般に家庭における除雪作業の持続時間は，産業労働における労働時間よりもずっと短いため，無酸素性作業閾値を越えるようなきつい強度でも実施できるためであり，8時間労働についての，％$\dot{V}o_{2max}$の50％以内（Minter, 1968）[31]や1/3を越えない強度（Lehmann, 1953）[28]，30～40％

表4-1．人力除雪作業の作業成績

被検者	N	shovel load (kg·scoop^{-1}) range	M±SD	shovel rate (scoop·min^{-1}) range	M±SD	performance (kg·min^{-1}) range	M±SD	備考
男子大学生(非積雪地)	14	2.3− 5.3	3.2 0.9	11.4−26.0	18.0 4.0	40.2− 92.5	56.2 4.3	全　力
男子大学生(積雪地)	11	2.7− 6.3	4.3 1.2	14.9−22.8	18.3 2.9	56.8− 94.9	76.0 4.4	全　力
主　婦(積雪地)	10	2.5− 6.5	4.0 1.2	12.9−29.1	20.9 4.9	52.3−105.2	80.6 17.6	全　力
高齢者男子(積雪地)	14	1.8−12.1	6.3 2.4	6.9−13.1	9.8 1.5	24.0− 86.6	58.6 17.5	平常努力

表4-2．人力除雪作業の作業強度

被検者	N	H.R. (beats·min^{-1}) range	M±SD	$\dot{V}o_2$ (ml·min^{-1}·kg^{-1}) range	M±SD	METS range	M±SD	備考
男子大学生(非積雪地)	14	132−178	157.3 4.2	22.6−39.0	30.3 4.9	6.5−11.1	8.7 1.4	全　力
男子大学生(積雪地)	11	126−186	157.8 3.9	28.2−36.4	32.8 2.8	8.1−10.4	9.3 0.8	全　力
主　婦(積雪地)	10	128−170	149.7 12.3	21.8−30.5	25.7 2.9	6.2− 8.7	7.3 0.9	全　力
高齢者男子(積雪地)	14	92−149	125.9 14.0	14.9−22.6	19.3 2.4	4.3− 6.4	5.5 0.7	平常努力

(Åstrand ら，1986)[6]の強度と直接比較することは出来ない。

テンポに関しては除雪作業は，鉱山や道路工事におけるショベリングと違い，雪質，投雪距離によってあらゆるバリエーションが考えられ，一律に範囲を示すことは出来ない。切りだし動作を要しないような密度の低い粉雪の場合は，毎分20回程度のテンポは無理なく行えるであろうし，密度の高い湿雪の場合は，切りだし動作，投げだし前の構え，反動づけのための時間が加わり，毎分10回程度でもきついと感じるかも知れない。本研究においては，男子学生および主婦の除雪では，負荷およびテンポとも，Müller および Karrasch や沼尻が提案した最近の労働科学における目安に近い値であるが，平常努力で行った高齢者男子の場合は負荷が高く，テンポは少なめであった。

いずれにせよ，作業の効率や作業負担度は，作業者の体力によって大きな変動を受けると思われるにもかかわらず，人間工学，労働科学における先行研究では，作業者の体力からの検討はほとんどなされていない。人力除雪作業は，(1)こどもから高齢者まで健康度，体力，発達可能性の異なるひとびとを対象とすること，(2)作業の第一目的は，単位時間当たりのパフォーマンスを高めることよりも，安全な範囲で体力を高めたり健康を保持することが尊重さるべきであること，と考えるので，対象者の健康状態や体力に応じた適正な処方を探索していくためには，研究課題に応じた独自な手法が取られるできであると著者は考えたい。

第2節　体力の発達・保持の身体刺激としての除雪作業

1．有酸素性運動としての効果

心拍数，酸素摂取量など有酸素性の代謝指標から見た作業強度は，これまで示したように児童・生徒，男子大学生，主婦，高齢者男子いずれにとってもそれぞれの性，年齢における無酸素性作業閾値を越える水準となっており，児童・生徒および男子大学生にとっては有酸素性作業能力発達の運動として，主婦および高齢者にとっては健康の保持に必要な運動として位置づけられうる。

ただし，中高年齢者や主婦については，血圧，脂質代謝などからも，もっとペースを落としても健康づくりの効果は期待できることは，すでに指摘した通りである。心循環系，呼吸系に疾患がある者や健康度の低い高齢者などにとっては，寒冷条件が加わることもあり，禁忌しなければならない場合も多い。池上[19]が言うようにこれらの予備力の低下した人達については，適度な強度と時間の範囲は極めて限定され，きめ細かなチェックが必要となろう。

