

安全登山のための生理学

2010.4.17 三村 義昭

登山は、体力づくりと健康維持に有効な有酸素運動（エアロビクス）として、優れたスポーツである。とくに、体力が衰えてきた中高年の体力でも、あまり無理なく、楽しみながら生涯続けられるという点で、我々中高年に最適なスポーツであるといえる。しかしながら、最近、登山を楽しむ中高年人口が増え、その結果、中高年登山者の遭難事故が激増して社会問題化している。その原因は、知識と経験と体力不足の中高年登山者が増え、その結果が、道迷い、滑転落、骨折、心臓病・高山病の発症等のトラブル多発に繋がっているためである。また、単独登山での遭難が多い、パーティとしての態をなしていない、少々のアクシデントでも自主解決の努力をせずにタクシー代わりにすぐにヘリコプタ救助を要請する等、中高年登山者のマナーの悪さもひんしゆくをかつている。

これらの事故のうち、とくに、転倒による転落、滑落、骨折等の発生が約半分を占めており、この種の事故は、先の五龍岳での転落死亡等、大事故になる場合が多い。また、TTCが発足してから5.5年の間に、転倒による骨折事故が3件発生している。幸いなことに、いずれもパーティメンバの協力の下に、外部の救助を受けることなく自己解決できたが、運が悪ければ、重大事故に繋がっていた可能性も否定できない。

これらの事故は、「単に運が悪かった」で済まされる問題ではなく、必ず原因がある。また、事故が怖いから「危ない山には行かない」とすれば、事故の起こらない山はないので、結局山登りをやめるしかない。

これを機会に、人間（登山者）の最新の生理学の基礎を学び、疲れないで山登りするにはどうすればよいのか？ 転倒を防ぐにはどうすれば良いのか？ 山での食事や水の飲み方は？ 普段のトレーニングはどうすればよいのか？等々の答えを導きだし、事故を起こさない安全で楽しい登山を実現するために必要な知識を仲間とともに勉強し、実践して行きたいと思う。

◆主たる参考書 山本 正嘉著：「登山の運動生理学百科」、2000.8.28 初版発行、東京新聞出版局発行、定価¥2000。

1. 運動と健康

現代社会では、高血圧、動脈硬化、心臓病、脳卒中、糖尿病等の生活習慣病が蔓延しているが、その最大の原因は、運動不足と栄養過多にあるといわれている。体内に摂取された余分なエネルギーは体内に脂肪となって蓄積され、所謂肥満となって、上記生活習慣病の引き金になることが広く知られている。

これを予防するためには、体内に蓄積された体脂肪を効率的に燃焼することができる有酸素運動を持続して行うことが有効である。その点、比較的小さいパワーで長時間連続して運動する登山は、体脂肪を効率的に燃焼させると同時に、心身の鍛錬とリフレッシュ効果に優れたスポーツである。とくに、体力の劣った中高年でも、体力に合わせた歩き方をすることにより、最も効率の良い有酸素運動として、健康増進に多大な効果を示すことから、登山は中高年の健康増進に最適なスポーツといえる。

2. エネルギー変換の仕組みと特性

人間は体内に蓄えられた栄養素を運動エネルギーに変換することによって活動している。人間の筋は表1に示したように、性質の異なる3種類のエネルギー供給系を備えている。すなわち、人間の筋には3種類の独立したエンジンが搭載されており、運動の状況に応じて、もっともふさわしいエンジンが優先的に使用されるのである。

表1 筋の活動に関わる3種類のエネルギー供給系とその特性

エネルギー系 (特性)	反応系	始動に要 する時間	持続時間 (分)	最大 パワー比	疲労物質
無酸素系					
・クレアチルリン酸系 (高パワー/低容量)	クレアチルリン酸→ クレアチル+リン酸+eng	1秒以内	0.5	8.6	なし
・乳酸系 (中パワー/中容量)	炭水化物→ 乳酸+H ⁺ +eng	5秒以内	1~7	5.2	乳酸 (水素イオン)
有酸素系 (低パワー/大容量)	炭水化物+O ₂ →CO ₂ +H ₂ O+eng	約3分	約90	2.7	なし
	脂肪+O ₂ →CO ₂ +H ₂ O+eng	約30分	約7.4日	1.4	なし

(a) クレアチルリン酸 (ATP-CP) 系 (無酸素性)

エネルギーの保有量は小さいが、パワーは最大。いわゆる「火事場の馬鹿力」。短時間で大出力を出す瞬発力という能力はこの系が生み出している。エネルギー源はクレアチンリン酸 (CP) で、貯蔵量がわずかなので、すぐに枯渇してしまうため長時間は発揮できない。ただし、休息を取れば有酸素系から CP が補給され、たやすく回復するので、瞬発力は反復して発揮できる。酸素は必要としない。

(b) 有酸素系

(a) とは正反対の性質を持つ。パワーは小さいが、エネルギーの保有容量は最大。だから、小さな筋力を長時間出しつづけるのに適している。ローパワーで長時間歩き続ける登山には、ほとんどこのエネルギーが使用される。また、無酸素系のエネルギーが消耗し

たときに、それを回復させる働きも担っている。「筋力回復の源」。詳細は後述する。

(c) 乳酸系 (無酸素性)

(a) と (b) の中間的性質を持つ非常時用、あるいは、有酸素系エンジンのパワー不足を補う補助エンジンとして使用される。出力はミドルパワー。この系の特徴は、エネルギーを生み出す過程で、疲労物質の乳酸が発生すること。このため、エネルギー源の炭水化物がなくなる前に、筋が疲労してしまう。すなわち、エネルギーを発生した分だけ疲労も進行する。これは、筋が酷使されて破壊されるのを防ぐ自己防衛システムといえる。この系のエネルギーを使用して筋疲労が起こった場合は、その回復 (乳酸の分解・除去) には、有酸素系のエネルギーが使用されるが、回復するまでには、最低 30 分以上の時間が必要である。

(注) 実際の疲労物質は乳酸ではなく、乳酸とペアで生成される H イオンである。H イオンが筋肉組織を酸性にし、その機能を低下させるためといわれている。H イオンを直接正確に測定するのが難しいため、乳酸の血中濃度を測定して、その値をもって筋肉疲労度合いの目安にしている。

上記 3 つのエネルギー系はいつも同時に使われるわけではなく、その場に最もふさわしい系が選択的に動員される。

登山のように、小さな筋力 (最大筋力の 30~40%) を連続的に発揮する場合は、乳酸系のエネルギーを使用せずに、有酸素系のエネルギーだけを利用することが可能である。したがって、上記エネルギー発生メカニズムをよく理解して、乳酸を発生させないような歩き方をマスターすれば、筋疲労を起こして、筋力を低下させることなく、安全で快適な登山を実現することができる。

3. 理想的な有酸素運動としての登山

ブラブラ歩きのウォーキングを毎日 1 時間程度実施しても、体脂肪はほとんど燃焼しないが、登山の場合は、荷物を背負って坂道を歩くので、ゆっくり歩いても、平地での早歩きないしジョギングに相当する運動強度になる。つまり、景色や花を觀賞しながら、あるいは仲間とオシャベリしながら、ゆっくり歩いたときが、健康にとって最大の効果が得られる。

図 1-3 に有酸素運動の燃料である炭水化物と脂肪の燃焼比率が運動強度と時間にどのように関わっているかを示す。体脂肪を効率よく燃焼させるためには、中程度の運動量で長時間身体を動かす必要があることがわかる。また、低温・低酸素の環境で、上記運動を行うと脂肪の燃焼効率がさらに向上するこ

とも知られている。以上の点からも、登山は、体脂肪を燃やすのに最適な運動といえる。我々も、2~3 日行程のややハードな山行をすると体脂肪が 2~3% 低減することを経験として知っている。

また、2 ヶ月に及ぶ長期山行を行った山本正嘉氏のデータによれば、山行前に比べ、血中コレステロール、動脈硬化指数、中性脂肪、血圧のいずれもの数値が、劇的に改善され、登山が成人病予防に大いなる効果があることが具体的データで説明されている。

それでは、登山にどのぐらいのエネルギー (カロリー量) を消費するかを心拍数から試算した数値を紹介する。

- ・登山 (ザック重量 10~20kg、日帰り~宿泊) : 600~700kcal/時間
- ・軽装でのハイキング : 350kcal/時間

このデータによれば、行動時間 5 時間程度の比較的軽い山行であっても、消費カロリーは 3000kcal 以上となり、成人が普段の生活で 1 日に消費するカロリー数 (約 1500~2000kcal) を大幅に上回る。

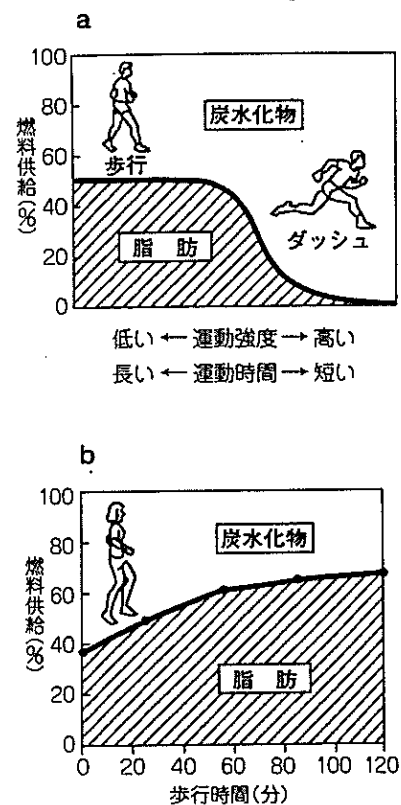


図 1-3 : a : さまざまな強度の運動をしたときの、脂肪と炭水化物の燃焼比の違い、b : 中強度の運動を 2 時間続けたときの、時間経過にともなう脂肪と炭水化物の燃焼比の変化。(フォックス、1982 を一部改変)

4. 有酸素運動のメカニズム

人間の最大エネルギー源は糖類やでんぷん等の炭水化物である。炭水化物はグリコーゲンとなり、

筋や肝臓内に蓄えられるが、大量には備蓄できない。摂取された余分な炭水化物は、脂肪に変換され、皮下脂肪として体内に備蓄される。

有酸素運動でのみ、炭水化物の存在下で脂肪を燃やすことができる。しかも、脂肪が効率よく燃焼をはじめるのは、有酸素運動を開始してから30分以上の時間が必要である(表1、図1-3参照)ので、登山のような長時間持続する運動をしないと、脂肪は効率的に燃焼しない。

有酸素運動の燃料となる炭水化物は、すぐに不足するので、こまめに補給する必要があるが、もう一方の脂肪は、体内に大量に備蓄されているので、通常補給する必要はない。また、体力を維持し、筋肉をスムーズに動かすためには、他の栄養素であるたんぱく質、ビタミン類、ミネラル類が必要なのは言うまでもない。

有酸素運動を効率的に行うためには、もう一方の主役である酸素が大量に必要である。有酸素系人体エンジンの出力は、酸素の供給能力で決定される。酸素が不足すると、乳酸系のエンジンが働き、筋肉疲労が生ずる。人間の酸素供給能力は、心肺機能に依存し、個人差が大きいですが、訓練によって高めることができる。心肺機能は VO_{2max} 値(最大酸素摂取量)や乳酸系のエンジンが働き出す閾値:AT値(無酸素性作業閾値)によって、数値化されている。登山の歩行速度を決め、また疲労するかどうかを決める最大のファクタなので、次章で詳しく説明する。

体内に備蓄されているグリコーゲンは登山行動の2~3時間分程度に過ぎない(体内備蓄量は脂肪の約1/100)。グリコーゲンの供給源である炭水化物を長時間供給しないしていると、筋肉組織の主成分であるたんぱく質を分解して、燃料にし始める。もう一方の燃料である脂肪は、7~10日間程度は生きていける分、体内に備蓄されている。したがって、遭難して、食料がなくなってしまうても、慌てる必要はない。

5. 登山と疲労

疲労せずに登山が続けられたらどんなに楽しいことだろう。疲労は、前述した人体エンジンの特性を無視して動かしたときに生ずる。ここで正しい運動生理学の知識を身に付け、理に叶った歩き方や行動をすれば、登山による疲労をかなり軽減でき、転倒による事故も減らすことができよう。

登山による疲労の原因は、以下の4種類に大別される。発生原因によって、当然有効な対策も異なるので、順を追ってその発生原因と対策について説明する。

(1) 登りで起こる疲労・・・疲労物質の蓄積。

- (2) 下りで起こる疲労・・・筋細胞の損傷。
- (3) 燃料切れによる疲労・・・栄養補給の問題。
- (4) オーバーヒートによる疲労・・・水分補給の問題。

5.1 登りで起こる疲労

(a) ベテランと初心者の違い

図2-2にベテランと初心者が同じ山道を自由に登ったときの心拍数の変動を記録したものである。ベテランは全行程にわたり、心拍数がほぼ150~160一定である。これは、苦しくなってきたら、立ち休みをして呼吸を整え、一定の心拍数になるようにコントロールしながら歩いているからである。それに対し、初心者は、ペースが速過ぎて心拍数が180を越えており、最後の頃には疲労して、ペースが落ち、頻繁に休憩をとる羽目になっている。その結果、ゆっくり一定のペースで休みなく歩いたベテランの方が、疲労も少なく、かつ短時間で目的地に到着している。

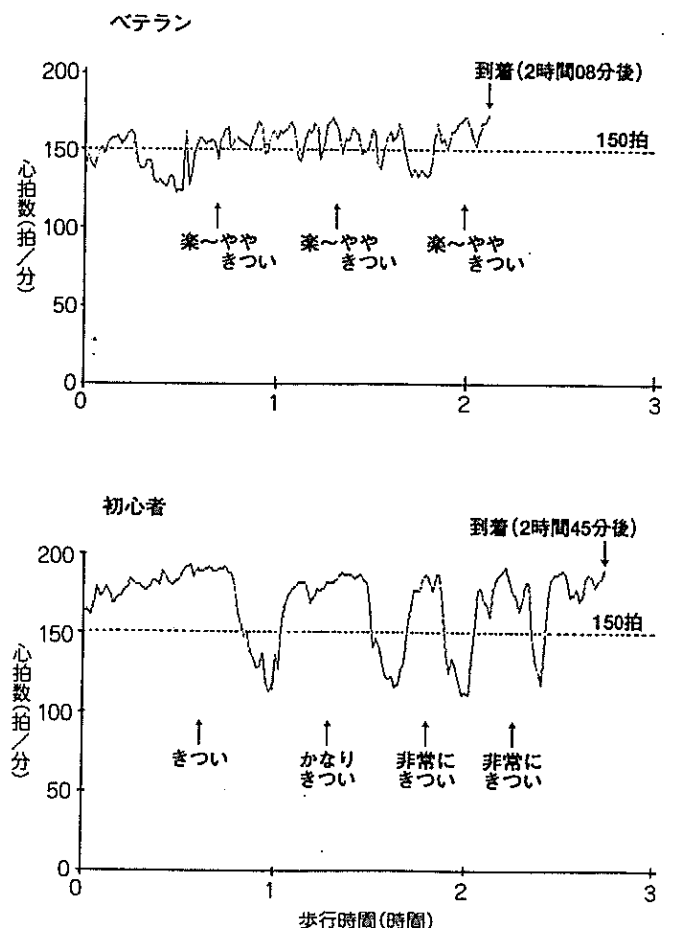


図2-2: ベテランと初心者に、自由なペースで登山をさせたときの心拍数と「つらさ」の比較。富士山・須定口の1100m地点から1960m地点(5合目)まで、20kgの荷物を背負って登っている。心拍数が高くなっているところは歩いているとき、低くなっているところは休んでいるときを表す。ベテランは小刻みに1分程度の「立ち休み」をして、心拍数が上がりすぎるのを防いでいる。(山本、1991)

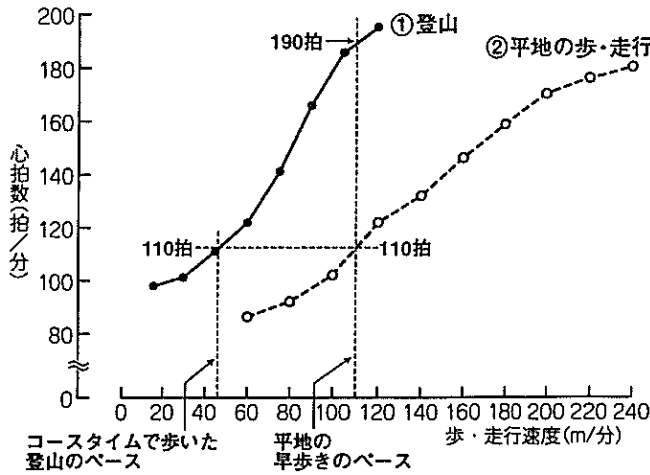


図2-4：①登山と、②平地の歩(走)行を、トレッドミル上でシミュレーションしたときの、心拍数の応答。②では、分速120mまでは歩き、140m以上では走っている。①、②とも、速度は5分ごとに徐々に増加させ、疲労困憊に達するまで行っている。(山本資料)

