

森林セラピーコース歩行時の生理的運動強度の検討

Walking Courses in Forest Therapy : An Analysis of Physiological Exercise Load Intensity.

石田 直章 *Naotaka Ishida* 富岡 徹 *Toru Tomioka*
(人間発達学部教養部会) (名城大学)

I. 緒 言

近年、メタボリック症候群の持つリスクに対する診断基準が策定され^{1~3)}、死亡に至る基礎疾患として注目されている。またメタボリック症候群は、致死率の高い動脈硬化性疾患の発症に関与していることも知られており⁴⁾、その改善は、健康を維持する上で喫緊の課題である。メタボリック症候群の原因として、内臓脂肪の存在が特に重要視されている⁵⁾。内臓脂肪は、腸間膜脂肪、大網脂肪など門脈系に存在する脂肪組織であり、血流は直接肝臓に流入するため、その蓄積は、皮下脂肪よりもメタボリック症候群の誘因としてリスクが大きい。そこでメタボリック症候群の改善には、内臓脂肪を減少させる事が第一義的に必要であると考えられている。内臓脂肪の減少には、適切な食事摂取と運動の継続が必要であり、それによって得られるインスリン感受性の改善により、メタボリック症候群の発症が抑制され、改善し得ることがこれまでの研究から明らかにされている^{6~8)}。

筆者らも、従来から、薬物を用いずに食事と運動による改善が可能であるならば、これが最も望ましい治療方法であると考えており、実行可能な具体的提案を行っている⁹⁾。メタボリック症候群の改善には、通常の生活における食事の採り方や恒常的な運動習慣等、日常生活上の行動変容が必要である。これには専門的な栄養指導に基づく低 GI 食の摂取や食事摂取時間等の適切化に加え、レジスタンス・トレーニングや有酸素運動を含めた質の高い運動習慣を前提としている。論文では、その方法を学ぶために、都市部に在住するメタボリック症候群の患者、或いは予備軍である医療機関受診者が、内臓脂肪の軽減に向けた取り組みを、山村（長野県小谷村）において体験する事を提案している。その体験を通して、日常生活の中でメタボリック症候群改善に向けた生活を実践し得る事を最終的に実行可能な提案としている。山村で実施するセミナーにおける運動の中心は、有酸素運動である。小谷村の自然を利用した森林セラピーコースを歩行する事で、脂肪の燃焼を快適に、且つ適切に行う事を覚えようという提案である。日常生活の中で、歩行（またはノルディックウォーキング）する事を習慣化出来るか否かも、行動変容成功の鍵と為るものであると考えている。

近年、ノルディックウォーキングの運動効果に関する報告は比較的多く行われており^{10~14)}、ストックを用いることで、自覚的運動強度を変える事無く、心拍数や酸素摂取量が有意

に上昇する事を報告している。また、Dilba et al.¹⁵⁾ は、糖尿病患者に対するノルディックウォーキングの運動療法的適用に関する効果を検討し、食事内容の改善（エネルギー消費量の削減）と並行してノルディックウォーキングを行うことにより、身体組成における体脂肪量の減少と、糖尿病患者の血中中性脂肪値、総コレステロール値と LDL コレステロール値の減少が認められたことを報告している。また中川¹⁶⁾ は、健常な中高年女性に対して 10 週間のストックウォーキングトレーニングを課した結果、血中の生化学的健康リスク要因の改善がみられた事を報告している。これらの報告は、ノルディックウォーキングが、メタボリック症候群の改善に対して有益に機能することを示唆するものであり、通常の歩行に加え、ノルディックウォーキングを行うことで、より確実に成果を上げる可能性を期待させるものである。今後さらに様々な条件下におけるノルディックウォーキングのバリエーションが増加する事は必然であろう。より適切なメタボリック症候群の改善方法の確立に向け、ノルディックウォーキングを利用した際に考えられる、種々の自然条件下における生理的効果を検討するための基礎的資料をより多く収集していかなければならない。

本研究は、森林セラピーコースを歩行する際の生理的運動強度を測定し、メタボリック症候群の改善に向けた運動として適切なものであるという仮説を検証することを目的としている。また、ノルディックウォーキングを利用した際に、通常の歩行に比して、どの程度生理的運動強度が変化するかを検討し、より効率の良い運動としてノルディックウォーキングが適しているかを検証する事を目的としている。また、冬季の小谷村は雪深い地域であり、その様な条件の中で行われる屋外歩行にも焦点を当て、積雪時のノルディックウォーキングの効用も併せて検討するものである。

Ⅱ. 方 法

A. 測定対象

夏季の調査における被験者は、長野県北安曇郡小谷村に在住する男性 5 名、女性 7 名、合計 12 名 (44.5 ± 11.5 歳) であり、また冬季降雪時の雪上歩行時の被験者は、男性 6 名、女性 5 名、合計 11 名 (30.3 ± 7.0 歳) であった。その内、夏季・冬季共に測定を実施した被験者は男性 3 名、女性 3 名、合計 6 名 (40.1 ± 3.3 歳) であった。全ての被験者には、実験の目的と測定内容を説明し同意を得た。

B. 測定場所

測定は、長野県北安曇郡小谷村に設置されている、森林セラピーコースを利用して実施した。図 1 は、森林セラピーコースのスタート地点からコースを眺めた風景である。標高 1000m に位置し、森林に囲まれ、起伏に富んだ 1 周 1.5km の歩行に適した快適なコースである。また、コースの見取り図を図 2 に示した。被験者は標高約 1000m の地点をスタートして、およそ 500m を経過する地点まで 25m 程度の上り坂を登り、その後 50m 程の下