2．筋力トレーニングとしての効果

持ち上げや投げだしにおける負荷は低くても，ショベルの柄を介したてこの力が働くため，これらの重量物を直接地面から持ち上げる動作の何倍もの負荷が脊柱にかかる．ショベル除雪作業で発揮される筋力にどのようなものがあるかを，図4－1のショベルの歪み曲線から見ると，

(1) 切りだし動作を伴う場合，ショベルを垂直方向に雪に突き入れるための力（歪み曲線のマイナスの振幅として現れる成分）

(2) 「底切り」でショベルを水平方向で突き入れる時，ショベルの柄に対して圧縮性の力がはたらき，作業者は，押しの力を発揮する。(歪み曲線のマイナスの振幅として現れる成分)

(3) 「持ち上げ」でショベルを垂直方向に持ち上げる力，ショベルの柄に対して伸展性の力がはたらき，作業者は concentric な筋力を発揮する。(歪み曲線ではプラスの振幅として現れる成分)

(4) 「反動づけ」から「投げだし」で，ショベルの柄に対して伸展性の力がはたらき，作業者は上肢，体幹，脚の筋力を発揮する。(歪み曲線ではプラスの振幅として現れる成分)

歪み曲線の振幅から見ると，(3)および(4)の力が大きく，この2つはほぼ同じ高さの2峰性の波として観察される。不慣れな作業者では，雪の粘性抵抗が高いのに切りだしをせずに持ち上げようとすると，実際に掬われる雪の重量の数倍の力を発揮することもある。図4－2は高齢者男子

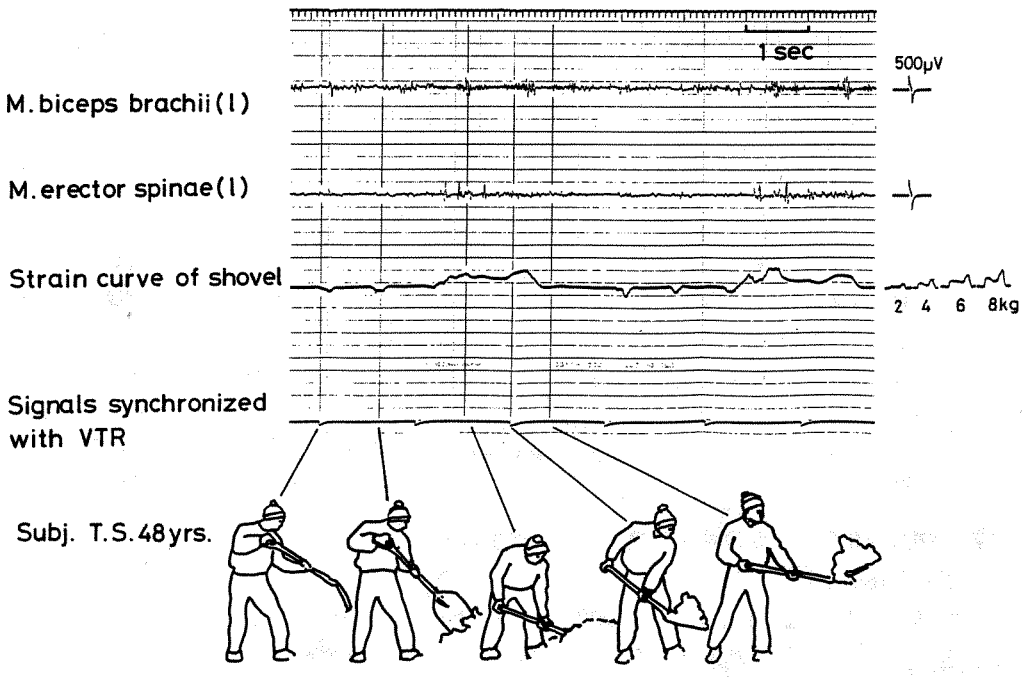

図4－1 切り出し動作を伴ったショベル除雪作業における筋電図。上から左上腕二頭筋，脊柱起立筋，ショベルの歪み曲線，VTR との同期信号。被検者は48歳の男子

3名と男子学生3名のショベルの歪み曲線である。いずれの被検者も1動作毎に「持ち上げ」時と「反動づけ」＋「投げだし」時の2峰が明瞭に見られる。最下段の不慣れなY. M. の場合，持ち上げ時にショベル負荷の数倍の振幅の歪みが頻発して見られるのは，このような無理な力を発揮したにもかかわらず，ショベル負荷は他の被検者と同じ水準しか得られていない例である。また，投げだし距離が長くなるにつれ(4)の方が高くなる。