(b) 平地と山道の違い

トレッドミル (傾斜とスピード可変の動く歩道) を用いて、登山道を 10kg のザックを背負って歩いた場合と、平地を歩いた場合の心拍数の歩行速度依存性を調べた (図 2-4)。登山道の傾斜としては、丹沢大倉尾根の平均傾斜角 8° (傾斜度 0.14) を代表例として選んだ。この場合、ガイドブックの標準タイムから算出した歩行速度は 45m/分、獲得標高差：360m/時間という数値が得られた。

平地でも山道でも、歩行速度が速くなると心拍数が急激に上がり、心臓への負担が急激に増大する。図 2-4 の例では、平地で荷物を持っていない場合、分速 240m (走っている状態) で、心拍数が 190 を越え、疲労困憊状態になった。それに対し登山道では、分速 120m で同様の疲労困憊状態になった。登山道での標準歩行速度 45m/分 (心拍数 110; 身体にとって軽い負荷運動) と同等の心臓負荷を示す平地での歩行速度は 110m/分 (時速 6.6km) と、かなり早歩きレベルに相当する。すなわち、傾斜角 8° の山道を 10kg のザックを背負って、ガイドブックの標準歩行時間で歩いた場合と同等の運動負荷が掛かる平地歩行速度は、山道歩行速度の 2 倍以上と、かなりの早歩きに相当することが分かる。

換言すれば、平地歩行と同程度の負担度で登山しようとするならば、歩行速度を平地速度の 1/2 以下に落とさなければならない。この関係は、心拍数がどのレベルで比較しても成り立つ。

なお、傾斜角 8° (傾斜度 0.14) での TTC の登り標準歩行時間は、約 32m/分であり、前述したガイドブック標準歩行速度 45m/分の約 0.7 倍であることに留意して欲しい (図 1 参照、詳細は後述)。

(c) 疲労物質「乳酸」を発生させない歩き方

8° の登山道を 10kg のザックを背負って歩行速度を変えながら歩いた場合、心拍数 (血圧) と筋疲労度の指数である血中乳酸値、主観的つらさを実験に

図1 登りコース歩行速度の傾斜度依存性

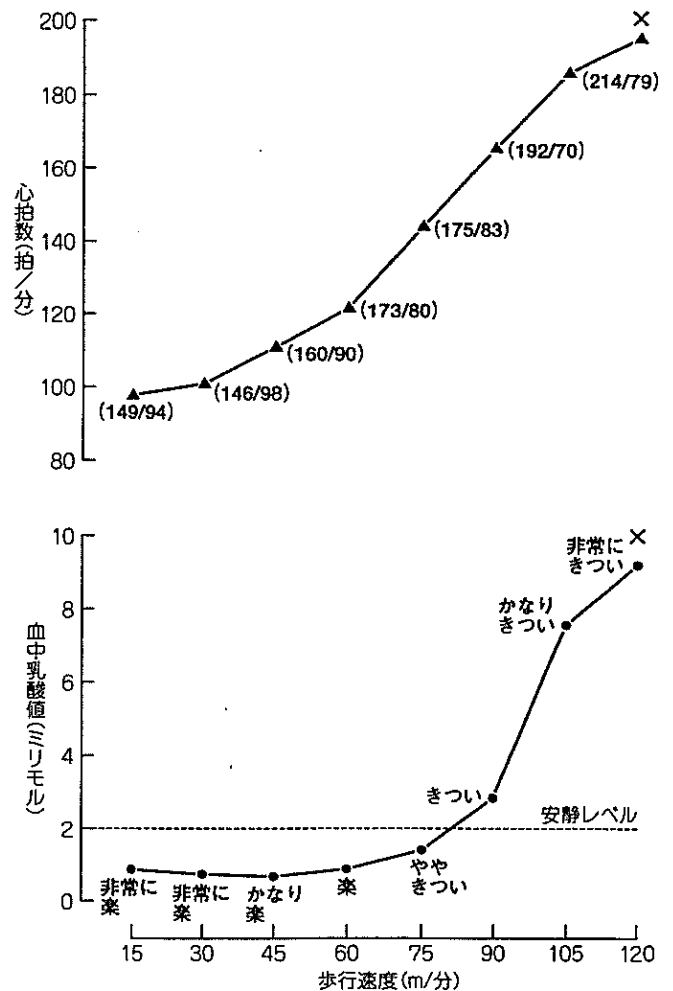
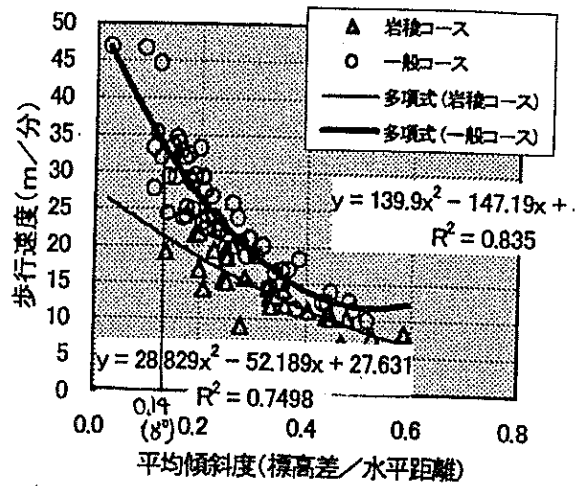


図2-5：トレッドミル上で、筆者がシミュレーション登山をしたときの、心拍数と血中乳酸値の応答。歩行速度を徐々に増速して、バテるまで歩いている。心拍数のデータの横に () をつけて示した数値は血圧 (最高/最低)。乳酸値のデータの横には主観的に感じた「つらさ」を示した。(山本、1993)

よって求めたデータを図 2-5 に示す。ただし、被験者の山本氏は現在 40 歳台で 8000m 峰の登山実績もある男性なので、この実験値を我々 TTC のレベルに当

ではめて考えてはいけない。あくまでも、原理を理解するためのデータである（中高年の体力レベルについては後述する。以下同じ）。

この結果によると、歩行速度が上がると心拍数は直線状に上がっている（血圧はmax 値のみが上昇し、min 側は上昇しない）。それに対し、疲労物質である乳酸値の血中濃度は、75m/分以下では、目立った変化がなく、75m/分を越える歩行速度で急激に上昇している。また、その時の主観的「つらさ」も75m/分を境に急激に「楽」から「つらい」に変わっている。これは、乳酸が増え始めると、脳から「つらい」というシグナルが送られてくることを示している。この結果は、ある一定速度以下で歩けば、疲労せずに歩きつづけられるが、ある一定速度を越えると、疲労物質である乳酸が急激に蓄積して疲労してしまうことを示している。

疲労せずに歩きつづけられる限界の歩行速度である血中乳酸値が安静レベルの2ミリモルを越える歩行速度に相当する運動負荷レベルを通常AT値（無酸素性作業閾値）と呼んでおり、登りの能力を示す大切な指数であり、個人差や年齢差が大きい。山本氏のAT値に対応する歩行速度は約90m/分であり、ガイドブック標準歩行速度の約2倍である。したがって、山本氏は大倉尾根を余裕の鼻歌交じりで、息も切らさずガイドブック標準コースタイムの2時間半以下の所要時間で登る能力を有していることがわかる。また、AT値に相当する心拍数が約155であることにも留意して欲しい。

また、疲労困憊してダウンした歩行速度が120m/分（心拍数約195）である。この速度に相当するポイントが山本氏のVO₂max 値（最大酸素摂取量）に対応している。この場合、AT値はVO₂max 値の約0.7倍のレベルである。

表2 心拍数と主観的運動強度（R.M.T. ; 1973）

心拍数	70	90	110	130	150	170	190
つらさ	非常に楽	かなり楽	楽	ややきつい	かなりきつい	非常にきつい	非常にきつい

表2はスウェーデンの心理学者ボルグが考案した心拍数と大脳が感ずる「つらさ」との関係を示したものである。この場合、心拍数130前後がAT値に相当するレベルといえる。

心臓の機能が低下している中高年の場合は、最大許容心拍数を定める以下の数式が提案されているので、この式に従う。

$$\text{最大許容心拍数} = 220 - \text{年齢}$$

最大許容心拍数はVO₂max に相当する心拍数であり、乳酸を発生させずに歩ける許容値AT値はその0.75倍程度（山本氏の場合約0.7倍）であるから、

疲れなくて歩ける中高年の心拍数は表3のようになる。したがって、TTCメンバの疲れなくて歩ける心拍数の目安は約120である。

表3 年齢による疲れなくて歩ける(AT値に相当する)心拍数

年齢	20	45	50	55	60	65
心拍数	150	131	128	124	120	116

・ポータブル心拍度計：最近リスト装着式心拍度計が価格1万円台～2万円台で市販されている。

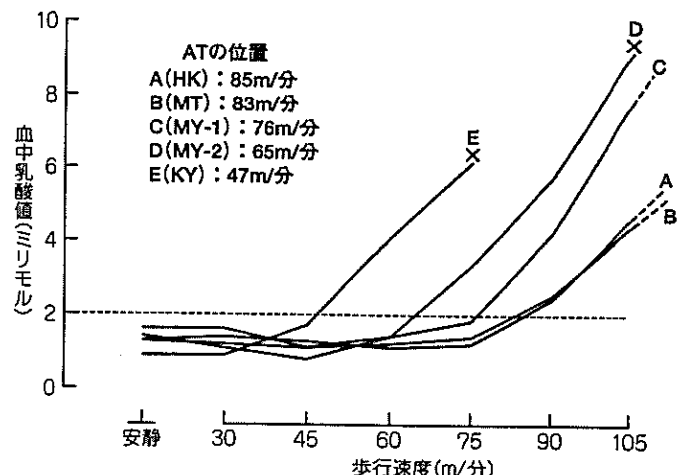


図2-7：A Tの個人差。×は疲労困憊のためにそこで運動ができなくなったことを示す。トレーニングを積んだ人ほど、乳酸を出さずにより速い速度で歩くことができる。（山本資料）

(c) 個人差

疲れなくて歩ける速度には、個人差が大きいことが予想される。図2-7は実測データの一例である。A、Bは一流登山家、CとDは山本氏のデータで、Cはヒマラヤ登山に向けてトレーニングを積んだ後、Dはヒマラヤ登山後の体力が落ちている時のデータ、また、Eは初心者女性のデータである（年齢？）。当然ながら、A、BとEの間にはAT値に2倍近い開きがある。この人たちが同じパーティを組めば、当然最弱のEのペースにあわせることになる。

AT値に相当する歩行速度は、当然のことながら、傾斜度とザックの重量に依存する。図1に示したTTCの登り標準歩行速度の傾斜度依存性が正にそのデータであるといえる。

図1に示した登り歩行速度が、大多数のTTCメンバが話しながら楽に登れる速度（「つらさ」の程度から心拍数120程度と推定）、すなわち、我々中高年のAT値レベルの70～100%（個人差がある）であると推定できる。したがって、図1に示した歩行速度を守って歩く限り、大多数のTTCメンバは、疲労物質の乳酸を発生させることなく、長時間歩行することが可能であるといえる。ただし、TTCメンバの中にはこの歩行速度で歩くことが若干つらい人も一、二見受けられる。登りで脚（ふくらはぎの筋肉）が攣るといのは、疲労物質の乳酸がふくらはぎの

筋肉に蓄積したことの何物でもない。TTCの標準ペースでも乳酸が出てしまうということは、心肺機能（体重あたりの肺活量、最高許容心拍数、呼吸方法 etc）が標準より劣っているためであるが、適切なトレーニングを行えば改善できる。心肺能力に関連するVO₂max およびAT値の強化トレーニング方法については別章で後述する。

また、乳酸をすばやく分解除去し、乳酸の生成と筋細胞の破壊を抑制する効果に優れたサプリメント（「アミノバイタル顆粒」等）が市販されているので、早めに服用すると良い。

なお、登りでは、図2-5に示したように、心拍数の上昇とともに、最高血圧値も大幅に増大するので、普段から血圧の高い人は、要注意であり、かかりつけの医者に相談して、それなりの対応をして欲しい。

5.2 下りで起こる疲労

下りで生ずる疲労は、前節で述べた登りの疲労メカニズムとはまったく異なっており、転倒等の事故と直結しやすいという意味で、登りの場合よりはるかに深刻かつ重大である。

下りはエンジンブレーキをかけながらの歩行であることから、使用されるエネルギーは登りの半分程度であり、大量の酸素を必要としないことから、大概の場合心拍数も120止まりである。したがって、登りのように心臓が苦しくなるようなことはなく、また、かなりのスピードで下山しても、乳酸値が上がるようなことはない。

しからは、どんなメカニズムで筋肉疲労が生ずるのだろうか？ それを実験で示したのが、図2-13である。標高差1000m分を登った場合と下った場合のそれぞれについて、歩行前後の血中CPK（クレアチン磷酸キナーゼ）の濃度変化を測定したデータである。

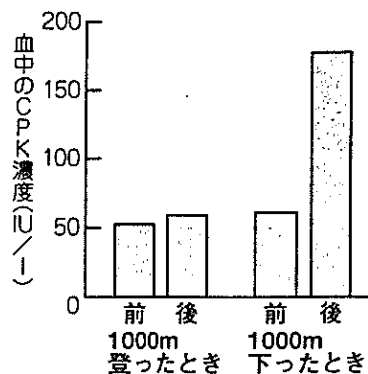


図2-13：1000m登ったときと、1000m下ったときの、運動前後の血中CPK濃度。登りではCPK濃度はほとんど変化しなかったが、下りでは運動後に大きく増加した。（山本、1997）

CPKは、筋肉の細胞が壊れたときに血液に出てくる物質として知られている。この結果、登りではほとんど変化がないのに対し、下りでは、歩行後にCPK濃度が顕著に増大している。これは、登りでは、筋肉細胞がほとんど破壊されないが、下りでは、大量の筋肉細胞が破壊されたことを示している。このように、下りは、心肺系への負担が小さいので、一見楽なように感じるが、実は、疲労の質が異なるだけで、筋肉に大変なダメージを与えている。

(a) 筋細胞の損傷と筋肉痛

筋細胞が壊れたことは、運動が終わってしばらくして、筋肉痛の症状が現れてはじめて分かる。筋肉痛とは、筋肉細胞が破壊されたときに生ずる炎症の痛みなのである。

筋肉痛は登のみでは発症しないが、下りで発症する。これは、高いビルの階段を、片道はエレベータを使い①「登りのみ」と②「下りのみ」に分けて実験してみるとよく分かる。①の人は、実施中はつらいが、筋肉痛は生じない。それに対し、②の人は運動中は楽だが、翌日筋肉痛に見舞われる。このように、筋肉痛は下り特有の現象である。

普段から山によく行っている人やトレーニングを積んでいる人は、脚の筋肉が鍛えられているので、筋肉破壊がほとんど生じないため、筋肉痛は起こらない。あまり運動していない人がたまに登山すると下りのストレスに耐えられず、沢山の筋細胞が破壊されて、筋肉痛に悩まされる。筋が破壊されるとその老廃物である窒素化合物が大量に生成され、それを処理する腎臓にも大きな負担をかけることになる。

そのような訳で、筋肉痛が出るような山歩きは決して健康的な運動とは言いがたい。また、筋細胞が壊れると、筋力が大幅に低下し、その結果、転倒や転落事故に繋がりがやす。

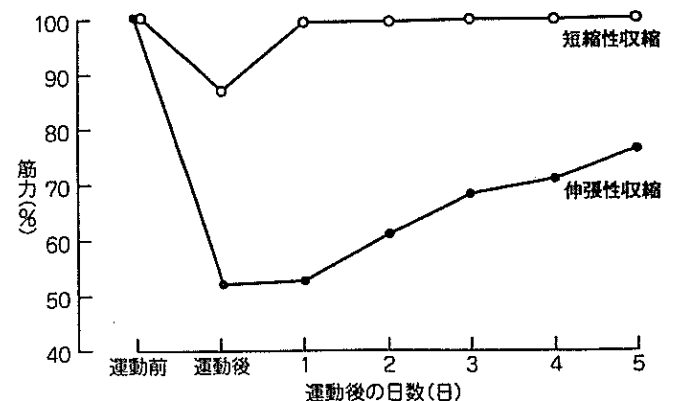


図2-15：上腕二頭筋（上腕にある力こぶの筋）を使って、短縮性と伸張性の筋収縮を、それぞれ全力で繰り返したときの筋力の低下。被験者は15名の女子大学生で、それぞれ5秒間の全力運動を24回ずつ行っている。伸張性収縮を行うと、筋力は大きく低下し、運動後もなかなか元に戻らない。（野坂、1992より一部を抜粋）