り坂を 600m 程歩行し、最後に再び 20m 程度を上昇する上り坂を経てスタート地点へと 1 周する。



図1 森林セラピーコースのスタート地点から見たコースの様子

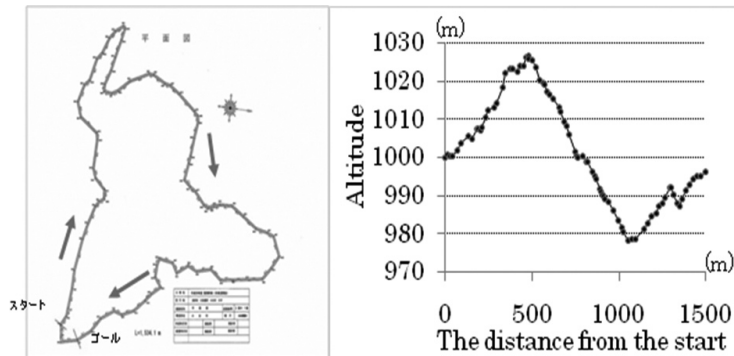


図2 1.5kmの森林セラピーコース図(左)と標高(右)

C. 測定時期

測定は、夏季に加え、降雪時の雪上歩行の運動強度を比較検討するために、冬季降雪時にも実施した。夏季の測定を2回、冬季の測定を2回実施した。

D. 測定項目

1. 酸素摂取量

歩行時の生理的運動強度を正確に把握するために、歩行時の呼気ガスを分析した。その際の測定には、MedGraphics 社製 VO2000 を用いた。この測定から、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)、分時換気量 ($\dot{V}E$)、呼吸商 (RQ) を求め、これらを指標として分析を加えた。

2. 心拍数

心拍数は、Polar 社製 Accurex Plus を用いて測定した。

3. RPE

全ての歩行条件毎に測定を試行した直後に、Borg による自覚的運動強度 (RPE ; rating of perceived exertion, Borg 指数) を質問した。RPE は、通常は運動負荷試験の際、被験者の自覚症状を定量的に把握する目的で使用されている。本測定は、運動負荷を既定していない自由スピードの歩行であるため、被験者にとってどれ程の負荷と感じられていたのかを知るための指標として用いた。コース 1 周の通常歩行を終了した時点で、直ちに 1 回目の聞き取りを、ノルディックウォーキング終了時点で、直ちに 2 回目の聞き取りを行った。

4. 総歩数

コースを 1 周 (1.5km) するのに必要な総歩数を、其々の歩行条件により比較検討するために、万歩計を装着して歩行し計測した。使用した万歩計は OMRON 社製 HJ016 であった。

E. 測定条件

測定は、全ての歩行に渡り「本人が心地好いと感じる通常の歩行を」という指示に従って行われた。しかしながら、被験者が歩行中に感じる負荷は、「楽に歩行した」と感じるものから「かなりきつかった」と感じるものまで様々であり、この結果は、RPE に反映しているものと考えられる。歩行と歩行の間は、最低 5 分間座位安静を採ってもらい、なるべく同様の運動強度で歩行してもらう様に依頼した。なおノルディックウォーキングに使用したストックの長さは、国際ノルディックウォーキング協会 (INWA) の推奨する身長 $\times 0.68\text{cm}$ に規定した。

Ⅲ. 結果

A. 夏季の通常歩行

1. 森林セラピーコース 1 周 1.5km の歩行所要時間

測定時の歩行は、本人が「心地好いと感じる通常の歩行」速度であるため、被験者毎に歩行速度が異なり、従ってコース 1 周を回る歩行所要時間も様々であった。最も早く回った者では 15 分 51 秒、一方、最も遅かった者では 18 分 42 秒を要しており、平均すると 17 分 14 秒 \pm 46.8 秒であった。尚、男女間に有意差は認められなかった。

2. 総歩数

通常歩行における総歩数は、最も多い者で 2220 歩、最も少ない者で 1868 歩であった。平均すると 2033.3 \pm 100.7 歩であった。

3. RPE

RPE は、当該運動負荷がどの程度の身体負担であるのかを、訊ねるものであり、主観的な解答であるため、個人によりばらつきが大きいのは否めない、最も歩行が楽 (負担度が低い) であったと申請した者はスケールのポイント 9 (Very Light: かなり楽である) が 1 名であり、最も負担度を高く感じていた者は、ポイント 14 (Somewhat hard : やや

きつい)を申請した者が2名存在した。平均は 12.3 ± 1.4 であった。

4. 酸素摂取量

コースを1周した時の歩行中酸素摂取量を1分間値に換算して評価した。最も低値であった者は、 0.95 L/min であり、最も高値であった者は、 1.43 L/min と大きな能力差を示していた。平均は、 $1.15 \pm 0.15 \text{ L/min}$ であった。これを、各個人の体重で割って正規化すると、平均は $19.74 \pm 2.39 \text{ ml/kg/min}$ であった。

5. 心拍数

心拍数は、コース1周の歩行中の心拍数を平均して評価した。最も低値であった者は平均 92 beats/min であり、最も高値であった者は、平均 132 beats/min を記録していた。被験者全員の平均心拍数は、 $112.9 \pm 12.2 \text{ beats/min}$ であった。

B. 夏季のノルディックウォーキング

1. 森林セラピーコース1周1.5 kmの歩行所要時間

通常歩行同様ノルディックウォーキングにおいても、本人が「心地好いと感じる通常速度」で歩行する様に指示をして実施した。コースを最も速く回った者では15分36秒、一方最も遅かった者は、18分33秒であり、平均すると16分54秒 \pm 57秒であった。尚、男女間に有意差は認められなかった。