湿雪など密度の大きい雪の場合，ショベル負荷が大きい場合，(2)の成分も大きなウエイトを占める。図4－4の10分間の歪み曲線の連続記録で観察されるように，積雪地出身の被検者群は，非積雪地出身群の被検者にくらべてプラスの振幅も大きいが，マイナスの振幅も顕著である。これは，「底切り」動作においても大きな押しの力をショベルに加えているためである。前述のCooper（1982）は，ショベル作業においてこのような押し，引きの力は持ち上げで発揮される力よりも小さいが，湿雪や重い雪の場合，摩擦係数が非常に大きくなるためにエネルギー消費に大きな割合を占めると説明している。

この他，歪み曲線には現れないが，掬われた雪がこぼれ落ちないようにブレード面を水平に保ち，ショベルの柄の断面方向からみた円の回転を防ぐため手首の回内，回外の力も発揮しているであろう。このように，単純な一連の動作の中にもさまざまな成分の力の発揮があり，からだのさまざまな筋群が動員されている。それらの筋力の発達・保持に伴って，これらの動作を起こす各分節に発生する応力が骨を刺激し[6]，加齢や身体刺激の不足に伴う骨塩量の減少が防止され，骨を丈夫に保つ役割も果たしている効果も期待できよう。トレーニングとして位置づける上でのこれらの運動がどのような筋力の要素においてどの程度の強度，頻度となっており，どの程度有効な役割を果たしているのか，という観点からの定性的，定量的なアプローチが今後の課題であろう。

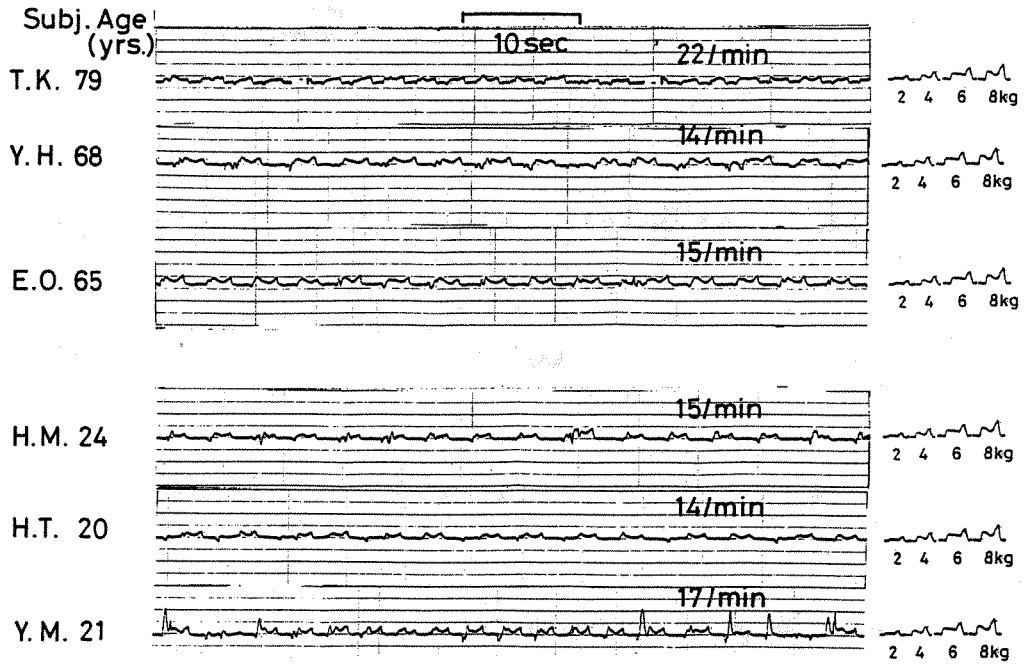

図4－2　除雪作業におけるショベルの歪み曲線の例。上の3例は，除雪に慣れた高齢者男子のもの，下3例は男子学生で，H. T. は，除雪に慣れた被検者，H. M. およびY. M. は除雪に不慣れな被検者（須田ほか，1991，未発表資料）