(b) 下りで急激に低下する脚筋力

このような違いは、太ももの筋肉である大腿四頭筋の使われ方の違いに起因している。登りの場合、筋が縮みながら力を発揮する(短縮性収縮)。下りでは筋が引き伸ばされながら力を発揮する(伸張性収縮)。筋の収縮様式として、前者は自然であるが、後者は不自然な収縮様式である。そして、筋力不足の人が、後者のような運動を行うと、筋細胞が壊れてしまう。筋細胞が破壊されると筋力が低下する。

図2-15は、腕の筋(上腕の力こぶ筋)を使って、短縮性収縮(腕を縮める方向)と伸張性収縮(腕を伸ばした方向)を同じ回数全力で繰り返したとき、筋力がどのように変化するかを調べたデータである。

短縮性収縮を行った場合にも筋力は低下するが、その割合は小さく、回復するのも早い。それに対し、伸張性収縮をした場合は、筋力低下が著しく、また5日たっても完全には回復しない。

これを登山に当てはめてみると、登りのうちは脚力はほとんど低下しないが、下りに掛かると、伸張性収縮が繰り返されるため、脚力が急激に低下してしまう。もともと脚力の弱い中高年では、脚力の低下によって、自分の体重を支えるための踏ん張りが利かなくなり、ちょっとしたことで、つまずいたり滑ったりして、転倒しやすくなる。

下りではよく、「脚に力が入らない」、「膝が笑う」、「脚がガクガクする」等という現象を体験するが、これは、正に大腿四頭筋の伸張性収縮の繰り返しによって、脚力が大きく低下したことを端的に表わしているものである。

(c) 下りの着地衝撃

下りで転倒しやすい理由がもう一つある。それは、下りの着地衝撃によって加速される大腿四頭筋の疲労である。例えば、右足を着地しようとして伸ばしたとき、体重のかかっている左足には、伸張性収縮の負荷が、着地時の右足には、着地衝撃が加わり、この負荷が右左交互に繰り返されるのである。

着地衝撃の大きさを評価した例を図2-17および図2-18に示す。平地を歩いたり、階段を登ったりした場合、着地時に掛かる衝撃は、体重とほぼ同じ力が緩やかに掛かる。それに対し、ジョギングや階段の下りでは、体重の約2倍の荷重が一気に掛かっている(階段の段差30cm)。この実験では、空身で実施しているが、ザックを背負ってれば、その分の荷重の2倍の力が更に加わる(図2-18の⑤)。

着地衝撃を軽減するには、膝のバネをうまく使う(乱暴に着地しない)。段差を15cmに半減すれば、着地衝撃も半減する。ダブルストックで衝撃を緩和してやれば、着地衝撃を半減できる。等の結果が得られた。

このような着地衝撃に対抗して、体重を支えているのが大腿四頭筋である。前述した下り時の伸張性収縮による筋細胞の破壊とあいまって、大腿四頭筋は、下りでの脚筋力の低下と強い着地衝撃のダブルパンチを受け、体重を支えきれなくなり、転倒しやすくなるのである。

(d) 下りの衝撃を軽減する方法

- ・膝のバネを使いリズムカルに下る。
- ・小股で歩く(段差を小さくする)。
- ・ザック重量を軽くする。
- ・ストックを有効に使う(ダブルストックがベター)。
- ・衝撃吸収性能の良い登山靴(中敷)を履く。
- ・大腿四頭筋のサポート機能のあるタイツを着用する。
- ・傾斜のゆるいコースを選ぶ。
- ・根本的には、体重の低減と大腿四頭筋の強化が重要である。

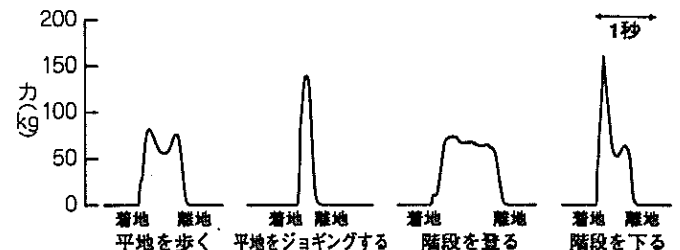


図2-17: 平地の歩行とジョギング、および階段(段差30cm)の昇降において、着地時に脚が地面から受ける衝撃力。被験者は筆者自身で、それぞれ10回以上の試行を行い、代表的なデータを示した。階段の下りでは、ジョギングと同様、着地の瞬間に体重の2倍もの力が、1本の脚にかかってくる。(山本、1996)

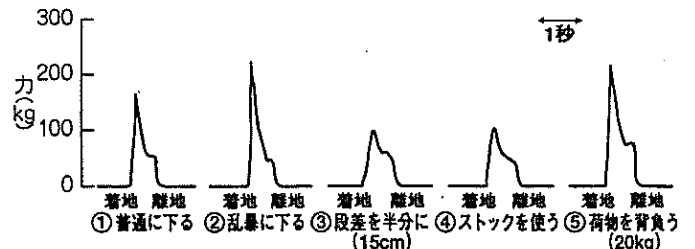


図2-18: さまざまな下り方で、段差30cmの階段を空身で下ったときの、着地衝撃力の違い。①ごく普通に(つまり衝撃を吸収しながら)下ったとき、②衝撃を吸収せずに乱暴に下ったとき、③段差を半分(15cm)にしたとき、④ストックを2本使って脚で衝撃力を吸収したとき、⑤20kgのザックを背負ったとき。被験者は筆者自身で、それぞれ10回以上の試行を行い、代表的なデータを示した。(山本、1997)

5.3 燃料切れによる疲労

登山のような有酸素運動では、前述したように、炭水化物と脂肪を酸素で燃焼させることによって得られたエネルギーで、筋を動かしている。炭水化物は単独でも燃焼する。しかも、高強度の運動をした場合でも主燃料として使用される。それに対し、脂肪単独では有酸素系でも燃焼しない。まして、乳酸が出るような高強度の運動領域では、脂肪は燃料として参与しない。また、脂肪は体内に多量に備蓄されているが、炭水化物は、2~3時間の行動分しか蓄えがないという特徴があることも、すでに述べた。

したがって、体内に大量に備蓄されている脂肪を

燃料として有効に活用するためには、乳酸系エンジンが働かない有酸素系エンジン稼動領域のゆっくりしたペースで歩くことが肝要である。

また、山での食事は、基本的に炭水化物中心に摂取すればよいことが分かる。ただし、長期にわたる山行の場合、人間の体調維持に必須の栄養素であるたんぱく質、ビタミン類、ミネラル類を摂取することも重要であることは言うまでもない。

(a) カロリーの必要摂取量

10kg 程度のザックを背負っての登山の場合、1 時間あたりのカロリー消費量は、前述したように 600~700kcal、軽いハイキングの場合は、その 1/2 程度であることはすでに述べた。

また、UIAA 医療委員会の試算によると、成人が普通のペースで登山をした場合のエネルギー消費量は、空身の場合で、体重 1kg あたり、1 時間に 6kcal、20kg のザックを背負った場合で、9kcal になるという。したがって、体重 50kg および 70kg の人が約 10kg のザックを背負って、10 時間行動した場合のカロリー消費量は、体重 50kg の人で、3750kcal、体重 70kg の人で 5250kcal と試算される。

したがって、行動時間 10 時間のハードな山行をした場合の 1 日あたりのカロリー消費量は 4000~6000kcal。そのうちの 1/2 は体内脂肪が賄ってくるとすれば、炭水化物中心の食べ物で、行動中に 1 日あたり 2000~3000kcal のカロリーを摂取すればよい。

(b) 燃料切れは重大事故のもと

山での主燃料である炭水化物が切れると、身体にどんな悪影響が出るのかを実験によって確かめた結果の一例を図 2-20 に示す。朝食を食べた場合と食べないで自転車こぎをした場合の血糖値の値と主観的な「バテ具合」を調べたものである。

朝食を食べてから自転車こぎを開始した場合は、2 時間こぎ続けても、血糖値は正常値の 80~90 の範囲内で、楽にこぎ続けられた。それに対し、朝食抜きの場合は、開始 1.5 時間で、血糖値が正常値以下に低下するとともに、自転車こぎがづらくなり、2 時間 20 分には疲労困憊して、続行不能となった。この場合、消費したエネルギー量は、空身で標高差 1300m 登った分に相当するという。また、疲労困憊した被験者に糖分の入ったオレンジジュースを飲ませると、すぐに血糖値が回復し、再び自転車こぎができるようになった。

なお、糖尿病の人は、運動によって、とくに血糖値が下がりやすいので注意が必要である。登山中に血糖値が下がって、意識を失いそのまま、死亡した短独登山者の例もある。

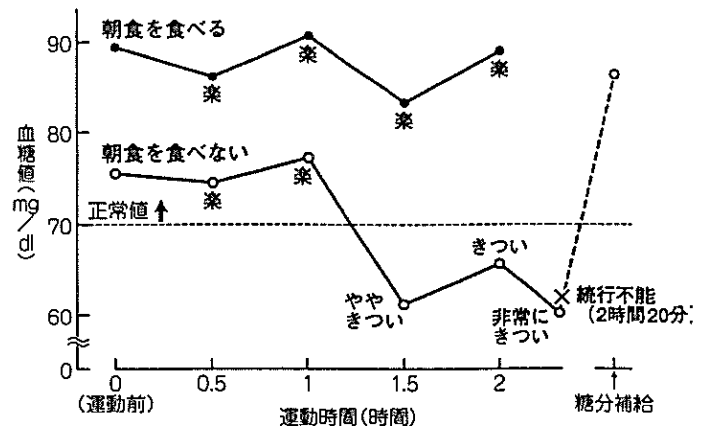


図2-20：1人のクロスカントリースキー選手が、朝食を食べた日と食べない日に同じ運動をしたときの、運動能力の比較。運動強度は、登山とほぼ同じとなるようにした。朝食は、ソク、パン、ジュースなど炭水化物主体の食品を採った。なお疲労したときには、市販のジュースを250ml飲んでいる。(山本と杉本、1994)

食事をとらなくても 1~2 時間は普通に行動できるが、忘れた頃に急に燃料切れによる疲労が襲ってくる。いわゆる「シャリバテ」である。乳酸蓄積による疲労は、初心者と中高年特有の疲労といえるが、燃料切れによる疲労は、油断するとベテランでも陥りやすいトラブルである。

また、オレンジジュース一杯で回復したように、山でバテた時には、休憩して甘いもの（アメやチョコレート）を口にすれば、すぐに回復することができる。

実は「シャリギレ」は、上述した筋肉疲労以上に深刻なトラブルを発生させる。それは、脳および神経系の機能低下である。脳と神経系を働かせるためには、かなりのエネルギーを必要とする。しかも、炭水化物でないとエネルギーにならない。だから、炭水化物が枯渇すると、筋肉と同時に、脳と神経系に疲労が生じる。

脳は言うまでもなく、人間の司令塔であり、すべての運動系統、視覚、聴覚等の五感、思考力、判断力、集中力、意思力といった精神的な活動能力すべてをつかさどっている。したがって、炭水化物がなくなると、これらの能力すべてが低下し、その結果、重大な事故の引き金になる可能性が高い。たとえば、注意力が散漫になるうえ、感覚神経や運動神経も鈍くなるので、転倒しやすくなり、かつとっさに防御姿勢がとれなくなる。

図 2-21 は炭水化物を補給しない状態と、補給した状態とで、自動車運転のシミュレータで運転ミスの発生率を比較した実験データの一例である。この結果、厳しい判断と運動能力が求められる高速運転時に、運転ミス発生率に約 7 倍の差異が出た。朝食を抜くと脳の働きが悪くなり、仕事や勉強に差し支えるという、一般に言われていることとを裏付ける結果である。

山での滑転落事故等は、午前 11 時頃と午後 3 時頃

TTC 安全登山教室テキスト

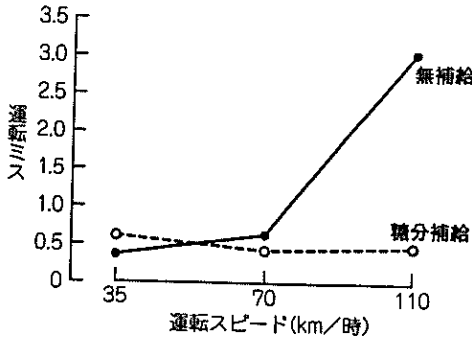


図2-21: 水分(炭水化物)の補給をしたときとしないときとで、3種類の速度で自動車のシミュレーション運転をしたときの、ミスの発生率。(Keulら、1982)

に多発しており、「魔の時間帯」と呼ばれている。この時間帯は、一般に食事後数時間が経過し、炭水化物が枯渇しやすい時間帯であることを考え合わせると、脳や神経系の疲労によって、注意力が散漫になり、バランスを失って、転倒するケースが多いと推定される。事実、事故を起こした本人からの事情聴取によれば「ボーとして歩いているうちに転んでしまった」とか、「転ぶ直前のことは良く覚えていない」等の感想が多いとのことであり、これは、炭水化物枯渇による脳の疲労が一因であることを窺わせるに十分な事象といえる。

(c) 燃料切れが人体に及ぼす悪影響

炭水化物が枯渇すると、人体に次々と重大なトラブルが発生する。それを防ぐために、体内のたんぱく質を分解し、燃料にし始める。一番先に分解されるのは、筋細胞である。折角苦労してつけた筋肉をこのような形で失っては、元も子もない。

たんぱく質の分解が始まると窒素化合物を中心とする大量の老廃物が生成されるため、これらはすべてを腎臓によって、ろ過排出しなければならない。ちなみに腎臓は、毎日1.5トンの血液をろ過して、老廃物をとり除いている。たんぱく質の分解が始まると、腎臓に過度の負担をかけることになる。その結果、腎臓が疲労して腎機能が低下する。ハードな山行をすると、顔や手足にむくみが生ずるのはこのためである(水分不足による腎機能低下でもむくみが生ずる)。

図2-22に炭水化物の供給量の大小による、長時間運動後の筋細胞の壊れ方を比較したデータを示す。たんぱく質の分解の程度を示す汗中尿素量(筋細胞のたんぱく質が分解すると老廃物として大量の尿素が生成される)で評価した。この結果から分かるように、低炭水化物食を取った場合は、尿素濃度が2倍以上高く、筋肉破壊がより進行していることがわかる。

(d) 何をいつ食べるか?