2. 総歩数

ノルディックウォーキングにおける総歩数は、最も多い者で2210歩、最も少ない者で1818歩であった。最も歩数の多かった者と少なかった者は、通常歩行・ノルディックウォーキング共に同一の被験者であった。総歩数の平均は、 1951.7 ± 120.1 歩であった。

3. RPE

ノルディックウォーキング時に最も歩行が楽(負担度が低い)であったと申請した者はスケールのポイント9(Very Light: かなり楽である)が1名であり、最も負担度を高く感じていた者では、ポイント13(Somewhat hard: ややきつい)を申請した者が2名存在した。平均は 11.3 ± 1.4 であった。

4. 酸素摂取量

ノルディックウォーキング時の測定において最も低い酸素摂取量の値は、 1.01 L/min であり、最も高値は、 1.66 L/min と大きな能力差を示していた。平均は、 $1.23 \pm 0.18 \text{ L/min}$ であった。これを、各個人の体重で割って正規化すると、平均は $20.63 \pm 2.21 \text{ ml/kg/min}$ であった。典型的な通常歩行(W)とノルディックウォーキング(NW)の酸素摂取量の時系列による推移を図3に示した。

5. 心拍数

通常歩行時同様、ノルディックウォーキング時においても心拍数は、コース1周の歩行中の心拍数を平均して評価した。最も低値であった者は平均 88 beats/min であり、最

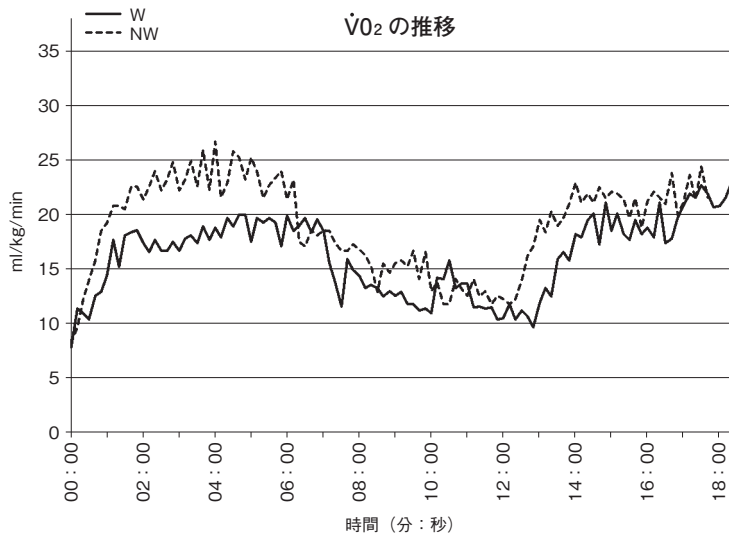


図3 通常歩行 (W) とノルディックウォーキング (NW) の酸素摂取量の時系列推移

も高値であった者は、平均 144 beats/min を記録していた。被験者全員の平均心拍数は、 118.2 ± 17.6 beats/min であった。

C. 冬季のスノーシュー・ウォーキング

1. 歩行所要時間

スノーシューを使用した雪上歩行により夏季同様のコースを歩行したのであるが、雪上という事もあってか、全体に歩行所要時間は増加する傾向がみられた。最も早く回った者では 16 分 14 秒、一方最も遅かった者は 28 分 38 秒であり、個体差が大きかった。したがって平均すると 22 分 28 秒 \pm 3 分 21 秒と、標準偏差は大きな値となった。尚、男女間に有意差は認められなかった。

2. 総歩数

スノーシュー歩行における総歩数は、最も多い者で 2873 歩、最も少ない者で 1661 歩であった。平均すると 2296.3 ± 379.0 歩であった。この結果から夏季の歩行に比して個人間のばらつきが大きい事が示された。

3. RPE

最も歩行が楽 (負担度が低い) であったと申請した者はスケールのポイント 12 (Fairy light: 楽である、と Somewhat hard: ややきついの中間) が 3 名であり、最も負担度を高く感じていた者は、ポイント 17 (Very hard: かなりきつい) を申請した者が 2 名存在した。平均は 13.7 ± 1.9 であった。これは夏季の通常歩行に比して全体的に高値であった。

4. 酸素摂取量

スノーシュー・ウォーキング時の測定において最も低い酸素摂取量の値は、1.10 L/min であり、最も高値は、2.06 L/min と大きな能力差が確認された。平均は、 1.69 ± 0.38 L/min であった。これを、各個人の体重で割って正規化すると、平均は 26.88 ± 3.71 ml/kg/min であった。

5. 心拍数

心拍数は、夏季同様にコース1周の歩行中の心拍数を平均して評価した。最も低値であった者は平均 101 beats/min であり、最も高値であった者は、平均 157 beats/min を記録していた。被験者全員の平均心拍数は、 132.3 ± 18.0 beats/min であった。夏季通常歩行に比して、全体に高値を示した。

D. 冬季のスノーシュー・ノルディックウォーキング

1. 歩行所要時間

スノーシューを使用し且つノルディックウォーキングにより雪上歩行を行った。最も早くコースを回った者では13分44秒、一方最も遅かった者は25分9秒であり、スノーシューのみの使用による歩行と同様に個体差が大きかった。全体の平均は21分15秒 \pm 3分15.7秒であり、標準偏差は大きな値となった。尚、男女間に有意差は認められなかった。

2. 総歩数

総歩数は、最も多い者で2381歩、最も少ない者で1428歩であった。全体の平均値は 2105.7 ± 313.7 歩であった。この結果も夏季の歩行に比して個人間のばらつきが大きい事が示された。