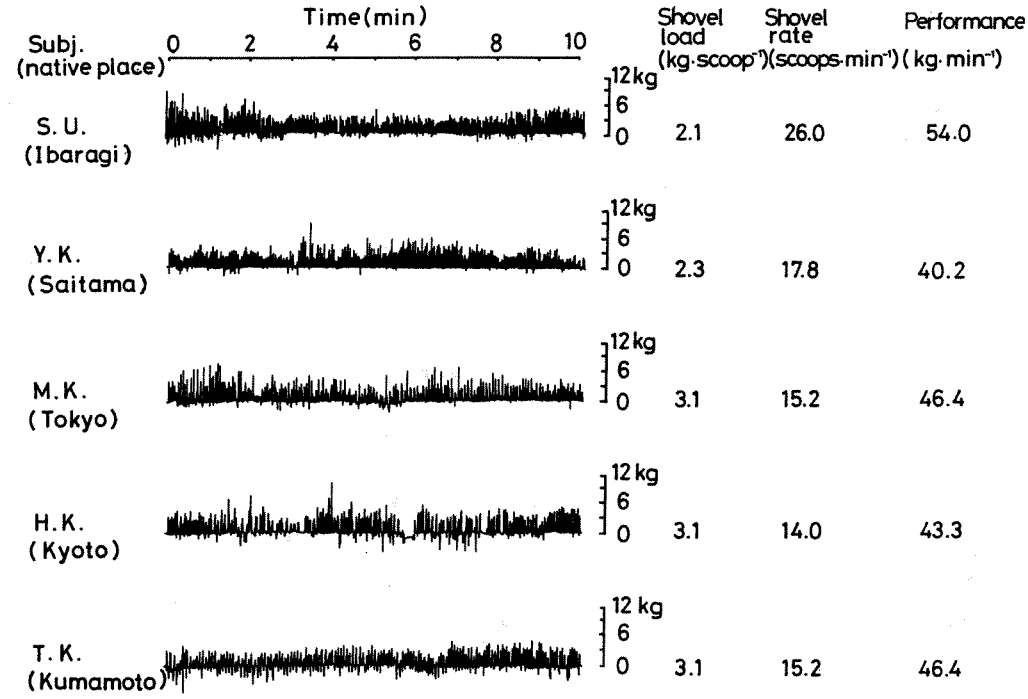

図４－３ 積雪のない地域出身の男子学生５名の，10分間全力で行った除雪作業におけるショベルの歪み曲線（右），ショベル負荷の平均値，ショベリングのテンポ，および作業成績（左）の記録例。

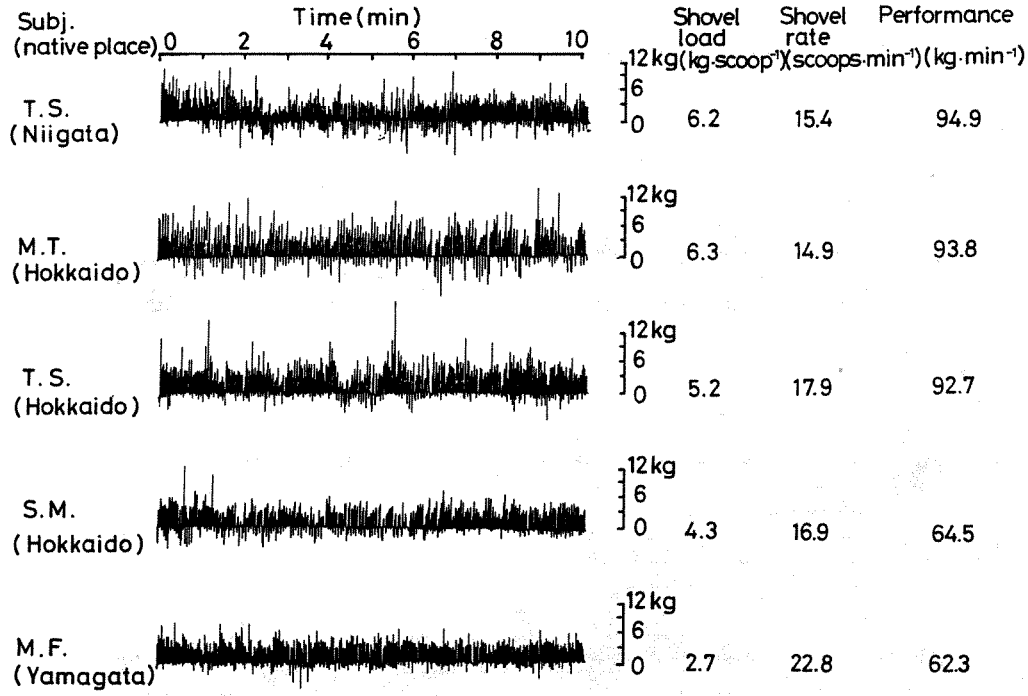

図４－４ 積雪地出身者の男子学生５名の，10分間全力で行った除雪作業におけるショベルの歪み曲線（右），ショベル負荷の平均値，ショベリングのテンポ，および作業成績（左）の記録例。