山での食事は、炭水化物を中心に、行動時間に応じて、2500~3500kcalの食事をすればよいわけだが、食事のとり方が重要である。食事を十分摂ったとしても、山行行動中であれば、3時間程度後には燃料切

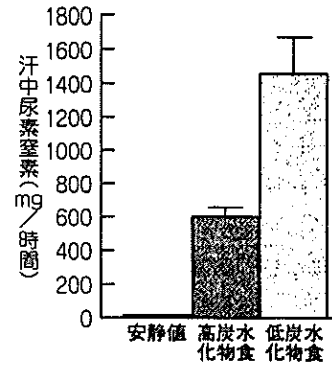


図2-22: 高炭水化物食と低炭水化物食を採った後で、長時間の運動を行い、筋の壊れ方がどのように違うかを、尿素を指標として見た実験。(Lemonら、1981)

れになる。しかも、炭水化物切れは、筋肉疲労、筋肉破壊に脳の機能低下という、登山者にとって極めて危険な状態をもたらす。したがって、登山中の食事、とくに昼食は、1回にまとめて摂るのではなく、こまめに何回にも分けてとる必要がある。小休止毎に、水分補給と同時に行動食をこまめに口に、「シャリギレ」を起こす前に、早目々々のエネルギー補給が肝要である。

炭水化物の代表例としては、即効性のある糖分類(アメ、チョコレート、あんものetc)と腹持ちの良いでんぷん類(ご飯、麺類、パン、モチ、せんべいetc)に分けられる。それぞれの特徴を生かし、両者をうまく組み合わせて、食べるようにしたい。

(d) 朝飯前の行動

ビック山行の場合等では、行程の都合上、夜明け前に朝食を摂らずに行動しなければならない場合がある。また、ご来光を観るため、朝食前に行動する場合も多い。しかも、山小屋泊の場合、前日の夕飯が午後4時で、12時間以上食事をしていないという状態も珍しくない。食事前の行動時間が1時間以内程度なら、比較的問題ないと考えられるが、朝食前に1時間を越える行動をすることは、安全上控えるべきである。やむを得ず実施せざるを得ない場合でも、行動開始前に、それなりの行動食を摂るなどの特段の配慮が必要である。

(e) 疲労してしまった場合の対策

体調が正常であれば、「シャリギレ」になってくれば、大脳より空腹信号が送られ、食物を口にすれば、本当に疲労困憊してしまうと、食事が喉を通らなくなるとともに、空腹感がなくなってしまう。TTCのビック山行でも、このような場面を何度か経験している。

万が一このようなメンバが発生してしまった場合、今まで最も効果があったエネルギー源は、ゼリー状の

ガロリー源 (ウイザインゼリー、アミノバイタルゼリー等の高カロリータイプ)である。1パックがオニギリ1個分に相当する160kcal程度の熱量を有している。重いのが難点であるが、非常食として是非携帯して欲しい。これなら固形物を受け付けない状態に陥ってしまっても胃に流し込める。ただし、エネルギー源として不適なダイエット用やビタミン補給用等の低カロリータイプのもも市販されているので間違わないようにしたい。

お湯を注ぐだけでよいおかゆ、あめ、果物、スポーツドリンク (意外とカロリーがある) 等喉を通るものなら何でも良い。この場合、CL等が目配せをおこなわず、早目々々の処置が重要である。

また、最近50g程度の重量で、160kcal程度のカロリーを有するスティック状のスポーツ用高カロリー食品も沢山市販されるようになった。非常食ないし行動食として優れているので、各自一度試してみると良い。

5.4 オーバヒートによる疲労

運動をすると筋肉の中で沢山のエネルギーが発生するが、そのうち、運動に使われるエネルギーより、熱となって消費されるエネルギーの方がはるかに多い。蒸し暑い部屋で15kgのザックを背負って、1時間のトレッドミル登山をした場合 (室温26℃・湿度70%、傾斜10°、歩行速度55m/分) の体温の上昇を評価した例では (心拍数は155で、「ややきつい」～「きつい」のレベルで、夏の光岳・易老岳の登り程度)、この間に発生したエネルギーは約800kcal、うち運動に使われたエネルギーは16%で、残り84%は熱に変わり、この間、体温が1.5℃上昇した。この結果、暑い夏山では、オーバヒート状態となり、体温を下げるために多量に汗をかく。この間にかいた汗の量は1.3リットルに達した。

(a) 水を飲まないとうなるか?

水を飲まずに長時間運動したら、人間はどうなるのかを実験したデータがある (図2-25、気温38℃・湿度30%)。実験パラメータとして、6時間の運動中、

- (1) まったく水を飲まない
- (2) 自由に水を飲む
- (3) 時間ごとに発汗量を測定し、それと同量の水と塩を飲む

の3条件としている。この結果、

- (1) の水を飲まなかったときは、経過時間とともに体温が上昇し、4時間後には、疲労困憊ゾーンと呼ばれる領域に入ってダウンした。
- (2) 自由に水を飲んだ場合、体温は徐々に上昇したが、疲労困憊ゾーン以下であった。ただし、被験者が飲んだ水の量は、発汗量の約2/3であった。

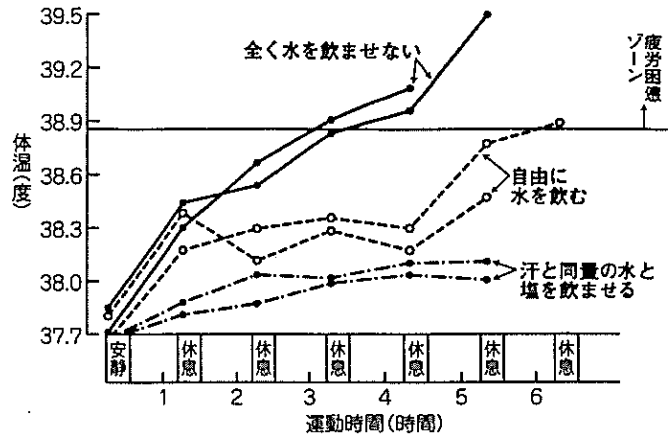


図2-25: 3種類の飲水条件で6時間のトレッドミル歩行をしたときの体温上昇カーブ、同じ被験者が、各条件で2回ずつ運動をしている。(Pittsら、1944)

(3) 発汗量と同量の水と塩を強制的に飲ませた場合、体温の上昇はわずかで、最後まで快適に歩けた。

また、99人の被験者に、自由に水を飲ませながら、砂漠を歩かせたところ、脱水量の30~90% (平均50%) しか、水を飲まなかったという実験データも知られている。

この結果、水を飲まなければ快適に運動できないこと。自由に水を飲ませても、発汗量に見合うだけの水分は飲まないで、意識的に多めに飲む必要があることが分かった。

(b) 脱水が引き起こす障害「熱中症」

熱疲労: 水を飲まないで、持久運動能力が大きく低下する。例えば、体重の2%の脱水が起こっただけで、持久能力は10%も低下する。これは、血液中の水分が減って血圧が下がり、筋への燃料や酸素の補給が阻害されるためである。

血液循環が悪くなると血圧が下がり、疲労感、倦怠感、息切れ、頭痛、めまい、吐き気などの症状が現れる。また、血圧低下を補うために、心拍数が上昇するので (図2-26)、有酸素運動が阻害されて、筋肉疲労が生ずる。体重1%の脱水で、心拍数は5~10上昇する。

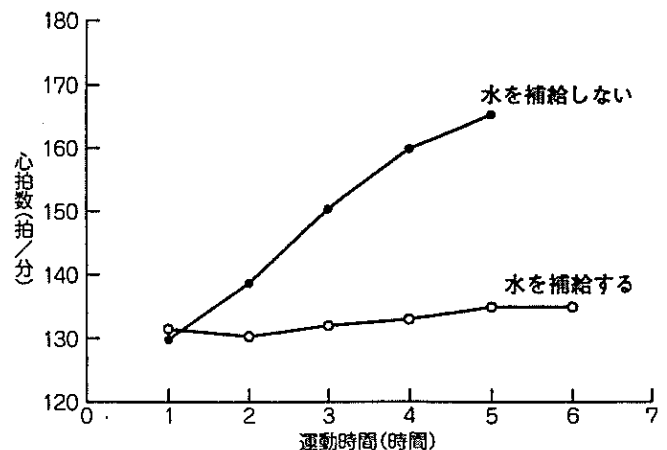


図2-26: 水分補給をしたときとしないときとで、同じ運動を行ったときの心拍数。水を補給しないと心拍数が上昇し続け、心臓に大きな負担をかけてしまう。(WilmoreとCostill, 1994より一部を抜粋)

熱射病：脱水を更に放置して運動を続けると、体温が上昇し続け、熱射病を引き起こす。熱射病になると発汗が止まり、体温上昇が更に進んで、運動失調と意識混濁が進み、死にいたる。このような状態になったら、直ちにあらゆる手段を使って全身を冷やさないと死んでしまう。全身に水をかけたり、濡れタオルを当てた上で、扇ぐのが一番良い。

登山中は水を控えた方が良いという、今でも残る迷信のため、今でも命を落とす登山者がいるという。

熱痙攣：多量の汗をかいた場合に、水だけ補給していると、体内から多量の塩分が失われ、筋肉中の電解質のバランスが崩れ、筋肉が痙攣する。登山の場合、ふくらはぎと太ももがよく起こる。この場合、直ちにスポーツドリンクを飲ませるか、塩分の補給をする。

血栓：血液中の水分が減ると、血液の粘度が増す。コレステロールの多い中高年の場合、脳梗塞や心筋梗塞が起こりやすい。また、脱水症状がでやすい4000m以上の高所トレッキングの場合も同様の事故が頻発しているので要注意である。

むくみ：脱水が進むと、それ以上体内から水分を失わせまいとする体内機能が働き、尿を減少させるホルモン(抗利尿ホルモン)で出始める。このホルモンが一旦出始めると、12~48時間は止まらない。このため、飲んだ水があまり排出されず、体内に蓄積されてしまう。登山中あるいは下山後に顔や手足がむくむのは、前述した炭水化物不足による場合と脱水の反動でなる場合とがある。

(c) 水をどれだけ飲めばよいか？

基本的に失われた分だけ補給するということであるが、登山の場合は、そんなに沢山の飲料水を持参できない場合が多い。さすれば、少なくとも脱水率が2%以下に収まる程度の水分補給を行うべきであるという(2%以上脱水すると上述した諸症状が発症する)。

これを議論する前に、登山中に発汗等で失う水分量を正確に知る必要がある。そこで、精密な体重計を用いて、登山前後の体重を秤量し、飲食した分を補正し、登山中の脱水量を評価した。この結果、とくに汗をかきにくい体質の人を除くと、1時間あたり、体重1kgあたり、 $5 \pm 1g$ の範囲であったという。この値は、ザックの重さや山の高さ、季節等の条件によってさほど影響されなかった(山本氏)。

そこで、この実験データから登山中の脱水量は、以下の関係式によって算出できる(体重Wkg、行動時間t時間)。

$$\text{脱水量 (g)} = 5 \text{ (g)} \cdot W \text{ (kg)} \cdot t \text{ (時間)}$$

例えば、体重60kgの人が8時間行動したときには、この式から、2400gの脱水が起こると予想される。し

たがって、2400ccの水を飲めばよいといえる。しかし、これだけの量の飲料水を持参するのは実際上困難な場合が多い。そこで、前述したように、脱水率を体重の2%以下に留まるように飲むとした場合、同様に所要飲料水量は下記の式で求められる。

$$\text{所要飲料水 (g)} = 5 \cdot W \cdot t - 20W$$

したがって、体重60kgの人が8時間登山したときの所要飲料水量は1200ccと計算される。あまり汗をかかない冬山でも脱水量が夏山とあまり変わらないのは、口から吐く息によって失われるためと説明している(呼気により、1時間あたり0.1~0.3リットルの水分が失われる)。

(三村注) 行動中に沢山飲料水は持たなくても、山小屋泊の場合であれば、朝食並びに夕食時等に味噌汁やお茶等の水分を、意識して多めに摂ることによって、水分を十分補給することが可能である。トイレに行く回数が多くなることを嫌って、飲むのを控える人(とくに女性)が見受けられるが、考えを改めるべきである。

また、夏冬で体から失われる水分量に大差がないとする山本氏の記述は、経験上にわかに信じられない部分がある。

(d) 水の飲み方

暑いときは冷たいほうが良い。冷たい方が腸での吸収が早いことと、身体用最深部から直接冷やすことができるためである。

寒い季節では、温かい飲み物がよいのは当然である。飲み方は、できるだけ、小分けにして沢山の回数飲んだ方がよい(小休止の度に飲む)。

水、お茶、ジュース、スポーツドリンク等、自分の飲みやすいものを飲めばよい。ただし、汗と一緒に体内の電解質が大量に失われることを意識して、スポーツドリンクか、塩分の補給を怠らないようにする必要がある。

(e) 高温多湿時の行動と暑熱馴化

高温多湿の時に運動しても、汗は滴り落ちるばかりで、ほとんど蒸発しないので、体温冷却に効き目が少ない(汗1gが蒸発する際、80calの熱を人体から奪って冷却する(蒸発潜熱))。このような場合は、幾ら水を飲んでも、体温が上昇し、熱射病にかかる危険性が高い。日本の夏の低山では、このような状況を度々経験している。このような場合、気温の上がる日中の登山を避けるのが安全上ベストであるが、いつもそうできるとは限らない。その場合、こまめに休憩して、体温の上昇を防ぐとともに、冷たいものを飲んで内臓から冷やす、冷たい沢水で体を拭く等の対策をとる(体温が38.8℃以上が疲労困憊ゾー

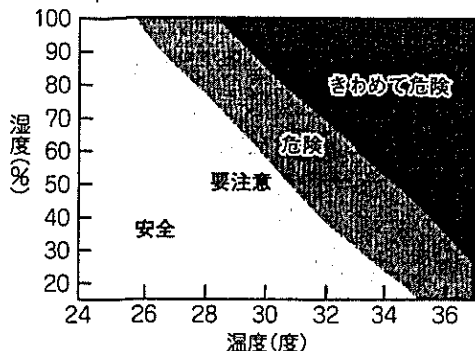


図2-28：安全に運動を行える温度と湿度の組み合わせ。(宮下, 1992)

ン、42℃が致死ゾーン)。

図2-28は、安全に運動可能な気温と湿度の組み合わせを示したものである。温度が30℃以下でも湿度が高いと、汗の蒸発が不十分なため、体温が上昇しやすいので、要注意である。夏の丹沢や標高の低い東北の山のアプローチ等では、熱射病の危険領域に達していることが多いので、とくに注意を要する。

汗をかきにくい体質の人、発汗機能が衰えてきた中高年、皮下脂肪が多く熱のこもりやすい女性と肥満気味の人也要注意である。普段から運動して汗をかいている人は、一般に体温調節機能が高い。さらに、登山に出かける10日前頃から、クーラの利いた環境から抜け出し、暑い環境で積極的に体を動かして、いわゆる暑熱馴化をしておく、暑さに対する抵抗を大幅に高めることができる。普段からよくトレーニングしている人は、水を飲まなくても体温を調節する機能が高いこともよく知られている。

6. 中高年登山者の体力

6.1 行動体力

登山に必要な基礎体力が、加齢とともにどのように低下するかを示したのが、図3-1である。どの体力も、20歳をピークにし、年齢とともに確実に衰えている。

この中で、登山の中核をなす脚筋力と全身持久力を見てみると、60歳ではピーク時の50~60%に低下している。1歳加齢することにより、約1%ずつ低下すると覚えておくとよい。

したがって、60歳の人々が登山するときには、歩行する早さ、時間、距離、ザック重量とも、20歳の人々の半分にするくらいでないといえ、快適に歩けないといえる。

ところが、大半の中高年登山者は「昔取った杵柄」で、自分の体力を過大評価して、無意識のうちに無理をしてしまう傾向がある。とくに、若い頃ハードな登山をしていて、中高年になって再開した人にこのような傾向が強いと言われている。

図3-1から分かるように、体力の種類によって、低下の度合いが異なる。一番低下が激しいのがバランス感覚(平衡性)である。40歳を過ぎると急激に低

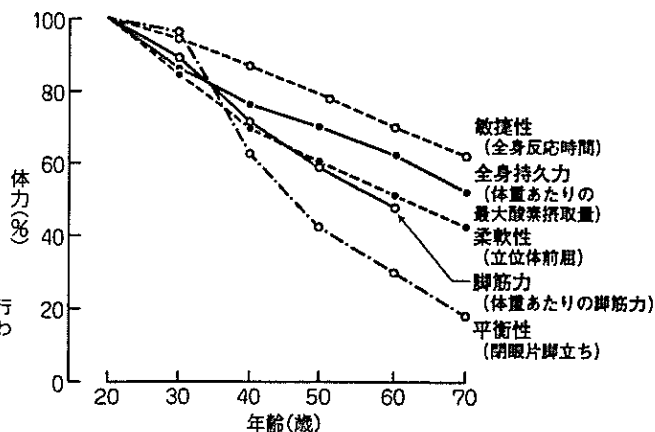


図3-1：加齢による行動体力の低下。20歳時の体力を100%として、各年齢の体力をパーセントで表した。ただし、このラインは一般人の平均値を示したものであり、トレーニングをしている人ではこれよりもずっと強い。また運動不足の人ではずっと弱い。(日本人の体力標準値、1989より作成)

下し、60歳では約30%に低下してしまう。中高年登山者はなんでもないと転んでしまうといわれる所以である。実際に転倒による骨折、転落、滑落による事故が顕著なのはこのためである。また、中高年では、柔軟性の低下で、動作がぎこちなくなりやすく、また、バランスを崩したときに瞬時に姿勢を立て直すための敏捷性や脚筋力が衰えていることも関係している。

6.2 防衛体力の低下

防衛体力とは、激しい運動、気温、気圧等の環境変化、物理的衝撃、病原菌の進入等、身体に外部から加えられるストレスに対する抵抗能力のことである。

例えば、加齢すると心臓能力が低下して、血圧が上がりやすくなるため、激しい運動に耐えられなくなってくる。暑さ寒さ等に対する温度調節機能が劣化する。内臓が弱くなる。骨が脆くなる。膝や腰の関節が弱くなる等である。