3. RPE

最も歩行が楽（負担度が低い）であったと申請した者はスケールのポイント10（Very light: かなり楽である、と Fairy light: 楽であるの中間）が1名であり、最も負担度を高く感じていた者は、ポイント15（Hard: きつい）を申請した者が1名存在した。平均は 12.5 ± 1.29 であった。

4. 酸素摂取量

スノーシュー・ノルディックウォーキング時の測定において最も低い酸素摂取量の値は、1.51 L/min であり、最も高値は、3.04 L/min と大きな能力差が認められた。平均は、 2.14 ± 0.58 L/min であった。これを、各個人の体重で割って正規化すると、平均は 34.93 ± 6.87 ml/kg/min であった。

5. 心拍数

心拍数は、夏季同様にコース1周の歩行中の心拍数を平均して評価した。最も低値であった者は平均 105 beats/min であり、最も高値であった者は、平均 168 beats/min を記録していた。被験者全員の平均心拍数は、 143.9 ± 22.6 beats/min であった。

IV. 考察

森林セラピーコースとして設定されている場所は、今回の測定場所である長野県北安曇郡小谷村だけでも数か所存在し、今後も増加する傾向にある。この自然環境豊かな歩行コースを用いて適切な有酸素運動の方法を指導し、健康的な生活をおくるための1手段として用いる事は、健康指導に関わる我々の責務でもあると考える。また、メタボリック症候群を抱える患者やその予備軍と言われる人々にとっても、その状態を改善する最も好ましい方法として、森林セラピーコースを有効に活用することは、必要不可欠な事柄でもある。しかしながら、実際にコースを歩行した際に消費されるエネルギー消費量や運動強度などの基礎的データは少なく、その蓄積は急務である。森林セラピーコースを利用した、より好ましい歩行処方提案や、冬季降雪時にも利用可能な方法の提案など、今後の課題も山積である。本研究は、こうした提案の根底にある、森林セラピーコース歩行時の運動量の定量化を試みたものである。

本研究では、先ず夏季の森林セラピーコースの歩行について、通常歩行時のエネルギー消費量を測定し、この運動がどの程度の生理的運動強度を備えているのかを明らかにした。また、ノルディックウォーキングによる歩行との比較を実施し、その違いを明らかにした。さらに、冬季降雪時にも歩行コースとして利用できる様に、スノーシュー歩行やスノーシュー・ノルディックウォーキング時のエネルギー消費量を測定し、其々の状態を明らかにし比較検討した。

A. 夏季通常歩行

夏季の通常歩行時の心拍数の時系列データを個人毎に確認すると、コースの起伏に従って登りに増加し下りで減少する事が示され、森林セラピーコースの起伏が、運動効果に大きく貢献している事が示唆された。各個人の平均心拍数では個体差が大きなもの、全員の平均が約 113 beats/min であり、このコースが有酸素運動の運動強度として十分な負荷を持っている事も示唆された。この事は、酸素摂取量のデータからも明らかである。さらに、運動強度を酸素摂取量のデータを基に METS 法に換算して評価すると、全員の平均は 5.7 ± 0.7 METS であった。改めて言うまでもないが十分な負荷である事が確認できる。また、近年簡便に心拍数から導き出される % HRreserve 法 (カルボーネン法) を用いて、運動強度を評価する方法も知られている。本測定の被験者に対する運動強度を % HRreserve 法を用いて計算すると、 41.3 ± 12.2 % となり、凡そ 40% の強度 (負荷) の運動をしている事と評価できる。この事から夏季通常歩行は、強過ぎない無理の無い運動強度であった事が推察される。

B. 夏季ノルディックウォーキング

一方、ノルディックウォーキングによる歩行はどの程度の負荷になっているのであろうか。全員の平均心拍数は、約 118 beats/min であり、通常歩行同様、有酸素運動の運動負荷として十分な強度を有している事が示唆された。この事は、酸素摂取量のデータからもより明確であった。さらに METS 法を用いて評価するために酸素摂取量を METS に換算

すると、 5.90 ± 0.64 METS であり、持久性運動（有酸素運動）の負荷として十分な強度になっている事が確認された。一方、簡便な% HRreserve 法を用いて運動負荷を計算すると、 $46.9 \pm 18.1\%$ となり、約 47% の強度（負荷）の運動をしていた事が推察され、通常歩行同様に無理のない運動であったものと思われる。

C. 通常歩行とノルディックウォーキングの比較

通常歩行とノルディックウォーキングによる歩行の身体に対する違いは何であろうか。ノルディックウォーキングは、ストックを用いて歩行をするため、身体の安定性を確保できる事が予想されるが、それだけでは、運動負荷に違いが有るとは言い難い。ここでは、其々のパラメーターについて比較を行い、検討する事にする。図 4、図 5 は通常歩行とノルディックウォーキングのコース 1 周に要した時間と歩数を示している。其々両群をカイ 2 乗検定を用いて検定した結果、所要時間については 5% 水準で、歩数については 1% 水準で両群間に有意差が認められた。すなわち、所要時間も歩数も通常歩行に比してノルディックウォーキングの方が、少なくなる事が明らかとなった。これは、ストックによる前方への推進力がうまく得られている事を示しており、ノルディックウォーキングが歩行の速度を速める効果を持つ事を意味するものであろう。