第3節　健康管理上の問題

本研究においては，人力除雪作業を，省力化が進んだ現在の生活の中で運動不足に陥りがちな積雪地の冬季における身体刺激として位置づけようとする発想が強調され，健康管理上のチェック・ポイントを把握するアプローチは不十分であった。この点は，今後の課題である。図4－5は，男子大学生25名について作業後の疲労部位調査を行った結果である，疲労を訴えた部位は上腕二頭筋や僧帽筋などが若干あげられたのみで，「持ち上げ」や「投げだし」の運動でてこの作用点となる腰部に集中している。未熟練者の不慣れな作業姿勢や，段取りの悪さ（作業条件に合わない用具の使用，重い湿雪を切りだしをせずにいきなり持ち上げようとする場合など）が，この部位の思いがけない障害を招くこともあろう。第3章第2節における実験で明らかなように，負荷の軽いショベリングでも頻繁な屈曲によってもこの部位の疲労，痛みを招く。

Karpovich（1976）[22]は，心疾患の者や体力の低い者が吹雪の後など車庫から車をだすための除雪作業で起こる危険について指摘している。体重160ポンド（72.6 kg）の者が，5ポンド（2.3 kg）のショベルを用いて毎分10回のテンポで除雪を行った時，1.7 kgの負荷では1.53 L / minでも，7.9 kgの湿雪になると3.7 L / minにも上り，この負荷は7階までの階段を1分間で一気に上った負荷に相当するというデータを示している。この場合，湿雪の負荷時の酸素摂取量は体重1 kg当たりに換算すると約51 ml · min^{-1} · kg^{-1}（データにもとずき著者が計算）にも達するという結果を紹介しているが，この数値は，本研究やこれに関連する他の研究のデータから見て，やや高すぎるように思われる。Åstrand（1986）[6]も，除雪のように上肢を使った運動は，同じ心拍出量に対して，血圧が上昇し，心臓の拍動力を高めなければならないので，トレーニングされていない者や心臓病の患者にとっては，過大な負担となると言っている。これらの指摘からも，密度の高い雪の除雪は，筋力の劣る者，心臓の弱い者，高血圧者，骨塩量の低下した者，健康度の低い高齢者などにとって危険を伴う作業であることが明らかである。本研究においても，負荷

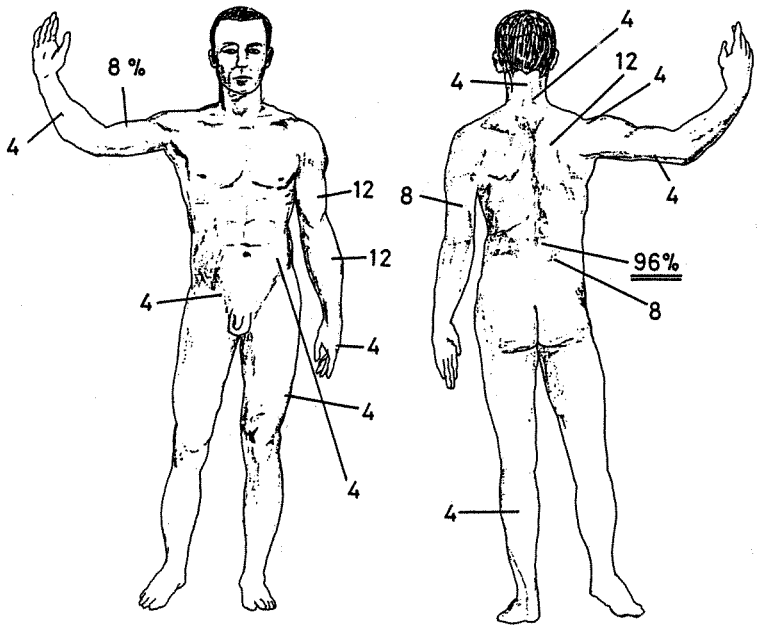

図4－5　ショベリングによる除雪作業後疲労を感じる部位（男子学生25名）

の高いテンポの少ない方法が効率的であることを体得したためか，作業に慣れた高齢者の方がショベル負荷が高いので，今後は血圧の上昇度，筋力の低下，腰椎の骨塩量の減少などの指標から安全度を押さえたガイドラインが提示される必要がある。

スポーツによる運動処方では，高齢者や健康度の低い者には歩行やジョッギングのような主に脚筋を使った運動が危険が少なく有酸素性運動として適当であり，除雪作業のような上肢を使った静的な筋力発揮を伴う運動は控えるべきである，という見解が一般的である。しかし，積雪地の生活の中で，このような人達でも生きぬいていくためには否応なしにショベルを奮わざるを得ない現実も多いであろう。積雪地における「運動処方」には，このような生活現実にも目を向けた視点を忘れてはならないと思う。また，家庭の中でもこのような危険性に対する認識が薄く，「ひまつぶし」や「ぼけ防止」を理由に高齢者に除雪を押しつけるような風潮がないであろうか？「運動処方」は個人個人の体力，健康度が基準となるものの，他人の健康や危険性をも思いやることの出来る科学的認識として，教育の中に組み込まれる必要があるということを提言する。