中高年登山者に特徴的なことの一つに、転倒による骨折事故が多いことが挙げられる。これは図3-2に示すように、加齢により骨密度が大幅に低減することに起因している。とくに、更年期後の女性の骨密度低下が著しい。骨折事故は女性に圧倒的に多いという事実と符合する。

骨密度は、普段から牛乳等からカルシウム分を十分に摂取するとともに、登山等の運動を続けることによって、脚筋力を鍛えれば、骨自身の強度を大幅に改善できる。また、基礎体力の向上は、簡単に転ばない体力作りに多大な貢献をすることは、言うまでもない。

また、中高年者は、潜在的に持病を持っている人が多い。あるハイキングクラブの会員331名について実態調査をしたところ、52%が何らかの持病を持っているという。そのうち、心臓病、高・低血圧症、糖尿病、内臓疾患等の循環器系と消化器系に病気を

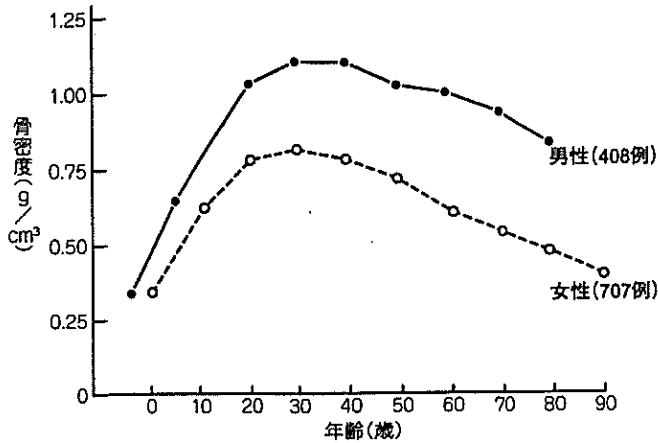


図3-2: 加齢による前腕骨の骨密度の変化。40歳を過ぎると、骨は弱くなる。また女性は、もともと男性よりも骨が弱い、閉経後には著しく弱くなる。なお、中高年期だけではなく、発育期にも骨密度は小さいことにも注意しなければならない。(折茂, 1990)

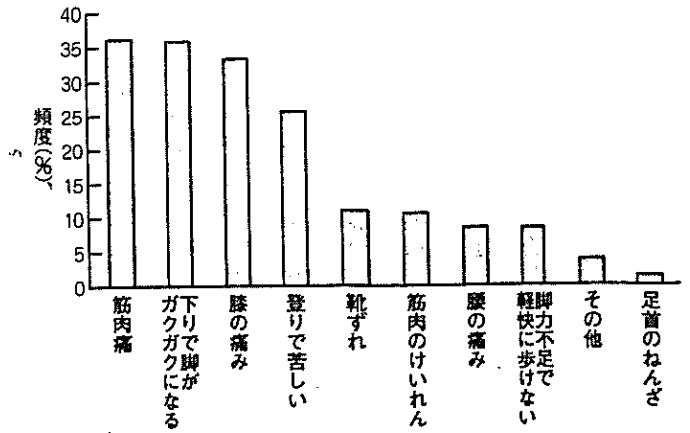


図3-4: 中高年登山者が登山をしたときに起こるトラブルの種類と発生頻度。(山本と山崎, 2000)

持つ人が33%、膝関節痛や腰痛等の関節痛を持つ人が29%、白・緑内障などの視力障害を持つ人が8%いたという。登山はかなりストレスのかかるスポーツである。専門医の指導のもとに、持病とうまく付き合うことが肝要である。

6.3 体力の個人差について

加齢するにしたがって、体力の個人差が大きくなる。60歳でエベレストの頂上に立つ人もいるし、40歳で駅の階段を登るのも苦痛という人もいる。中古車と同様、性能はメンテナンス次第ということである。

TTCのメンバにも正直言って、体力差が目立つ。これは、年齢差というよりも、日ごろからトレーニングに励んでいる人と、そうでない人との差ともいえる。入会当時は、一ツ星コースもやっとの思い出歩いていた人が、今では三ツ星コースを余裕で歩いている人も多い。正直なところ、体力差が大きいメンバ同士でパーティを組むのは、実行上、安全上難しい面があるが、基本的には参加者本人の自覚と自己責任でお願いしたい。

6.4 中高年登山者の実態調査結果

最近、山本氏等が行ったアンケート調査の興味深い実施結果が報告されているので紹介する(NHKのTV番組「中高年のための登山学—日本百名山目指すII」にアンケート用紙を添付)。回答者数7000人以上で、回答者の95%が40歳以上の中高年層とのことであり、その70%以上が、下界で何らかの体力トレーニングをしていると答えており、百名山を目指す意欲的な中高年登山者像が浮かんでくる。これは、TTCメンバと重なる部分が多い。

図3-4は上記7000人の回答者から得た登山中に頻発するトラブルを複数回答で答えてもらった結果である。

①筋肉痛、②下りで脚がガクガクになる、③膝の

痛み、④登りで苦しい、が圧倒的に多い。①、②、③の3つのトラブルは、いずれも脚力不足が原因で発生し、下りでの転倒事故の引き金になっている。また、④は心肺機能不足(VO₂max、AT値不足)によって生じている。

転倒事故を防ぐにはどうすればよいか? アンケート結果を分析して、以下の興味深い結果が得られた。

一番興味深かったのは、これらのトラブルと年齢の間には、まったく関連が見られなかったことである。歳をとるほど少なくなるトラブルさえあり、トラブルは歳のせいでは起こるわけではないということである。しからば、何に関係しているのだろうか? これを説明するアンケート結果を図3-5に示す。

代表例として、「下りで膝がガクガクになる」というトラブル発生率と日常のトレーニング頻度の関係を調べてみると(図3-5-a)、トレーニングを沢山積んでいる人ほど、発生率が低くなっており、日常トレーニングの重要性が理解できる。

また、図3-5-bは、このトラブルの発生率と登山頻度の関係を見たものである。登山頻度の多い人ほどトラブル発生率が大きく低減している。また、図a

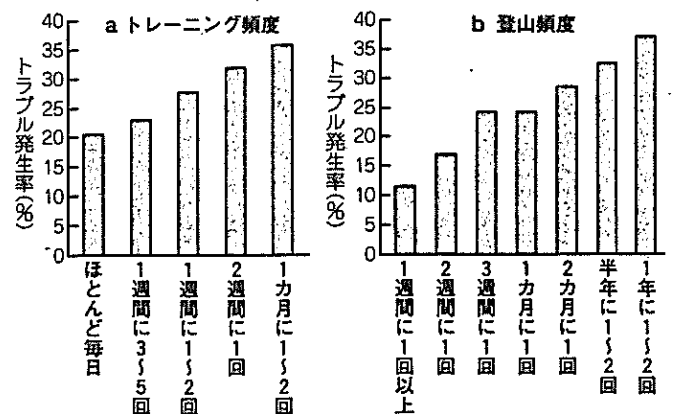


図3-5: 「下りで脚がガクガクになる」というトラブルの発生率と、下界でのトレーニング頻度(a)、および登山頻度(b)との関係。トレーニング頻度や登山頻度が高い人ほど、トラブルの発生率は低くなる。「筋肉痛」、「登りで苦しい」、「靴ずれ」についても、これと同様の関係が見られる。(山本と山崎, 2000)

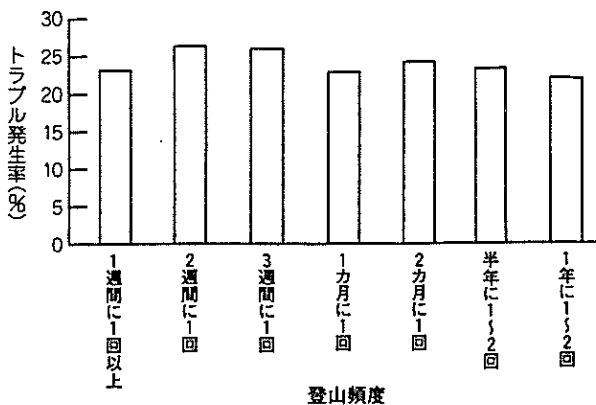


図3-6: 「膝関節痛」の発生頻度と登山頻度との関係。両者の間には関連がない。「腰痛」についてもこれと同様の傾向が見られる。(山本と山崎、2000)

と図bを比較してみると、面白いことに、ほとんど毎日トレーニングしている人よりも、2週間に1回山に行っている人の方が、トラブル発生率が低いことである。また、2~3ヶ月に1回しか山に行かない人のおおよそ3人に一人は、「下りで膝が笑う」トラブルに遭っている。「筋肉痛」や「登りで息があがってしまう」トラブルも同様の関係にあるという。快適で安全な登山をするためには、平地でのトレーニングも大切であるが、なによりもまず、沢山山に登ることが重要であることが分かる。

一方、登山頻度と関係ないトラブルもあった。「膝関節痛」と「腰痛」である。例えば、膝関節痛は図3-6に示すように、登山頻度と関係なく起こっている。これは、登山は訓練にもなるが、膝を酷使することにもなる「両刃の剣」であるためであり、このようなトラブルは、山に頻繁に登るだけでは、軽減できない。これを低減するためには下界でそれ専門のトレーニング、即ち、膝関節痛ならば、大腿四頭筋(太もも)の強化とストレッチング、腰痛ならば、腹筋の強化と背筋のストレッチングが必要であることが分かる。

6.5 中高年者の登山再開前の身体作り

初心者が山登りをはじめる場合、あるいは長年離れていて、登山を再開する場合のプログラムメニューが提案されているので、以下に紹介する。

まず、メディカルチェックを受け、できれば「運動負荷試験」の受験を薦めている。また、医者への許しが出ても、いきなりハードな登山をはじめると、身体に急に過大な負荷をかけることになり、疾患や障害を発生させることになるうえ、運動後にひどい筋肉痛になやまされることになる。登山を始めてすぐ止めてしまった原因を調査したところ、この筋肉痛が大きな原因とする報告もあるとのことである。

表3-1はこれまで運動をしていなかった人が、ハイキングできるまでの身体作りトレーニングプログ

ラムとして、提案されているものである。2ヶ月以上かけて身体作りをするプログラムになっており、我々TTCでも、参考にすべき点がある。

表3-1: これまで運動をしていなかった人が、運動に馴れ、軽いハイキングを行えるようになるまでに必要な運動プログラムの一例。(宮下、1992)

- | |
|--|
| <p>第1週目 歩き方に注意しながら、ふつうの速さで5~7分間つづけて歩く。</p> <p>第2週目 歩き方に注意しながら、ふつうの速さで12分間つづけて歩く。</p> <p>第3週目 姿勢をくずさずに歩幅をやや広げて速さを上げ、12分間つづけて歩く。</p> <p>第4週目 姿勢をくずさずに歩幅をやや広げて速さを上げ、15分間つづけて歩く。</p> <p>第5~6週目 歩幅をかなり広げて、さらに速さを上げ、15分間つづけて歩き、適当な休みを入れて、もう一度くりかえす。</p> <p>第7~8週目 リズミカルに、しかも歩幅を広げて、できるだけ速く、30分間つづけて歩く。途中で疲れたらゆっくり歩く。</p> <p>第9~10週目 からだの調子をみながら速さを適当に変えて、40~50分間つづけて歩く。</p> <p>第10週目以降 休日に10キロメートル程度の道のりを歩き通す。これが歩き通せるようになれば、ハイキングなどができるからだになったと考えてよい。</p> |
|--|

6.6 登山のコンディション作り

ベストの体調で登山ができるよう、普段から規則正しい食生活をして、体調を整えておくことの重要性は、今さら言うまでもない。できるだけ夜行を避け、深酒をしないことも大切である。

山から下山してからの身体のメンテナンスも重要である。帰ってきた夜は、ぬるめの風呂や温泉にゆったり入浴し、ストレッチングやマッサージをする。また、次の日にはウォーキング、水泳、ストレッチング等の軽い運動をすると疲労がよく回復する。

数日の宿泊山行をバテずに快適に実行できるかどうかは、「食う、出す、寝る」を如何に普段どおりにできるかどうかで決まる。これは体力の問題ではなく、メンタルの問題であり、ある程度経験が必要であろう。食事は、どんな粗末なものでも、感謝を込めて残さず食べる。トイレはどんな劣悪な状態でも済ませられる精神的図太さが必要である。他人のイビキが気になる前に、先に寝付けたくつさも必要である。万が一、寝付けなくても、横になっていけば、身体は休息できているものである。耳栓、アイマスク等のお休みグッズも役に立つ。最近TTCメンバでは、就寝前に、睡眠導入剤(精神安定剤)を服用するメンバが多い。ただし、山小屋で眠れないからといって、いきなり服用するのではなく、医師の指導のもとに、あらかじめ自宅で、練習(服用量を含めて)しておくことが重要である。

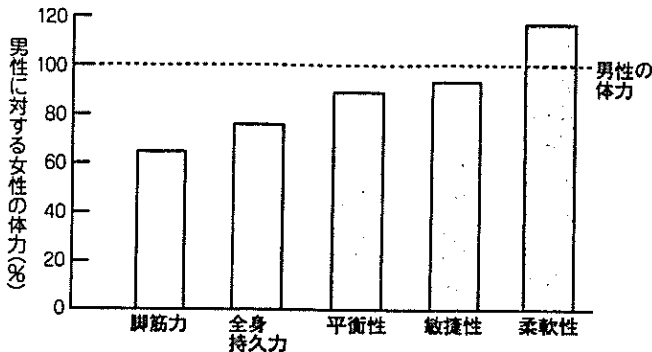


図3-7: 20歳における一般人男性の体力を100%としたときの、女性の体力。(日本人の体力標準値、1989より作成)

6.7 女性の体力

図3-7は、一般人の女性と男性の身体能力を比較したものである。女性の平均的な身体能力は男性の70%程度である。女性は一般的に筋肉量が少なく脂肪が多いので、不利なように思えるが、男性より体重が軽いので、体重あたりで比較すればさほど遜色があるわけではない。

女性は、男性に比べ骨密度がかなり小さい。骨折しやすいので(TTCの骨折事故3件のいずれもが女性)、普段からのカルシウム摂取と筋力アップに心がけることが肝要である。しかし、女性の方が生理学的に強い部分も多い。皮下脂肪が多いので一般に耐寒能力に優れている。ただし、冷え性が女性に多いように、手や顔等の抹消神経の部分は女性の方が弱い。その他、絶食に陥った時に強い、高山病にもなりにくい。女性の方が疲労や筋肉痛等のダメージが少ないという報告もなされている。

TTCの会員に限って言えば、ベテラン女性会員の大半は、週1~3回の頻度で筋力アップトレーニングをし、山行回数も男性メンバより沢山こなしている方が多いので、このような女性メンバは、男性メンバよりはるかに強靱な体力を維持している。

7. 体力トレーニング

7.1 登山に必要な体力とは?