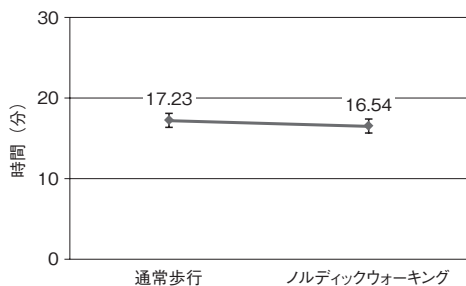


図 4 通常歩行とノルディックウォーキングの所要時間

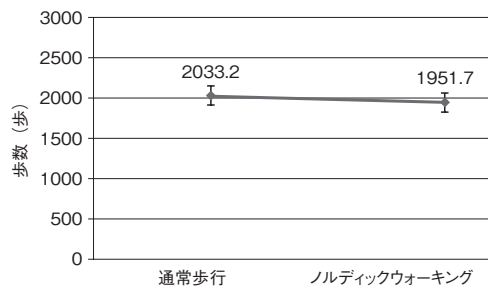


図 5 通常歩行とノルディックウォーキングの歩数

この森林セラピーコースを歩行した際の、歩行形態の違いによる身体に対する生理的負担度を評価するために、通常歩行とノルディックウォーキングの酸素摂取量と心拍数の比較グラフを図 6、図 7 に示した。図 7 については、上図が 1 分間の酸素摂取量であり、下図はそれを体重で割って正規化したものである。また図 8 は、其々の自覚的運動強度の平均値を表している。酸素摂取量には統計的な有意差が認められないものの、通常歩行に比してノルディックウォーキングの方が、若干高い酸素摂取量を示していた。また平均心拍数についてもノルディックウォーキング時に明らかな上昇が確認された ($p < 0.05$)。これらの事実は、通常歩行に比べてノルディックウォーキングでは、身体の生理的運動強度が増加する事を示している。一方、自覚的運動強度の結果をみると、平均値は 12.3 か

ら 11.3 へ統計的にも有意に変化しており ($p < 0.01$)、これは、「楽である : Fairly light」と、ややきつい : Somewhat hard の中間」から「楽である : Fairly light」へと体感的には運動が楽に感じられている事を表している。

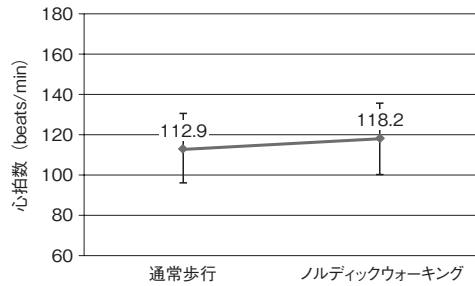


図 6 通常歩行とノルディックウォーキングの平均心拍数

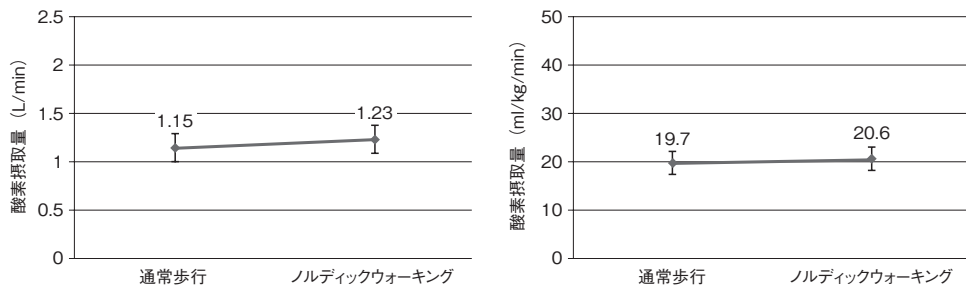


図 7 夏季通常歩行とノルディックウォーキングの酸素摂取量
1 分間の酸素摂取量 (左図) と体重で正規化した酸素摂取量 (右図)

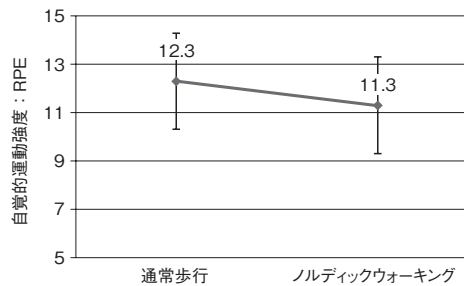


図 8 通常歩行とノルディックウォーキングの自覚的運動強度

これらの指標を総合的に検討すると、森林セラピーコースの通常歩行に比して、ノルディックウォーキングでは、スピードが増し歩数が減る事で、自覚的には運動が楽に感じ

られるものの、身体に掛かる有酸素的運動負荷は大きくなる事が示唆されたと言う事が出来よう。

D. 冬季降雪時のスノーシュー・ウォーキング

冬季降雪時には、夏季通常歩行時の様に靴を履いて歩行する事は困難である。そこで、近年スノーシューを用いた歩行が行われるようになって来た。その運動負担度（強度）を知る事は、適切な運動処方構築する上においても必要である。先ず心拍数の時系列データを個人毎に確認すると、通常歩行と同様にコースの起伏に従って登りに増加し下りで減少する事が示された。さらに両者の差が大きい事から森林セラピーコースの起伏が、通常歩行以上に、運動効果に大きく貢献している事が示唆された。各個人の平均心拍数は101から157 beats/minにまで分布しており、個体差がとても大きい事がわかる。全員の平均は約130 beats/minであり、降雪時のスノーシュー・ウォーキングが有酸素運動の運動強度として十分な負荷を持っている事も確認された。他方酸素摂取量は、平均約37 L/minであり、有酸素運動の負荷として十分な強度を有している事は明らかである。さらに、運動強度を酸素摂取量のデータを基にMETS法に換算して評価すると、全員の平均は 7.6 ± 1.1 METSであり、十分な負荷である事が確認できる。また、% HRreserve法（カルボネン法）を用いて、運動強度を計算すると、 $60.2 \pm 9.0\%$ となり、凡そ60%の強度（負荷）の運動をしているものと評価でき、比較的負荷の高い運動であった事が推察される。