おわりに

「除雪」がキーワードに含まれる研究の中で，機械による除雪をいかに効率良く進めるかが土木工学や雪氷学の領域で重要な研究課題として位置づけられているのは，それが積雪地における生産と生活を円滑に営んでいく上で必須の活動であり，毎年多額の予算と人員がそのために投入されているからに違いない。家庭における除雪，健康のすぐれない独居老人宅における除雪のボランティア・サービス，出稼アルバイトによる商店や駐車場などの単発的な除雪作業，それぞれ生活を守っていくための精一杯の活動でありながら，人力除雪がほとんど研究の対象とされなかったのは，企業や行政にとってそれが予算措置や経営の効率や労務管理上顧慮すべき問題ではないからであろう。

労働科学および人間工学におけるショベル作業の知見と同じ様に，本研究におけるショベル除雪作業の場合も，ショベル負荷の大きい方が，作業成績を高め，作業成績当たりのエネルギー効率が少なくなるという点では有利である傾向が確認された。しかし，健康度や体力の劣る作業者にとって，ショベル負荷を高めることによって作業効率が向上する一方，疲労の蓄積，血圧の上昇，腰背部の過重な負担などの条件では危険性が増大することも考えられる。一方，ショベル負荷を低くした場合には，本研究の結果から推察されるようにテンポを増加させた割には効率が低下し，寒冷環境下で一層長時間中腰姿勢を頻繁に繰り返す方法を強いられるので，同じ問題は避けられないであろう。「雪かき」もスポーツによるトレーニングと同じ様に，適度な強度，時間の条件で行われれば健康や体力に効果的であるが，過度に及ぶと危険となる。その上，ノルマが設定されるためにスポーツと違って適度な運動時間で打ち切ることがしにくいという問題もある。こどもから高齢者まで，年齢，性，健康度，体力の異なるあらゆる人々が対象となる人力除雪作業において，最適な強度，負荷，テンポを設定する目安は，何よりも作業者ひとりひとりの健康度，体力，発達可能性であると考えたい。

体育学の領域では，健康増進や体力づくりの手段として専らスポーツや運動の効果のみが強調され研究の対象とされている。しかし，体力の発達や保持には，毎日の生活の中で積み重ねられる身体刺激もかけがえのない役割を果たしており[51)61)]，人力除雪もそのひとつの素材たり得る論理を本研究で提示した積りである。からだの発達の中では，体力や技術の向上だけではなく，「知的理性」の基礎をなす「感覚的理性」[39)]を育てる営みも重視したい。このような「知的理性」

は，自分のからだだけでなく健康や体力の恵まれない人に対してのこのような運動の影響についての科学的認識や思いやりを含めたものとして，「人間形成のための体力づくり」[35]の中に位置づけられる必要があろう。こどもたちや若者がゲレンデやリンクで「個人として人間として豊かに生きる権利」[35]を享受している一方で，お母さん方や老人ばかりがもっぱら雪かきに追われるような地域では，足腰の強い運動文化が育つとは思われない。

著者らが，このように他領域から見ても体育学やスポーツ科学の領域においても馴染みのない研究テーマを取り上げてきたのは，それが運動の美や楽しさの点では注目に値しなくとも，からだの発達・保全の視点では十分の意義を持っている「無用の用」を再発見できるのではないか，という期待を抱かせる魅力を含んでいると考えたからである。

参 考 文 献

1）安倍三史他「北海道における開発建設機械操縦員の労働衛生学的調査第2編冬期作業についての調査」北方産業衛生8：1－11，1955.

2）アメリカスポーツ医学協会編，（日本体力医学会体力科学編集委員会監訳）「運動処方の指針－運動負荷試験とプログラム－第3版」，南江堂，1989.

3）Åstrand, P-O., Cuddy, T. E., Saltin, B. and Stenberg J., "Cardiac output during submaximal and maximal work" J. Appl. Physiol., 19 (2) : 268–74, 1964.

4）Åstrand, P-O., Ekblom, B., Messin, R., Saltin, B. and Stenberg, J., "Intra-arterial blood pressure during exercise with different muscle groups," J. Appl. Physiol., 20(2) : 253–56, 1965.

5）Åstrand, I. A., Guharay, A. and Wahren, J., "Circulatory responses to arm exercise with different arm positions," J. Appl. Physiol., 25 : 528, 1968.