登山は、多くの競技スポーツのように自己の体力の限界まで目一杯使ってするスポーツではない。登山にはスピードは不要である。ある程度必要な筋力と持久力も、身体最大能力の70%以上を使用することはまずない(このようにかなり余力を残した状態で行う運動のことを「最大下運動」と呼ぶ)。したがって、登山は、いわゆる運動神経の鈍い人や体力の劣っている中高年でも、男女区別なく十分楽しめるし、中高年になって始めても上達することも可能である。

このように登山は、運動神経の良し悪し、年齢、性別を問わず、誰にでもできてしまうという特徴がある。これは登山の大きな特長である。だがその一

方では、体力やトレーニングの必要性に対する認識が甘く、これが中高年登山者の転倒事故多発の原因に繋がっているともいえる。

7.2 登山に必要な筋力

図4-3に登山の際に重要な働きをする筋を示す。その中で最も重要なのが大腿四頭筋(太もも)である。図4-4に示すようにこの筋は平地を歩いたり走ったりするときはあまり使用されないが、坂道を登るときには最大限に使用される。この筋は下りの伸張性収縮で大きなダメージを受け、また、着地衝撃に耐えて、体重を支える役目を果たしている。

この大腿四頭筋を強化すれば、疲労せずに歩けるようになるばかりでなく、バランス能力の向上と体勢を立て直す能力が向上したり、筋肉痛や痙攣がこりにくくなる、等のさまざまなメリットがある。またこの筋を強化すると、膝関節の保護する能力が向上し、膝関節痛の予防・改善に多大な効果があることが知られている。

大腿四頭筋について重要なのが、下肢三頭筋(ふくらはぎ)である(図4-4)。通常の登山道はべた足歩行をするので差ほどではないが、岩場や雪渓の歩行では、つま先歩行する機会が増えるため、下肢三頭筋の負担が増大する。べた足歩行がうまくできない初心者は、下肢三頭筋の負担が大きく、この結果、ふくらはぎが疲労し、痙攣が起きやすい。



図4-3: 登山の際に重要な働きをする筋。(山本作図)

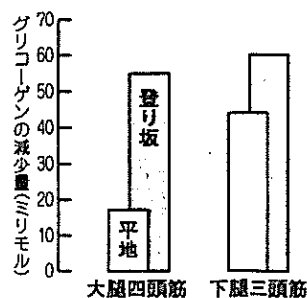


図4-4: 平地と登り坂(6度)を2時間ずつ走ったときの、大腿四頭筋と下腿三頭筋のグリコーゲンの減少量。グリコーゲンの減り方が大きいほど、その筋がよく使われていることを表す。(Costillら、1974より作成)

次に重要なのは、腹筋と背筋である。重いザックを背負って、姿勢を保つ働きをする。登山後腰痛になるのは、これら筋力の衰えに起因している。一般に、背筋は中高年になっても、さほど衰えないが、腹筋の衰えは著しい。中高年になると、下腹部が出てくるのはこのせいである。したがって、中高年はシェイプアップをするためにも、腹筋の強化が必要である。

重いザックを背負う場合は、大胸筋や僧帽筋(肩の筋肉)が弱いと、ザックが後ろに引かれ、快適に歩けないうえ、肩こりの原因になる。

ストック(とくにダブルストック)を上手に使用するためには、上腕三頭筋(「力こぶ」として知られる上腕二等筋の裏側の筋肉)の筋力も必要になる。

7.3 登山に必要な持久力

筋を動かし続けるためには、筋の中で栄養素を酸素で燃やし続けることが必要である。ここで、栄養素を定期的に補給し続けるという配慮さえ怠らなければ、筋の持久力は、単位時間あたりに筋が使用できる酸素の量によって決められる。

この能力は、筋に酸素を供給している肺、心臓、血管、血液等の呼吸循環系の能力(酸素供給能力)と、筋の内部で、酸素を使ってエネルギーを生み出す能力(酸素利用能力)によって決まる。前者の能力をVO₂max(最大酸素摂取量)、後者の能力をAT値(無酸素性作業閾値)という。

(a) VO₂max 値(最大酸素摂取量)

1 分間あたりに取り入れ可能な酸素量をVO₂(酸素摂取量)という。酸素摂取量(VO₂)と体内のエネルギー発生量は比例関係にあり、酸素1リットルで約5kcalのエネルギーを発生するといわれている。通常の活動では、酸素摂取能力一杯の酸素を使用することはないが、激しいスポーツ等をした場合、その限界能力の大小が、その人の運動能力の優劣を決めることになる。酸素摂取量の最大値がVO₂maxであり、エンジンの排気量に相当するものと考えれば、理解しやすい。また、排気量が大きくても、車体重量が重いと力が出ないのと同じで、単位重量(体重)あたりに換算した排気量、即ち、1分間あたり、体重1kgあたりに換算した酸素の最大摂取量をVO₂maxと定義されており、その人の最大運動能力を表わす指数として用いられている。登山の場合、VO₂maxが大きい人ほど、早く歩け、高所登山の成功率も高い。反対に、TTC山行での歩行ペース(とくに登り)に、息があがってついていけない人はこの能力が標準より劣っているためである。

VO₂max 値は、年齢によって徐々に低下するが、訓練することによって大きく改善することができる。表7.3に日本人中高年者のVO₂max 値の性別・年齢

別評価表を示す。

表7-3. (a) 日本人のVO₂max 年齢別評価表(男性)

年齢	非常に弱い	やや弱い	普通	やや良い	非常に良い	優れている	非常に優れている
19	~36	38	44	50	58	70	75~
45-49	~28	29	36	42	46	52	56~
50-54	~26	28	35	40	44	51	55~
55-59	~25	26	33	38	43	49	53~
60-64	~23	25	31	37	41	47	52~
65-69	~22	24	29	35	40	46	50~
1km 走所要時間(分)	8.5分以上	8分	7分	6分	5.3分	4.8分	4.4分以下

(注) VO₂max 値の単位: ml/分/kg

表7-3. (a) 日本人のVO₂max 年齢別評価表(女性)

年齢	非常に弱い	やや弱い	普通	やや良い	非常に良い	優れている	非常に優れている
19	~30	31	35	39	47	56	60~
45-49	~20	21	26	29	33	38	42~
50-54	~19	20	24	28	31	35	39~
55-59	~17	18	22	26	30	34	38~
60-64	~15	16	21	25	28	33	36~
65-69	~14	15	19	23	26	30	34~
1km 走所要時間(分)	12分以上	11.5分	9.5分	8.5分	7.6分	6.9分	5.8分以下

(注) VO₂max 値の単位: ml/分/kg

一流の登山家といわれている人のVO₂max 値は男性で、50ml/分/kg 台、女性では40ml/分/kg であり、マラソン選手の半分ぐらいの数値であるという。また、40~50の値は、持久トレーニングを積み上げ、誰でも確実に到達できる値であるという。なお、VO₂max 値を直接測定するには、それなりの測定機械が必要である。そこで、12分間で何m 走れるかで、VO₂max 値を簡易的に知る換算テーブルがある。それをもっと分かりやすいように、1000m を何分で走れるかに三村がアレンジした数値を表7.3に例示した(中高年が練習なしで、いきなり走ると心臓に悪いので、試さないこと)。この換算テーブルから自分のVO₂max 値がどの辺のレベルにあるか、おおよそ推定できよう。

(b) AT 値(無酸素性作業閾値)

VO₂max 値に近い強度で運動を続けた場合、乳酸が急激に生成し、数分しか運動を持続できない。登山のような長時間も続ける運動は、乳酸がでる寸前の運動強度で行われる。これがAT値である。

一般の人のAT値は、VO₂max 値の50~60%のレベルにあるという。ただし、訓練を積むことにより、このレベルを70~80%まで向上させることも可能であるという。

AT値を直接正確に測定する方法は、現在のところないが、「1~2時間以上にわたって、疲れずに登り続けられる最高のスピード」と置き換えることが可能である。10kgのザックを背負って、標高差1000mのコースを、息切れを起こさずに、どれぐらいのスピードで登れるか？」をその人のAT能力とみなすと良い。TTCの三ツ星グレード山行に参加するのであれば、大山駐車場から大山頂上(標高差約940m)を2時間10分(登り獲得標高差:約450m/時)以内で登る能力が必要であろう。

7.4 ウェイトコントロール(減量)の重要性

一流の登山家といわれる人の体形を調べてみると、BMI値(体重(kg)/身長(m)²)は平均で22.9(日本人の標準BMI値:23.0)、体脂肪は男性で10~13%台、女性で20~23%台であり、この値が、登山するための理想的な体形だといえる。

体重が重いということは、エンジンの体重あたりの出力といい、体重を支える脚筋力(体重1kgあたりの筋力)のいずれの観点からも大変不利である。しからば、やせている人すべてが登山に向いているかといえば、必ずしもそうとは言えない。即ち、筋力は筋肉の断面積に比例するからである。したがって、贅肉が少なく、太もも、ふくらはぎ、腹筋等に筋肉が沢山ついている人が、理想的な登山者体形と言える。

筋力が大きく落ちている我々中高年では、筋力不足を補うためにも、ウェイトコントロールは重要である。上記の理想体形を実現するのは、強い意志と日々のたゆまぬ努力を必要とすし、達成するのはなかなか難しいとしても、BMI値23、体脂肪率:男性15%以下、女性25%以下を目指したい。

(a) BMI値・体脂肪率ともオーバの人(肥満体形)

このタイプはTTCメンバの中では男性メンバに多い。体脂肪のみを選択的に減らし、筋肉は減らないように減量する必要がある。そのためには、食事の減量と運動を同時に実行することが肝要である。

・食事:夕食を中心に、炭水化物、脂肪を1日あたり250~300kcal減量する。たんぱく質、ミネラル、ビタミン類の摂取量は減らさない。

・運動:有酸素運動(強めのウォーキング、坂道・

階段の昇降がベスト。1日あたり250~300kcalの運動量で毎日実施する。

ただし、体重減量を0.5~1kg/週の範囲内に収まるよう、食事量と運動量を適宜、調節する。

(b) BMI値は適正だが体脂肪率オーバの人

このタイプは、脂肪分が多く、筋肉量が少ない体形で、TTC女性メンバに多いと推定される。コントロールの基本は、脂肪分を減らして、筋肉を増やすことである。

・食事:炭水化物や脂肪分を減らし、良質のたんぱく質の摂取量を増やす。摂取カロリーは制限しなくて良い。

・運動:有酸素運動(上記(a)参照)と太もも、ふくらはぎ、腹筋を中心とした筋力トレーニングを併用する。

7.5 トレーニング

(a) 最良のトレーニングは登山

山でのトラブル発生を防ぎ、安全で快適な登山を続けるための最良のトレーニングは、山に登りつづけることである。理想は毎週1回、少なくとも2週間に1回の割合で登山を続けること。登山後に大腿四頭筋や下肢三頭筋に筋肉痛が出なければ、ベストコンディションが維持できていると判断してよい。

山行と山行の間にTTCメンバがよく行っている大山等での「足慣らし山行」では、ただ漫然と登るのではなく、筋力や持久力強化の目的を持ち、目的に合ったトレーニングとして実施したい。

◆登りが苦しい人・ふくらはぎが痙攣する人(AT値強化)

大山駐車場から大山頂上まで(標高差約940m)、休憩を取らず、勾配の緩急にあわせ、心拍数が120~140の範囲内(120:歩きながら話ができる。140:ややきつい)になるようなペースを保ちながら歩く(ザック重量6~10kg)。心拍数が上がり、息が苦しくなったら、1分以内の立ち休みをして、呼吸を整える。毎回頂上までの所要時間を記録する。次回は、前回より所要時間5分短縮を目標に、少し早めに歩き、所要時間を徐々に短縮させていく。所要時間2時間10分以内(獲得標高差450m/時以上)で、息切れせず、疲労せずに歩けるようになれば、我々中高年としては、一応申し分のない持久力レベルに到着できたと判断しよう。

登りに弱くない人でも、ご自分の持久力(AT値)をチェックする目的で、時々このような歩き方をし、実力値を確認しておくのも良いと思う。

◆下り方のトレーニング

下りでは、大腿四頭筋にできるだけ負担をかけない下り方を意識して、足の運び方を練習・習熟する。

具体的には、①膝のクッションをうまく使って、リズムカルに、②小股でゆっくり足を運ぶ。③膝や太ももの負担を減らすストックワーク（できるだけダブルストック）をマスターする。

(b) 日常トレーニング

毎週 1～2 回の頻度で山登りを続けている中高年専門登山者やプロの登山ガイド等では、登山以外の日常トレーニングをとくに実施しなくても、支障を感じないという人が多い。しかし、毎週山に行くという中高年登山者は、先に紹介したアンケートによれば、5%未満であり、最も多かったのは、1ヶ月に1回ぐらいの約 25%であるという。

1ヶ月に1回の頻度でしか山に行かない人は、登山だけでは体力維持はできない。山でバテないためには、下界で何らかの補強トレーニングが必要である。

それでは、登山に有効な体力作りトレーニングにはどんな種目が適しているのか？について述べる。

・水泳：持久力をつけるには良いが、脚筋力のトレーニングにはならない。ただし、山行翌日の筋肉疲労回復のための軽い運動としては適している。

・走る：VO₂max の強化に多大な効果がある。しかし、主動筋は下肢三頭筋であり、登山の主役である大腿四頭筋のトレーニングにはならない。

・自転車漕ぎ：大腿四頭筋の強化に効果的である。ただし、登りに使う筋力（大腿四頭筋の短縮性収縮）強化には大いに効果があったが、下りに使う筋力（大腿四頭筋の伸張性収縮）強化にはほとんど効果がなく、下りでのバテ改善には繋がらない。

・階段歩き：平地でのウォーキングでは効果は期待できないが、丘陵地や坂の多い場所で行えば効果がある。階段の昇降、とくに、階段を下るトレーニングは、上述した他のトレーニングでは実現できない大腿四頭筋の伸張性収縮トレーニングに最適である。ザックを背負ったり、階段を1段跳びするなどをすれば更に効果がある。毎日、標高差にして、300m 分の階段を昇降する等の目標を立てて実行すれば、申し分ない。

厚木市内には、鷲尾山、飯山、森の里等、アップダウンの多いウォーキングに適した場所に事欠かない。近所の神社やお寺の境内の石段でも勿論良い。三村の場合、通勤に4つの駅を通過する。その際、エスカレーターには絶対乗らず、必ず階段を歩くように心がけている。行き/帰りで、それぞれ、約 300 段の登り下りがあり、標高差にすると約 50m に相当する（階段1段は約 16cm）。ザックを背負っていない分、この階段を一気に昇り降りして、大腿四頭筋の訓練と心肺能力チェックに利用している。

7.6 筋力トレーニング

登山の主動筋である大腿四頭筋を強化するとどんなメリットがあるか？を以下に列挙する。

- ①敏捷性が向上し、危険回避能力が高まる。
- ②ポッカ能力、着地衝撃緩和能力、バランス能力が向上する。
- ③行動能力が改善し、バテにくくなる。
- ④歩行技術のミスによる転倒を防止できる。
- ⑤膝関節痛を予防改善する。
- ⑥筋の痙攣や筋肉痛が起こりにくくなる。

中高年になると、先に示したように筋力が著しく低下し、それが転落事故等に直接繋がるので、中高年は積極的に筋力トレーニングをする必要がある。

事実、TTCのベテラン女性メンバの大半は、週1回～3回の筋力トレーニングを実行している。

とくに中高年登山者に不足している筋力は；

- ①大腿四頭筋（太もも）
- ②下肢三頭筋（ふくらはぎ）
- ③腹筋

の順である。したがって、これらの筋力を強化するトレーニングを中心に実行すればよい。

(a) スクワット (図 4-14)

大腿四頭筋を強化する代表的な運動である。脚を曲げて沈み込む際には、脚に力をいれゆっくり行う。また、沈み込む際は息を吸い、立ち上がる時に息を吐く。この他、図 4-15 のような様々な方法がある。

(b) かかと上げ (図 4-16)

下肢三頭筋を強化する運動である。

(c) 上体起こし (図 4-17)

腹筋を強化する運動である。膝を伸ばして行うと (a) 腰を痛める可能性があるため、必ず膝を曲げて行う (b)。この際、上体を起こすときに息を吐き、倒すときに息を吸う。この動作がきつい人は、c に示すように、上体を少し起こして、へそを覗き込むだけでも良い。

(d) 上体そらし (図 4-18)

背筋を強化する運動である。登山者は一般にこの力は強いので、ザックを背負うと身体がふらついて安定しない人や重いザックを背負う人がやればよい。この場合、腹筋とのバランスが重要なため、腹筋運動（上体起こし）3 に対し、背筋運動（上体そらし）1 の割合で実行する。

(e) 負荷と回数

筋力トレーニングをする場合、適正な負荷と回数を決めてやる必要がある。

ある負荷でバテるまで運動を反復した時に達成できた回数を RM (repetition maximum) という。例えば空身で（自分の体重が負荷）スクワット運動を反

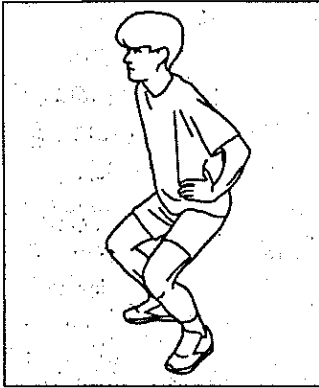


図4-14：スクワット運動。足を軽く開き、ゆっくり屈伸する。膝関節の角度は90度まで曲げれば十分である。爪先と膝の向きを一致させる（膝を内側に絞らない）ようにする。筋力が向上して楽にできるようになったら、適当な重さのザックを背負って行うか、片脚で行うとよい。片脚で行うときには、バランス保持のため、壁などに手をついて行ってよい。

図4-15：大腿四頭筋を鍛えるさまざまなトレーニング方法。これらは膝関節痛の予防・改善にも効果的である。a：椅子に座って膝の曲げ伸ばしをする。膝を伸ばしきったときに5秒間ほど、意識的に大腿四頭筋に力を入れるようにする。b：仰向けに寝て、膝を伸ばしたまま足を床から約30cm持ち上げ、これを5秒間ほど維持する。c：膝関節の下に小さなクッションを入れ、膝が軽く曲がった状態をつくる。足首を動かさないようにして、膝でクッションを押しつけるようにしながらゆっくりと膝を伸ばす。伸ばしきったところで5秒間ほど、大腿四頭筋の収縮を意識する。a～cの運動はいずれも、20～30回くらいを1セットとして、最低でも3セット行い、楽にできるようになったらセット数を増やす。aとbは足首に重りを巻いて行ってよい。