E. 冬季降雪時のスノーシュー・ノルディックウォーキング

冬季降雪時でも、ノルディックウォーキングを有効に活用し屋外歩行を楽しむ事が可能である。しかしながら、その生理的負担度は殆ど知られていない。本研究では、実際に冬季降雪時のスノーシュー・ノルディックウォーキングを実施し、その際の生理的データを採取した。図9は、雪上におけるスノーシュー・ノルディックウォーキングによる実験風景である。全員の平均心拍数は、約144 beats/minであり、スノーシュー・ウォーキングよりも更に高値を示していた。平均心拍数のこの値は、スノーシュー・ノルディックウォーキングがかなり高い運動強度を有している事を推察させる結果であった。しかし一方で自覚的運動強度の結果が平均 12.5 ± 1.29 であったことを考えると、生理的負担度の強さに比して、自覚的にはあまり強度の高い運動であった事を認識していない可能性が推察された。

また生理的運動強度を客観的に示すために、酸素摂取量をMETSに換算すると、 9.8 ± 1.80 であった。これは、他の運動形態で表現すると、6～7分程度のランニングや水泳（平泳ぎ）、サイクリングに相当する持久性運動（有酸素運動）の負荷としては強度の高い運動負荷になっている事が確認された。さらに、簡便な% HRreserve法を用いて運動強度を計算すると、 $73.1 \pm 12.2\%$ であった。約70%の強度（負荷）の運動は、有酸素運動として極めて生理的負担度の高い運動を行っていたものと考えられる。身体の安全性を考慮すると、通常歩行同様に無理のない運動という観点からすれば、若干の見直しの必要性を惹起させる結果であった。



図 9 雪上におけるスノーシュー・ノルディックウォーキングによる測定風景

F. スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングの比較

冬季の運動形態（歩行形態）として我々が提案している、スノーシュー・ウォーキングやスノーシュー・ノルディックウォーキングが、有酸素運動として十分な運動負荷を持っている事はこれまでの考察で述べてきた。ここでは、より効率の良い安全な冬季の運動を提案するために、この両者の生理的的身体負担度を比較検討するものである。夏季のノルディックウォーキングにおいても、ストックを用いて歩行をするため、身体の安定性を確保できる事が意味を持つ事は既に指摘したが、雪上においては尚更のことと予想される。スノーシュー・ウォーキングでは、被験者の言葉からも、雪上故に身体の左右・前後のバランスの不安定さが予測される。スノーシュー・ノルディックウォーキングによってストックを用いる事で、この不安定さを少なからず解消できる事が期待され、より安全な負荷を体にかける事が可能になる事も想定される。図 10 に示された、自覚的運動強度の両者の比較をみると、スノーシュー・ウォーキングに比べスノーシュー・ノルディックウォーキングでは、13.7 から 12.3 へ（すなわち、「ややきつい」と「きつい」の中間程度から「楽である」と「ややきつい」の中間程度へ）と、統計的にも有意に ($p < 0.01$) 変化している。つまり生理的運動強度が増しているにもかかわらず、自覚的には楽に感じているという事であり、ストック使用の効果を推定させる結果であった。

其々のパラメーターについて比較を行い、検討を進める事にする。図 11、図 12 は通常歩行とノルディックウォーキングのコース 1 周に要した時間と歩数を示している。所要時間も歩数も 1% 水準で両群間に有意差が認められた。すなわち、所要時間も歩数もスノーシューのみの歩行よりも、ノルディックウォーキングを併用して用いた歩行の方が、少なくなる事が統計的にも明らかとなった。これは、夏季の条件と同様に、ストックによる前方への推進力がうまく得られている事に加え、雪上を歩行する上において安定性を確保する事が

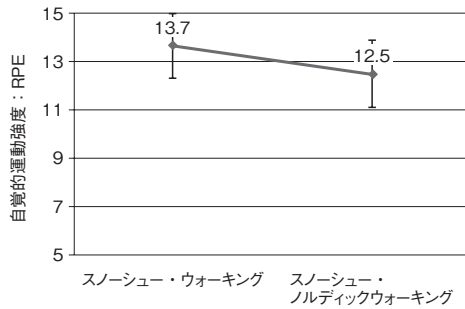


図 10 スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングの自覚的運動強度

より有利に行える事を推察させる結果であった。前述の自覚的運動強度の結果を加味すれば、ストックを用いる事で、より安定した歩行を獲得出来、その結果として速度が速まり、歩数が減少することで、より楽に歩行できている可能性を持っている事が推察された。

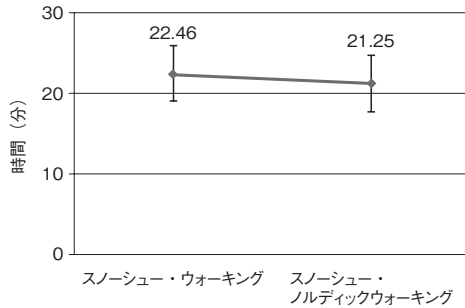


図 11 スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングのコース 1 周に要した時間

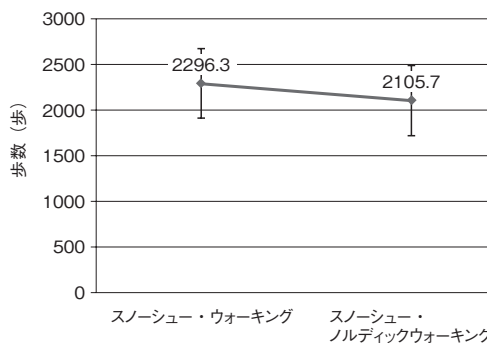


図 12 スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングのコース 1 周の歩数

生理的負担度を評価するために、スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングの心拍数と酸素摂取量の比較グラフを図 13、図 14 に示した。図 14 については、左図が 1 分間の酸素摂取量であり、右図はそれを体重で割って正規化し