6）Åstrand P-O. and Rodahl K., Textbook of Work Physiology, Third ed. McGraw-hill, 1986.

7）Atomi, Y. and Miyashita, M., "Maximal aerobic power of Japanese active and sedentary adult females of different ages (20 to 62 years)," Med. Sci. Sports, 6 : 223–25, 1974.

8）東　晃「家庭における除雪について－労働時間と用具の考察－」雪氷，30：3－7，1968.

9）Bartelink, D. L., "The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the lumber intervestebral discs," J. Bone & Joint Surg., 39B : 718–25, 1957.

10）Brown, J. R. "Lifting as an industrial hazard, labour safety," Council of Ontario. Ontario Department of Labour, Canada, 1971.

11）Cooper, J. M., Adrian M. and Glassow R. B., Kinesiology. 5th ed. Mosby Company : 1982, pp.374–75.

12）Dressel, G., Karrasch, K. and Spitzer, H., "Arbeitsphysiologische Untersuchungen beim Schafeln Steinetragen, und Schubkarreschieben," Zentralblatt für Arbeitswissenschaft und sociale Betriebspraxis," 3 : 33–48, 1954.

13）Frivalds, A., "The ergonomics of shovelling and shovel design a review of the literature" Ergonomics, 29 (1) : 3–18, 1986.

14）福田明夫・北村潔和・山地啓司・有沢一男「作業部位（活動筋量）の相違による HR － $\dot{V}o_2max$ 直線の変異性」体育の科学，30(10)：751－55，1980.

15）古川　巌「人力除雪“歩掛り”の研究」雪氷，25(1)：3－7，1963.

16）古川　巌「手力除雪の歩掛りの研究－一人役の除雪量を判定する－」日本積雪連合資料，56：1－21，1963.

17) 原崎 正・滝波 武・石岡昌子・端山 篤・石井 仁・堀米志郎「本道青少年の体力・運動能力に関する研究－その１－」北海道体育学研究，１：39－49，1965.

18) 北海道教育委員会「昭和54年度児童生徒の体力・運動能力調査報告書」1980.

19) 池上晴夫「運動処方」朝倉書店，1990.

20) 池上晴夫「運動処方の実際」大修館書店，1990.

21) 石田裕紀子・森谷 絜・福地保馬「都市住宅高齢者の健康・生きがいと生活歴ならびに基礎体力の関連について」保健の科学，28：500－502，1986.

22) Karpovich, P. V. and Sinning, W. E., Physiology of Muscular Activity, 7th ed. W. B. Saunders, 1971. pp.138–40.

23) 糠谷英勝・吉岡利治「寒冷地における学校体育のありかたに関する研究第３報豪雪地帯児童の体力について」信州大学教育学部紀要，41：115－24，1979.

24) 橘内 勇・宮本守孝・原田吉雄・岩原敏人・今井充・朝野裕一・熱田裕司・竹光義治「中高齢者における脊柱支持筋の機能的・形態的評価と脊柱骨塩量」北海道整形災害外科雑誌，35(1)：57－63，1991.

25) 小林寛道「日本人のエアロビック・パワー」杏林書院，1985.

26) 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，141：１－39，1987.

27) Lehmann, G., "Arbeitphysiologische Werkzeuguntersuchungen. I. Die Dynamographie mit piezoelektrishem Quartz," Arbeitsphysiologie, 6 : 640–52, 1933.

28) Lehmann, G., Praktische Arbeitphysiologie (Stuttgart : THIEME) 1953.

29) MacDougall, J. D., Tuxen, D., Sale, D. G., Moriz, J. R. and Sutton, J. R., "Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise," J. Appl. Physiol, 58(3) : 785–90, 1985.

30) Margaria, R. C. and Arsenio, V., "Estimation of heart stroke from blood hemoglobin and heart rate at submaximal exercise," J. Appl. Physiol, 29 : 204–07, 1970.

31) Minter, A. L., "A comment on the relationship between energy expenditure and performance index in the task of shoveling sand,by Wyndham et al.," Ergonomics, 11 : 587–589, 1968.

32) 宮下充正・武藤芳照・吉岡伸彦・定本朋子「全身持久力の評価尺度としてのPWC75 % HRmax」J. J. Sport Sci., 2 : 912–16, 1983.

33) Müller, E. A. and Karrasch, K.,"Die grösste Dauerleistung beim Schaufeln. Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschliesslich," Arbeitphysiolologie, 16 : 318–24, 1956.

34) 中野謙吾「運動療法およびリハビリテーション，骨粗鬆症．基礎と臨床，」藤田拓男編集，東京，協和企画通信，1987，pp．1154－62.