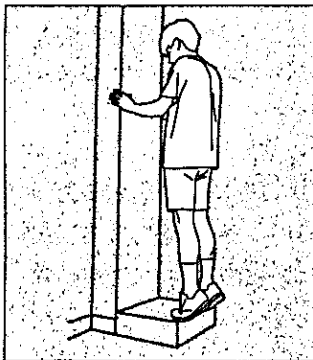


図4-16：かかと上げ運動。低い台の上に爪先で立ち、かかとをゆっくり上げ下げする。バランス保持のため、壁などに手をついて行う。楽にできるようになったら、ザックを背負って行うか、片足で行うとよい。

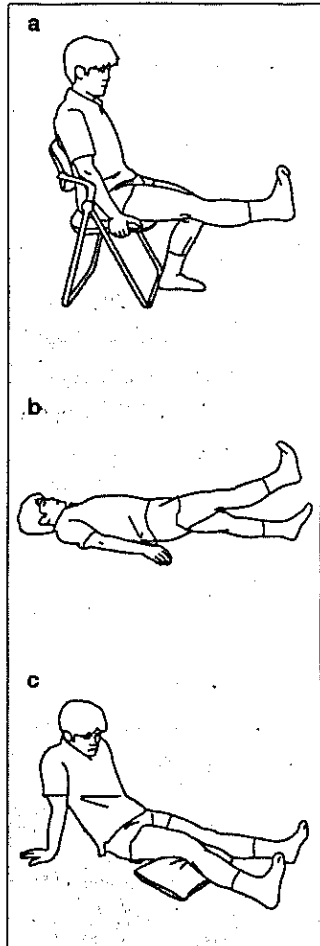


図4-17：上体起こし運動。aのように、膝を伸ばしたり、背中を伸ばして行うと、腰を痛める危険性がある。bのように、膝を直角に曲げ、背中を丸めて行うのが正しい方法である。bができない人は、cのように頭を前方へ伸ばして上体をわずかに起こすだけでもよい。bが楽にできる人は、頭の後ろで重りを持って行ったり、下りの横斜をつけた台の上で行う、などの工夫をするとうよい。

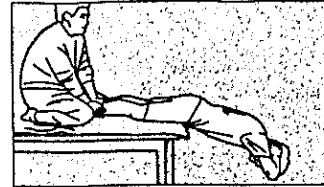


図4-18：上体そらし運動。水平な床の上で行うと、背中をそらしすぎて腰を痛める危険性があるので、この図のように補助者をつけ、台の上から上半身を乗り出して行う。上半身をそらす必要はなく、水平になる位置まで起こせば十分である。

復したとき、30回でバテたとすれば、これを30RMの負荷という。

筋力を向上させるトレーニングでは、10～15RMの負荷でバテるまで回復し、これを1日に3セット、週に2～3回実行するのが標準的なトレーニング方法である。スクワット運動の場合では、片足で実施したり、バーベルの重さを加減して、10～15RMになるよう負荷を調節する。

このような方法で、トレーニングを積み重ねると、筋の断面積（太さ）が次第に増大する。筋力は筋の断面積にほぼ比例するので、筋が太くなるにつれて筋力もアップする。これまでの負荷で15回以上実施できるようになったら、負荷を少し増やし、再び10～15回しかできない負荷に調節してトレーニングを反復する。このような手順でトレーニングを続けていくと、筋の太さと筋力はかなりのところまで増加しつづける。

登山の場合には、前述したように、極端に大きな筋力が必要としない。むしろ中程度の筋力を長時間にわたって発揮しつづける「筋持久力」が重要である。筋持久力を向上させるためには、負荷を軽くして、回数を多くする。具体的には、中高年登山者の場合、20～30RMの負荷で1日3セット、週2～3回行うのがよい。

筋力トレーニングを行う際の共通した注意点は、正しいフォームで行うこと。スピードや反動をつけずにゆっくり行うこと。身体を沈み込ませる動作の際は力を抜かず、力を入れながら、息を吸いながら、ゆっくり行うこと。これを守らないと、効果が半減したり、故障の原因になる。

7.7 柔軟性のトレーニング（ストレッチング）

身体の柔軟性が乏しいと、スムーズな動きができず、疲労しやすく、バランスを崩しての転倒事故の原因にもなる。また、腰背部の柔軟性が低下すると腰痛が、大腿部の柔軟性が低下すると膝痛が起りやすくなる。

中高年になると柔軟性が低下するので、中高年の場合、登山前後に、とくに入念な柔軟体操を実施する必要がある。

柔軟性を改善させる安全な方法として、ストレッチ

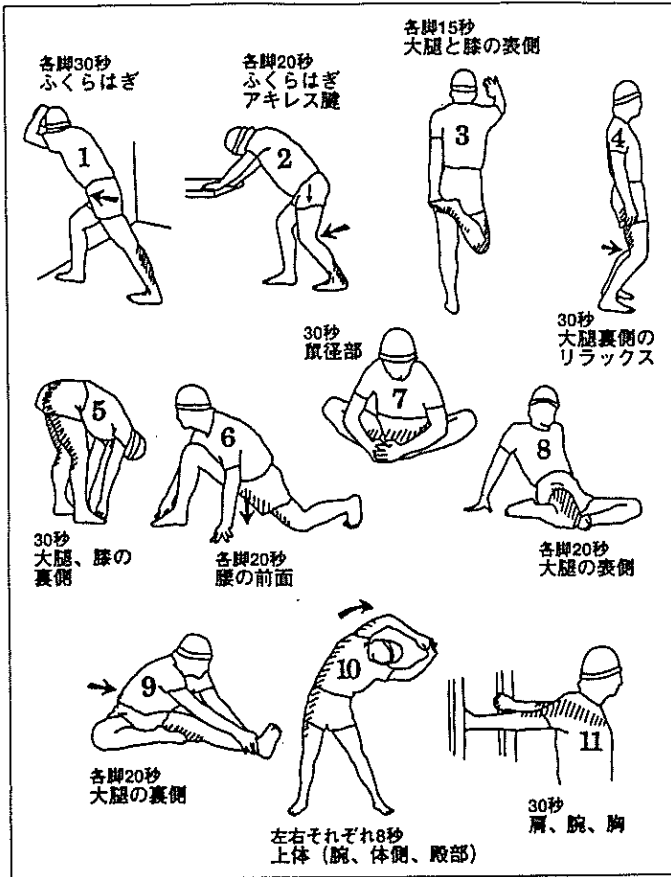


図4-22：ウォーキングの前に行うストレッチングの一例。斜線部のストレッチ感覚を意識して行う。ストレッチングのフォームは、非常に多くの種類がある。この図に示したものは、そのうちのごく一部であり、他にもさまざまなやり方がある。(アンダーソン、1981)

チングが考案されている。TTCでも、登山開始後、および登山終了後にストレッチングを実施しているので、詳細は割愛する。

図4-22に登山やウォーキング用ストレッチングの推奨フォームが例示されているので、参考までに示した。現在、我々が実施しているフォームとかなり異なるものもあり、また、実施時間等も記載されているので、参考にし、取り入れて行きたい。

7.8 バランスのトレーニング

中高年になると、バランス能力の低下が著しく、これに起因した転倒事故が多くなる。バランス能力は、登山にとって重要だが、そのトレーニング方法はよく分かっていない。これは、神経系の能力が複雑に関与しているため、解明が難しいためである。

バランスを保つためのセンサーは、①目、②内耳にある三半規管、③足裏の皮膚感覚、の3つである。どれか一つのセンサーの働きを殺してみると、途端にバランス能力が低下することは、経験上良く知っている(例えば目をつぶる)。

バランス能力を直接高めるトレーニング方法にどのような方法があるのかはよく知られていない。しかし、脚筋力とバランス能力は相互関係にあり、脚筋力の強化トレーニングをすると、バランス能力が向上することが報告されている。

即ち、バランスを体現する脚の筋力を強化することによって、間接的にバランス能力を高めることができる。また、バランス能力が大幅に劣化した中高年登山者にとって、ストックは転倒を予防する超優れものであることは言うまでもない。

7.9 防衛体力のトレーニング

登山は過酷な環境条件で行われるので、外界から様々なストレスを受ける。このようなストレスから身を守る能力を「防衛体力」という。

「防衛体力」を高めるトレーニングの原則は確立されていないが、暑さ、寒さ、湿度、低酸素等の環境ストレスに対するトレーニング方法はある程度確立されている。基本的には、その環境に身を曝すことによって抵抗力が身につく。

例えば、暑さにたいする適応は、10日間程度である程度身につく。だから、夏山登山を行う場合は、クーラーの環境から抜け出し、暑い環境で、軽い持久運動を行うと良い。

寒さに対する抵抗力をつけるには、薄着で運動する、冷水摩擦や乾布摩擦をする。水泳のトレーニング等が効果がある(適応に必要な期間はよく分かっていない)。低酸素に対する適応にはおおよそ3週間かかるかとされている。

空腹、口渇、疲労、不眠等の生理的ストレスに対しては、これまで述べてきた下界でのトレーニングや実際の登山経験を積み重ね、徐々に改善されよう。

緊張、不快、苦悶、悲哀等の精神的ストレスについても最近研究が進んでおり、「メンタルトレーニング」等と呼ばれている。精神的な能力も、身体的能力同様、普段からトレーニングをし、経験を積み重ねることによって、改善できるという発想に基づいている。

最後にアメリカ健康・体育・レクリエーション・ダンス連盟(AAHPERD)が示した健康に最も関連した4つの体力要素(心肺持久力、筋力/筋持久力、柔軟性、体脂肪率)のテスト方法を示す(表4-9)。登山体力づくりは、健康体力づくりそのものである。

8. 高山病について

標高4000mを越えるヒマラヤトレッキングやキリマンジャロ(5895m)等の海外登山を目指す人のために、高山病について簡単に触れる。

標高が高くなると、血中の酸素濃度が段々低くなり(図6-3)、その値が平地の80%程度まで低下すると、高山病の症状が現れる(図6-5参照。重症になると肺水腫や脳浮腫)。この値(動脈血酸素飽和度; SpO₂)はパルスオキシメータで簡単に測定できる。SpO₂値は、標高差3000m位から個人差が現れ、4000m

TTC 安全登山教室テキスト

表4-9: AAHPERDが示した健康に関連する体力要素とそのテスト方法、およびトレーニング方法。柔軟性と体脂肪率については、大きすぎても少なすぎても問題があることに注意。☆は筆者が加筆した。(Whitehead, 1989をもとに作成)

体力要素	健康との関連	AAHPERDが推奨するテスト法	トレーニング方法
①心肺持久力	*低すぎると増す危険 心臓病、糖尿病、肥満、劣等感をもつ	1マイル走または9分間走 ☆12分間走で代用可能(方法はp112参照)。ただし持久走テストは十分なトレーニングを積んでから行わないと、身体に大きなストレスをかけてしまうので注意する。	持久力トレーニング ☆相対的に運動強度を高く、持続時間を短くするとよい。方法についてはp123などを参照。
②筋力/筋持久力	*低すぎると増す危険 腰痛、ヘルニア、筋と関節の障害、骨粗しょう症、劣等感をもつ、労働やスポーツに支障をきたす	上体起こし ☆図4.17-bの姿勢で30秒間に何回上体起こしができるかを計る。腰痛に対する健康度をみるためにこのテストが選ばれているが、脚筋など他の部分の筋力も重要である。	筋力トレーニング ☆特に大腿四頭筋と腹筋のトレーニングが重要である。上半身の筋のトレーニングもできれば行う。
③柔軟性	*低すぎると増す危険 腰痛、ヘルニア、筋と関節の障害、労働やスポーツに支障をきたす *高すぎると増す危険 関節によっては不安定になり、障害が起こりやすくなる	長座体前屈 ☆立位体前屈でも代用可能。腰痛に対する健康度をみるためにこのテストが選ばれているが、他の部位の柔軟性も重要である。	ストレッチング ☆腰背部と大腿前面のストレッチングは、それぞれ腰痛および膝関節痛の予防・改善に効果がある。その他の部位についても幅広く行うとよい。
④体脂肪率	*高すぎると増す危険 心臓病、糖尿病、ある種のガン、胆石、関節の障害、劣等感をもつ *低すぎると増す危険 骨粗しょう症、疲労骨折、生理不順、病気に対する抵抗力の低下	腕と背中の皮下脂肪厚 ☆インピーダンス法による体脂肪計が普及してきたので、これを用いるとよい。	持久力トレーニング ☆相対的に運動強度を低く、持続時間を長くするとよい。方法についてはp140などを参照。 筋力トレーニング ☆相対的に負荷を軽くし、回数を多くするとよい。

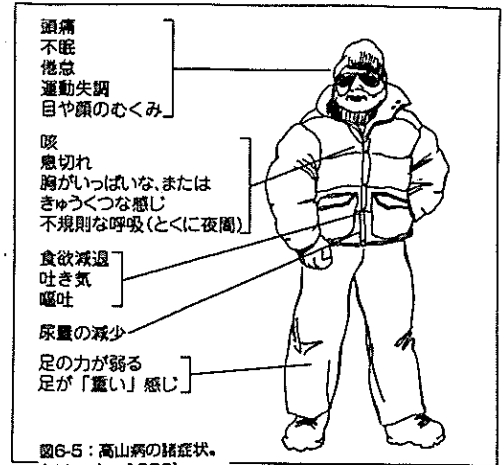


図6-5: 高山病の諸症状。(ハケット, 1983)

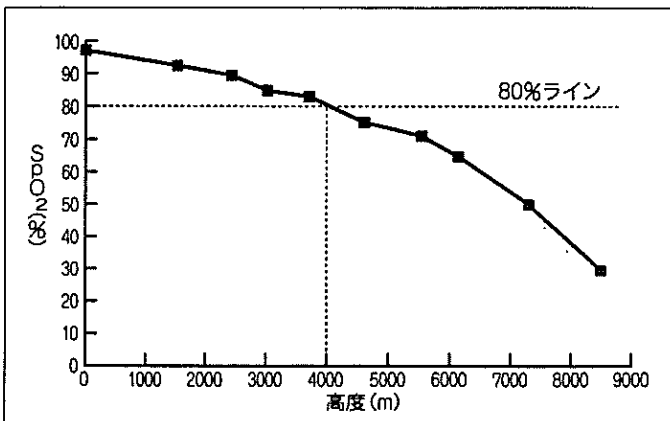


図6-3: 高度の上昇にともなうSpO₂の低下。高度が約4000mのところでSpO₂は80%を切っている。80%という値は、下界の救急医療の基準からすれば、きわめて危険な値と判断される。高所でも、SpO₂が80%以上ならば調子がよく、これ以下になると調子が悪い、ということが多い。(Hecht, 1971の資料から作成)

標高 4000mの高所に行ってみないと分からないことが多いという。

日本の山で確実に高山病の症状を体験できるのは、富士山のみである。標高が3500mを越えると、SpO₂値が80%程度まで下がると同時に心拍数が150~170程度まで上昇し、身体への負担が急激に増大する。海外の4000mを越える山を登山する場合、直前に富士登山を数回(1週間に1回のペースで数回)経験するだけで、高度順化が進み、高山病の症状が軽減されるという。

9. 五龍岳転落事故についての私見

転落事故に関して、断片的な情報しか得られていないので、事故原因を確定することはできないが、これまでに知り得た情報をもとに、事故発生原因を推定し、今後のTTCの安全登山指針づくりに資することにしたい。

これまでに三村が得た転落事故前後の情報を推測を交えて以下に述べる。

- (1) 7月に親しい山仲間と尾瀬至仏山に登った際、足元がふらつき、同行者に五龍岳山行をキャンセルする意向を伝えていた。
- (2) 五龍岳山行は2泊3日の行程で、8/10朝、本厚木出発。その日はロープウェイ3本を乗りついで、八方池山荘泊(歩行時間約10分)、8/11: 八方尾根を登り、唐松岳頂上往復後、牛首、大黒岳、白岳を縦

付近になると80±10%の大きな差となって現れる。SpO₂値が80%まで低下すると明白な高山病症状があらわれ、50%(標高7000m)まで下がると脳細胞が破壊され、30%(標高8500m)まで低下すると死に至るといわれている。また、日本人は、白人に比べ一般に高所に弱いので、中高年や肺・心臓の悪い人では、2500mでも、肺水腫等の重症の高山病にかかることもある。