たものである。心拍数も酸素摂取量も、両者間には明らかな統計上の有意差が認められ ($p < 0.01$)、スノーシュー・ウォーキングに比して、スノーシュー・ノルディックウォーキングでは、著しく生理的運動強度が増加している事が確認された。しかしながら、既に述べたように自覚的運動強度は低下しており、生理的運動強度は増しているものの楽に感じていたという結果である。これは、ストックによる前方への推進力や左右の安定性の確保など、種々の要素が重なり合う事によって、より効率の良い歩行を行っていた事を示唆するものであろう。この結果から、スノーシュー・ノルディックウォーキングは、冬季の森林セラピーコースの歩行として十分な運動効果を期待できる運動様式である事が確認されたものとする。しかしながら、一方で、夏季にみられたのと同様に、自覚的には楽に感じられる生理的運動強度であっても、何らかの疾患（多くの場合にメタボリック症候群を想定しているが）を抱えた対象者にとっては、きつ過ぎる生体負担度である事も想定され、その点に対する注意も必要となろう。またスノーシュー・ノルディックウォーキングでは、各被験者間の能力差がより鮮明に認められたが、各個人のデータに戻って確認すると、歩行スピードが速く酸素摂取量が多かった被験者には、スキーの上級者が多い事が窺われ、ストックの使い方の技術差が表れた結果である事も推察された。

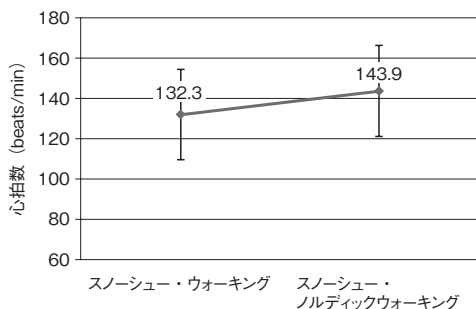


図 13 スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングの心拍数

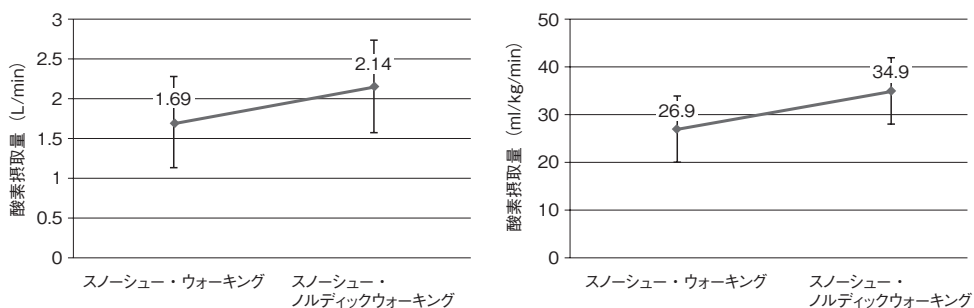


図 14 冬季スノーシュー・ウォーキングとスノーシュー・ノルディックウォーキングの酸素摂取量
1 分間の酸素摂取量 (左図) と体重で正規化した酸素摂取量 (右図)

G. 夏季の歩行と冬季降雪時の歩行の比較

同様のコースを歩行した測定とは言え、冬季降雪時には、スノーシューを用いた歩行であるために、当然、歩行スピードは減少し、歩数も多くなる事が想定される。これでは、条件の異なる両者間を単純に比較することに意味を持たない。ここでは、生理的運動強度としての心拍数、酸素摂取量から導き出される運動負荷の違いを検討してみたい。

夏季の靴を使用したノルディックウォーキングと冬季にスノーシューを使用したノルディックウォーキングの心拍数の違いを図 15 に示した。両者間には 1%水準で明らかな統計的有意差が認められた。冬季のスノーシュー・ノルディックウォーキングは、靴を使用したノルディックウォーキングに比べて約 20%の心拍数の増加が確認された。さらに酸素摂取量に至っては約 60%もの増加が確認され、雪上でのスノーシューを用いた歩行の運動強度は極めて高くなる事が確認された(図 16)。これを、自覚的運動強度から当人の感じている身体的負荷を確認すると、図 17 に見られる様に両者間に統計的有意差は無く、殆ど同様の運動強度であったと回答している。このことからすると、冬季の雪上でのスノーシュー・ノルディックウォーキングは、主観的な運動負荷(負担)を高める事なく、生理的な運動強度を高める事が可能な、大変有効な有酸素運動であると言う事が可能であろう。