35) 丹羽劭昭（成田十次郎，前田幹夫，丹羽劭昭，森 昭三編「保健・体育科教育と人間形成 第３章新しい体育科教育における人間形成理論」講座保健・体育科教育の科学と理論３，日本体育社，1975. pp．99－104.

36) 沼尻幸吉「労働の強さと適正作業量」労働科学叢書７，労働科学研究所，pp．35－76，1970.

37) 忍 博次「在宅福祉の行方」（財団法人北海道高齢者問題研究協会編『'89いま北海道の高齢者は』）北海道高齢者問題研究協会，1990．pp．73－82.

38) Petrofsky, J. S. and Lind, A. R. "Comparison of metabolic and ventilatory responses of men to various lifting tasks and bicycle ergometry," J. Appl. Physiol. 45(1) : 60–63, 1978.

39) ルソー著，戸部松実訳，「エミール」中央公論社，世界の名著30，1966．pp．411－19.

40）斎藤和雄・高桑栄松「除雪方法と労働負担」日本人間工学会第12回大会講演集：138－39，1971.

41）佐々木信夫「押し，引き荷重挙上による胸腔内圧の変動」労働科学，45(7)：410－21，1969.

42）佐藤方彦「人間工学概論」光生館：1986. pp．129－41.

43）志手典之・新開谷央・伊藤久美子「非降雪期および降雪期における小学校児童の身体活動水準の差異について」北海道体育学研究，23：33－42，1988.

44）志手典之・新開谷春子・新開谷央「小学校児童における有酸素的能力および無酸素的能力の季節変動について」北海道体育学研究，25：1－6，1990.

45）進藤宗洋・小笠原正志・田中宏暁（村山正博・太田壽城・小田清一編）「有酸素運動の健康科学」，1991，pp．31－51.

46）須田　力・中川功哉「積雪地における児童および生徒の身体活動と体力に関する研究」北海道体育学研究，19：29－39，1984.

47）須田　力・中川功哉・西薗秀嗣「除雪作業と体力」体力科学，33(6)：282，1984.

48）須田　力・室木洋一「大学生の身体活動と体力の発達」北海道大学教育学部紀要第48号：161－85，1986.

49）須田　力・三宅章介・加藤　満・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－高齢者の除雪作業時の生理学的応答と作業成績について－」北海道高齢者問題研究，3：31－38，1987.

50）須田　力・川初清典・三宅章介・佐々木　敏・加藤　満「筋電図からみた人力除雪作業について」寒地技術シンポジウム'88講演論文集，343－48，1988.

51）須田　力・室木洋一・中川功哉・安藤義宣・西薗秀嗣・吉田敏雄「学生時代から31－33年後の体力」体育学研究，32(4)：255－65，1988.

52）須田　力・三宅章介・加藤　満・佐々木　敏・川初清典「ショベル作業における負荷とテンポが生理学的応答におよぼす影響について」北海道体育学研究，24：19－25，1989.

53）杉岡直人「シルバー人材センターの活動と運営（財団法人北海道高齢者問題研究協会編『'89いま北海道の高齢者は』北海道高齢者問題研究協会，1990. pp．105－13.

54）東京都立大学身体適性学研究室編「日本人の体力標準値　第三版」不昧堂出版，1985. 27－69.

55）Taylor, F. W., The Principles of Scientific Management. New York, Harper & Bro., 1913.

56）Wenzig, K., "Arbeitphysiologie Studien VII, Beitrage zur Physiologie des Schaufelns," Arbeitphysiologie, 1 : 154–86, 1928.

57）ウエルズ，K. F.，ラットゲンス，K.，（宮畑虎彦訳）「新版キネシオロジー身体運動の科学的原理」ベースボール・マガジン社，1979. pp．548－72.

58）Williams, C. A., Petrofsky, J. S. and Lind, A. R., "Physiological Responses of Women During Lifting Exercise," Eur. J. Appl Physiol., 50 : 133–144, 1982.

59）Wyndham, C. H., Morrison, J. F., Williams, C. G., Heyns, A., Margo, E., Brown, A. N. and Astrup. J., "The Relationship between Energy Expenditure and Performance Index in the Task of Shovelling Sand," Ergonomics, 9(5) : 371–78, 1966.

60）山地啓司「心拍数の科学」大修館書店，1981. pp．42－43.

61）吉沢茂弘・漆原　誠・佐伯一之・田村秀明・室井和比古「生態学的にみた青少年の作業能－都市と農村の比較－」体育の科学，21(7)：470－76，1971.

62）財団法人体育科学センター編「健康づくり運動カルテ」講談社，1976. pp．49－73.