高所登山をする場合では、標高4000mに高度障害の最大の壁があると言われており、如何に上手に高度順化をするかが、高所登山の成否のカギを握ることになる。高山病のなりやすさ(SpO₂値)は、前述したように個人差が大きいく、持久力や年齢にはあまり依存性がないという。高所に強いかどうかは、

走して、五龍山荘泊(行動時間約10時間と推定)。8/12:夜明け前の4時前後に12人パーティの内、体調不良の1名を山荘に残し、11名で五龍岳頂上ピストン登山に出発。5時10~20分前後頂上到着。天候が悪く、何も見えない状態なので、記念撮影程度ですぐに下山にかかったと推定。5時50分頃、岩場からガラ場に変わるコースのほぼ中間地点で転落死亡。最終日のこの日は、五龍岳を登ってから、山荘で朝食を済ませ、遠見尾根を地蔵平まで下り、ここからテレキャビンに乗り、大糸線神城駅から本厚木に戻る予定だったと推定(行動時間:9時間前後と推定)。この行程を実行するためには、時間的に山荘の朝食(通常午前5時頃から)前に、五龍岳ピストン登山を実行せざるを得なかったと思われる。

上述した状況から推定される第一の原因は、故人も自覚されていたように、脚筋力不足であり、それに前日のかなりハードな行程での疲労が追い討ちをかけたと考えられる。朝食前の2時間以上の行動も影響しているかも知れない(前日夕食を残さず食べられたか?睡眠が十分取れたか?起床してから事故に至るまでの間に、何をどのくらい口にしたら?の情報は知らない)。

ご本人自身が脚筋力不足を自覚され、一旦は山行を止めようかなと思ったように、自分の体力はご自身が一番分かっているはずなので、きっぱりやめる判断をしていれば事故は起きなかった。当日の朝に、ご自身の疲労具合を考えて、五龍岳頂上を踏むことを断念する判断も可能であった。そういう意味で、自己責任であるといえるが、一旦このような事故が起こってしまうと、同行者は勿論、家族や関係者に多大な迷惑をかけることになるのは言うまでもない。故人が、最近どの程度の頻度で山に行き、どのようなトレーニングをされていたかは、存じ上げないが、このようなビック山行や三ツ星グレード山行に参加メンバーを募る際は、TTCとしても、参加資格に何らかの制限を加えること(例えば、至近2ヶ月以内に2回以上のTTC主催山行に参加していることを条件にする。あるいは、事前の足慣らし山行への参加を義務づける等)を検討しても良いのではないかと思う。

もう一つは、山行計画の問題である。このコースの全行程の正味歩行時間は約16時間程度である。足がそろっているパーティならば、今回のように、行動時間10時間の実質2日行程で、こなすことも可能であるが、この場合、行動時間から三ツ星グレードの山行といえる。しかし、厚木をちょっと早く出発し、初日に八方尾根を唐松岳頂上山荘まで(歩行時間約3.5時間)登って、この小屋に宿泊しておけば、

2日目に、唐松岳頂上を往復しても(1時間弱)、五龍山荘に正午前に悠々到着できよう。そうすれば、その日の午後のにんびり五龍岳ピストン登山が可能である(行動時間約8時間)。最終日には、五龍山荘で朝食を済ませて、遠見尾根をゆっくり下山しても、午後3時頃までに、神城駅に到着できる(行動時間7時間)。この計画であれば二ツ星グレードである。

事実、6年前の厚木山歩会5周年記念登山の際、山行計画は上述の楽々コースで立案されたが、往路のバス手配の手違いから、結果的に今回の転落事故と同じ、三ツ星グレードの行程になってしまった。この結果、多くの体調不良者(バテる)を出し、17名中、4名が五龍岳頂上を踏むことができなかったという記録が残っている。

それに対し、最近、唐松岳頂上山荘と五龍山荘に宿泊する2泊3日楽々行程の五龍岳ツアー山行に参加したTTCメンバーの感想によれば、大変楽で、時間もゆったりした山行であったとのことである。

これまでの経験からも、我々中高年が数日間のビック山行を実施する場合、1日の行動時間を8時間以内程度に抑えれば、疲労がかなり抑えられ、楽々山行ができることは、これまでの多くの経験からも明らかである。

安全登山を実現するためには、個々のメンバーの日頃からの体力維持・向上の努力と中高年の実力に合った余裕のある計画と行動が何よりも重要である。

10. むすび

我々中高年登山愛好団体であるTTCにおいて、安全で快適な登山をより徹底して実現するため、人間の生理学の観点から見た登山時の疲労発生メカニズムと、疲労を回避するための種々の方法、並びに登山体力を維持・向上させるためのトレーニング方法等について学んできた。

キポイントをまとめると以下ようになる。

- (1) 登山は、体内脂肪を効率的に燃焼させるに最適な有酸素運動であり、中高年の健康増進と生活習慣病予防に最も適したスポーツである。
- (2) 人間は、3つの動作原理の異なるエンジンを持っている。乳酸系エンジンが稼動しない有酸素系エンジンの稼動領域で歩けば、疲労せずに行動することができる。
- (3) 登山の疲労には、4つのモード、即ち、①登りで起こる疲労(疲労物質の蓄積)、②下りで起こる疲労(筋細胞の損傷)、③燃料切れによる疲労(栄養補給の問題)、④オーバーヒートによる疲労(水分補給の問題)、に分類され、それぞれ対応策が異なる。
- (4) 登りで起きる疲労は、ゆったりした一定ペース配

分で歩くことで解決できる。TTCの歩行ペースについて歩くことが困難な人は、心肺機能を高め、持久力を改善させるトレーニングをする必要がある。

- (5) 下りで起こる疲労は、大腿四頭筋(太もも)細胞の損傷であり、一旦損傷すると完全に回復するのに5日以上かかる。山行後の筋肉痛の度合いは、筋細胞の損傷の程度を表わしていると思ってよい。大腿四頭筋の疲労は、脚筋力低下をもたらし、下りでの転倒事故の直接原因になる。これを防止するためには、①体重減量、②ザック重量の低減、③下りの足運び技術の習得、④ストックワークの習得、⑤2週間に1回以上の山登り、⑥スクワット運動等による大腿四頭筋の筋力アップトレーニング、が必要である。
- (6) 燃料切れによる疲労は、基本的に行動中にこまめに行動食をとることによって解決できる。また、燃料切れは、行動力の低下をもたらすだけでなく、脳や中枢神経の働きを大きく悪化させることに留意する必要がある。山行行動中では、食事後約2時間で行動に必要な栄養素である炭水化物が欠乏し始めると考えてよい。したがって、朝食を摂らずに長時間行動したり、空腹を我慢して行動するのは厳禁である。
- (7) 水分は、意識して多めに、かつこまめに飲む。気温が30℃を越え、湿度が60%を越えるような高温多湿環境下での登山は、熱射病の危険が高いため、とくに歩き方や休憩の取り方に注意が必要である。
- (8) 中高年は、持久力、脚筋力、敏捷性、柔軟性、平衡性等、登山に必要な行動体力が、大幅に劣化していることを自覚し、自分の体力を過信せず、中高年の体力に合った安全登山に徹することが肝要である。また、更年期後の女性は、とくに骨の強度が弱く、転倒による骨折事故が多いので、その予防対策を意識して行う必要がある。
- (9) 登山のための最良のトレーニングは頻りに山に登ることである。2週間に1回以上の頻度で山に登っている中高年では、筋肉疲労等のトラブルを発生する人の割合は非常に少ない。また、中高年のトラブル発生の割合は、年齢には関係しない。どれだけ沢山山に登っているか、普段からどれだけトレーニングをしているかに依存している。
- (10) 毎週山に登れない中高年は、安全登山に必要な行動体力を維持するため、地上でのトレーニングが必要である。坂道や階段等アップダウンの多いコースでのウォーキング、大腿四頭筋(太もも)、下肢三頭筋(ふくらはぎ)、腹筋を中心とした筋力トレーニングが必須項目である。

我々は、安全登山の基礎となる多くの知識を学ん

だ。今後はこれらの知識を、TTCとして、如何に山行計画に反映させ、如何に実践に生かして行くかが重要課題である。

また、安全登山を実現するためには、山行時だけでなく、安全登山の基本となる行動体力を普段から如何に維持・向上させていくかが重要である。それには、メンバー人々々の自覚と行動が重要であり、TTCとしても、機会あるごとの啓蒙活動と具体的施策を実施していく必要があると考える。

「TTCでは大きな事故は絶対起こさない」という固い決意をもって、全員一致協力のもとに、更に安全で楽しい登山実現に邁進しよう！

そして、TTCメンバ全員が、生涯山登り現役を目指して、手を携えてともにガンバロー！

(2002.9.28 記)

山岳遭難発生状況 (平成14年1月1日～平成14年9月29日)

1 山岳遭難発生状況

区分	発生件数	死者	行方不明	負傷者	無事救出	遭難者計
平成14年	128	24	3	84	37	148
平成13年	132	22	1	89	33	145
前年比	-4	+2	+2	-5	+4	+3

2 男女別・年齢別比率

区分	男性					比率	女性					比率	男女計	
	死者	不明	負傷	無救	計		死者	不明	負傷	無救	計		人数	比率
19歳以下			2	2	4	22人 23.7%				3	3	6人 10.9%	7	28人 18.9%
20代			6	5	11				1		1		12	
30代	1		4	2	7				1	1	2		9	
40代		1	8	1	10	71人 76.3%	3		6	1	10	49人 89.1%	20	120人 81.1%
50代	5		10	10	25		2	1	15	2	20		45	
60代	9		15	5	29		3		12	2	17		46	
70歳以上	1	1	3	2	7				1	1	2		9	
計	16	2	48	27	93	100.0%	8	1	36	10	55	100.0%	148	100.0%
比率	62.8%						37.2%						100.0%	

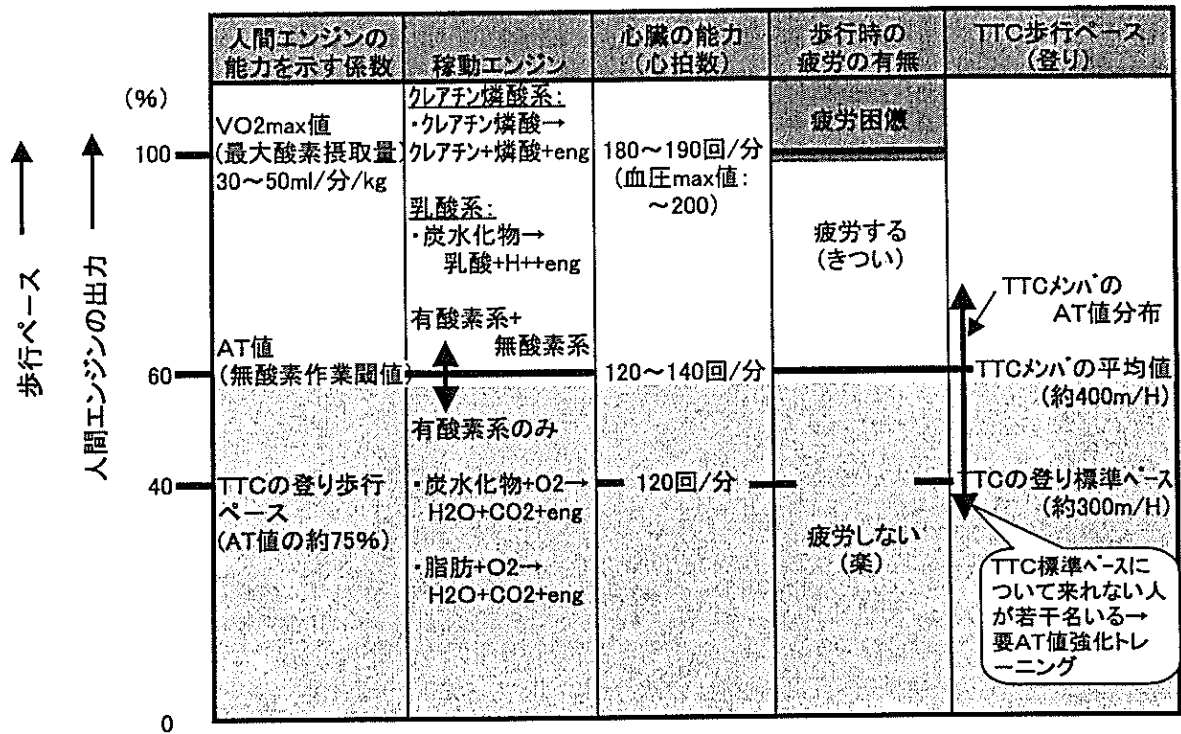
3 原因別発生状況

区分	件数	件数比率	死亡	行方不明	負傷者	無事救出	遭難者計
転・滑落	81	63.3%	14		68	3	85
病気	14	10.9%	2			12	14
道迷い	5	3.9%				7	7
落石	5	3.9%	2		3		5
雪崩	0	0.0%					0
落雷	1	0.8%	1		4		5
疲労・凍死傷	6	4.7%				6	6
不明・他	16	12.5%	5	3	9	9	26
計	128	100.0%	24	3	84	37	148

4 山域別発生状況

区分	件数	件数比率	死亡	行方不明	負傷者	無事救出	遭難者計	
北ア	槍穂高	35	27.3%	5	1	27	4	37
	後立山	34	26.6%	7		20	18	45
	その他	17	13.3%	2		11	4	17
	小計	86	67.2%	14	1	58	26	99
中央アルプス	7	5.5%	4	1	2		7	
南アルプス	3	2.3%	1		5	1	7	
八ヶ岳連峰	12	9.4%	2		6	5	13	
戸隠連峰	3	2.3%	1		2		3	
御岳山	6	4.7%			6	1	7	
その他の山岳	11	8.6%	2	1	5	4	12	
計	128	100.0%	24	3	84	37	148	

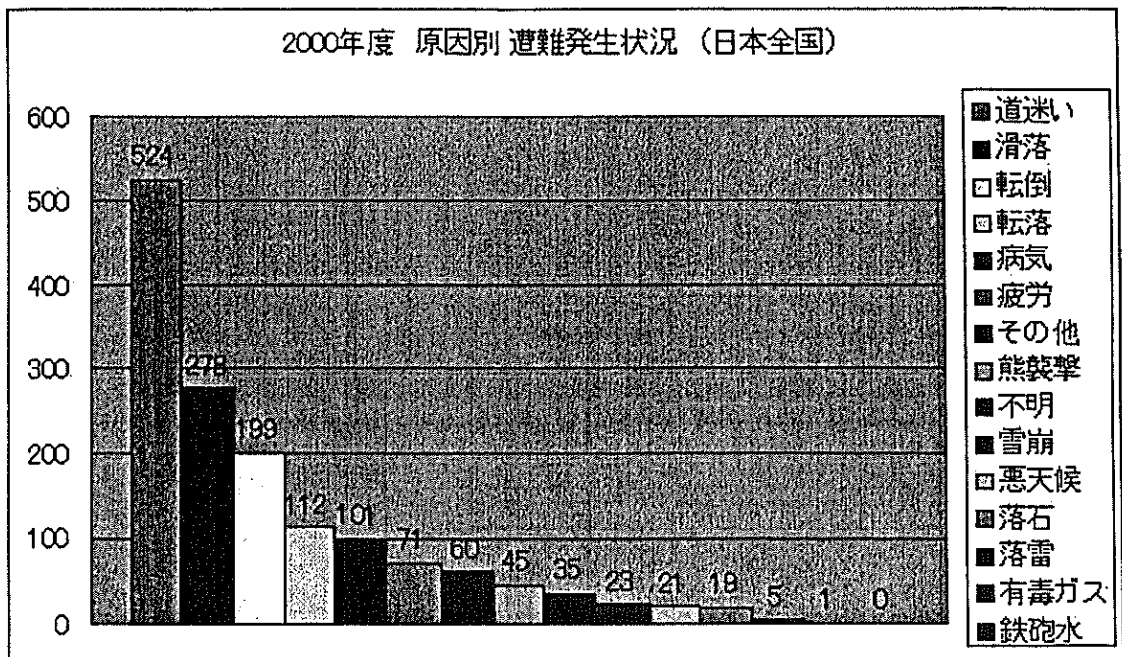
付図 人間エンジンの仕組み・能力と疲労しないで歩ける歩行ペース



(注) 数値には個人差、年齢差、性別差があるので代表値を記載した。

日本全国の平均事故データ

屋久島のデータの前に、日本全国ではどのようになっているのかを見てみましょう。
2000年度の総発生件数は1494件と、1日に4件のペースで発生しています。
また、全体のうち、35%が道迷いになっています。



データ: 警察庁生活安全局地域課「平成12年中における山岳遭難発生状況について」
グラフ: リアルウェブ作成