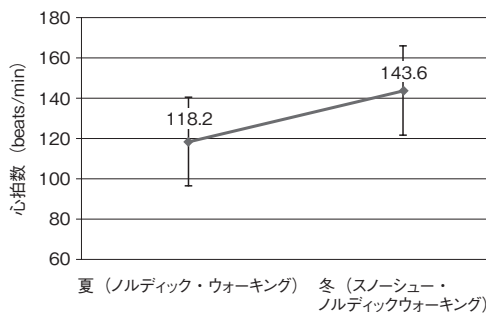


図 15 夏季(靴使用)と冬季(スノーシュー使用)のノルディックウォーキング時の心拍数

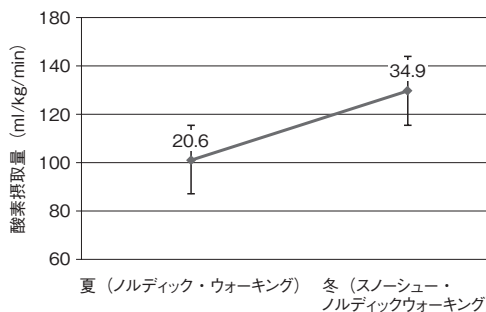


図 16 夏(靴使用)と冬(スノーシュー使用)のノルディックウォーキング時の酸素摂取量

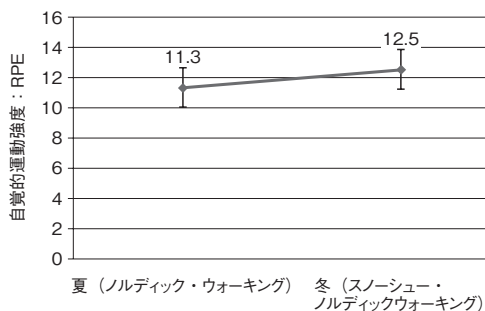


図 17 夏季 (靴使用) と冬季 (スノーシュー使用) のノルディックウォーキング時の自覚的運動強度

V. まとめ

- 1) 夏季の森林セラピーコースの歩行については、靴による通常の歩行と、ノルディックウォーキングの間に、統計的な生理的運動強度の違いは認められなかったものの、心理的負担度が少なく時間も短縮されているにも関わらず、若干の生理的運動強度の上昇傾向が確認され、ノルディックウォーキングが、より安全で有効な運動である事が推察された。
- 2) 冬季の森林セラピーコースの歩行については、スノーシューのみ使用した歩行であっても、夏季の歩行に比べ、生理的運動強度は高く、さらにスノーシュー・ノルディックウォーキングでは、極めて高い運動負荷 (生理的運動強度) となっている事が確認された。しかしながら、心理的負担度はあまり変化しておらず、楽に歩いて、速度が上がり、運動時間も短いにも関わらず、エネルギー消費量が増えているという結果であった。このことから冬季スノーシュー・ノルディックウォーキングは、有酸素運動として大変効果的であり効率も良い事が明らかになった。
- 3) 自覚的運動強度があまり変わらないのに、生理的運動強度が大きく変化する条件が明らかになり、メタボリック症候群など、身体に何らかの疾患を抱える患者にとっては過度な負担とならない様に注意が必要である事も示唆された。特に冬季スノーシュー・ノルディックウォーキング時には注意が必要である事が示された。
- 4) 全ての運動条件による運動強度は、METS法を用いて換算すると5から10METSに渡って分布しており、実施した運動条件が有酸素運動として十分な効果を持つ事が明らかになった。森林セラピーコースを有効に活用し、特にノルディックウォーキングを応用する事により、健康づくりに最適な条件を有している事が明らかになった。

参考文献

- 1) World Health Organization: Definition, Diagnosis, and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications: Report of a WHO Consultation. World Health Organization. 1999.
- 2) Expert Panel On Detection, et al.: Executive Summary of The Third Report of The National

- Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol I Adults (Adult Treatment Panel III) . JAMA, 285:2486-2497, 2001.
- 3) メタボリックシンドローム診断基準委員会：メタボリックシンドロームの定義と診断基準. 日本内科学会雑誌, 94 : 794-809, 2005.
 - 4) Alberti, K, et al.: Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part I : Diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. Diabet Med. 15: 529-553, 1998.
 - 5) Kokubo, Y, et al.: Impact of metabolic syndrome components on the incidence of cardiovascular disease in general urban Japanese population. : the suita study. Hypertens. Res. 31: 2027-2035, 2008.
 - 6) Sato Y, et al.: Physical exercise improves glucose metabolism in lifestyle-related diseases. Exp Biol Med, 228: 1208-1212, 2003.
 - 7) Torjesen PA, et al.: Life-style changes may reverse development of the insulin resistance syndrome. Diabetes Care, 20: 26-31, 1997.
 - 8) Tuomilehto JD, et al.: Finnish Diabetes Prevention Study Group: Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. N Engl J Med, 344: 1343-1350, 2001.
 - 9) 石田直章：都市在住者のメタボリック症候群改善に向けた実践可能な対策の提案 ——「山村におけるセミナー」を利用した行動変容に基づいて——. 名古屋芸術大学研究紀要 31 : 13-27, 2010
 - 10) Hendrickson, TL: The Physiological responses to walking with and without Power Poles™ on treadmill exercise. Thesis University of Wisconsin-La Crosse. 1, 1993
 - 11) Karawan, A: The effects of twelve weeks of walking or Exertriding on upper body muscular strength and endurance. Thesis University of Wisconsin-La Crosse, 1992
 - 12) Porcari, JP, et al.: The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. Res Q Exerc Sport, 68: 161-166, 1997
 - 13) Stoughton, LJ: Psychological profiles before and after 12 weeks of walking or Exerstrider training in adult women. Thesis University of Wisconsin-La Crosse, 1992
 - 14) Church, TS, et al.: Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. Res Q Exerc Sport 73: 296-300, 2002
 - 15) Dilba, B, et al.: Anteiliger Einfluss eines achtwochigen Sport- und Diatprogramms auf Körpergewicht, Risikofaktoren und Fitness adipöser Patientinnen. Akt Ernahr Med 31: 328-333, 2006
 - 16) 中川喜直：中高年者のストックウォーキングが糖・脂質代謝および健康関連体力に与える影響. ウォーキング研究 7 : 67-74, 2003