

第8章 登山の運動生理学とトレーニング

登山という長時間の運動をしたときに、身体にどのような負担がかかるのかを事前に予測し、普段からそれに耐えられるだけの体力トレーニング（筋力や持久力など）を行う。そして山では、身体にかかる負担を最小限にするような行動適応（疲労しにくい歩行ペース、エネルギーや水分の補給など）を行う。目標とするコースによって身体にかかる負担の内容や程度は大きく異なる。また、それを体験する生徒の身体能力にも個人差があるので、両者の関係を十分に考慮して対策を立てることが必要になる。

1 運動生理学を学ぶ意義

登山とは、荷物を背負って坂道を上り下りする、長時間あるいは何日も歩く、自然環境の中で運動や生活が行われる、といった特徴を持つ。筋(特に脚と体幹)、心臓、肺などには大きな負担がかかる。エネルギーや水分の消費量も通常のスポーツに比べて大きい。

このような運動を安全かつ快適に行うためには、運動生理学に関する知識が必要になる。ファーストエイドや医学の知識は事故が起こった時に必要だが、運動生理学の知識は疲労や身体トラブルを防ぐために必要で、事故の防止にもつながる。また、気象や読図の知識が山側の問題を考えるのに対して、運動生理学では人間側の問題を考える。

体力学、トレーニング学、スポーツ栄養学といった、運動生理学とは姉妹関係にある分野の知識も必要である。体力学は登山に必要な筋力や持久力の特性について考える。トレーニング学ではそれらを改善する方法について考える。スポーツ栄養学は、エネルギーや水分の補給についての知識を提供してくれる。これらの諸分野を総合してスポーツ科学と呼んでいる。

▶指導のポイント

運動生理学の知識は、事故を未然に防ぐ上で重要である。

2 登山中のヒヤリハット

表1は、全国の高校山岳部の指導者（顧問等）と生徒とを対象に、登山中のヒヤリハット体験を尋ねた結果である。人間側の要因に着目すると、指導者（顧問等）・生徒ともに多くあげているのは「体調不良」「危ない転び方」「疲労」の三つである。これらは山という環境や、登山という運動に不慣れな者が起こしやすいが、その要因をさらに考えてみると、体力や技術が不十分なことや、身体の性質を無視した行動をすることで起こっている場合が多い。

たとえば「疲労」の要因を考えてみると、①基礎体力が低すぎる、②体力は低くないが歩行技術が拙い、

表1 高校生山岳部員のヒヤリハットの状況

(山本ら, 2015)

人間側の要因に関わるものについては、基礎体力の不足や、現地での行動適応の不適切さから起こる場合が多い。

(参考文献2のp.137を参照)

ヒヤリハットの内容		指導者（顧問等）から見て	生徒から見て
人間側の要因	体調不良	51%	23%
	危ない転び方	38%	23%
	疲労	38%	35%
	高山病	24%	7%
	転落や滑落	20%	12%
	熱中症	20%	6%
	道迷い	19%	13%
	ケガ	14%	4%
	低体温症	8%	2%
	その他の病気	2%	1%
	その他	6%	5%
自然側の要因	暴風雨	38%	42%
	落雷	20%	14%
	野生動物	17%	11%
	落石	12%	10%
	暴風雪	9%	7%
	雪崩	0%	0%
	その他	2%	2%

③体力はあるが無理な速さで歩いている、④エネルギーや水分を適切に補給していない、⑤環境の影響（暑さ、寒さ、雨、高度など）を無視した行動をしている、など様々なケースが考えられる。①は基礎体力の問題、②は歩行技術の問題、③は歩行戦術の問題といえる。④と⑤は身体を守るための登山技術と位置づけられるが、スポーツ科学の用語ではこのような行為を「行動適応」と呼ぶ。

山で身体を順調に動かすためには、これらの要因を総合的に考える必要がある。パーティの中で疲労しやすい生徒がいた場合、指導者（顧問等）は①～⑤のどれが関係しているのかを見きわめ、問題となる点を改善する指導を行う。その際、自身の経験だけに頼るのではなく、本稿で述べるような科学的な視点に立った判断も併用することが必要である。

▶指導のポイント

安全な登山は、体力、技術、戦術、行動適応などの観点から総合的に考える必要がある。

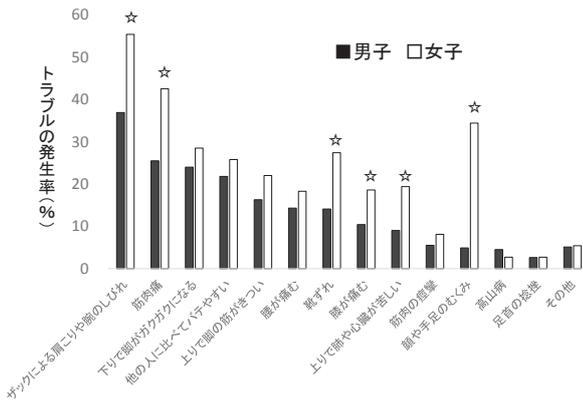


図1 高校生山岳部員の登山中の身体トラブル

(山本ら, 2015)

男女とも、筋力の不足によるトラブルが多い (☆は統計的に見て女子に多いトラブル)。(参考文献 1 の p.393 を参照)

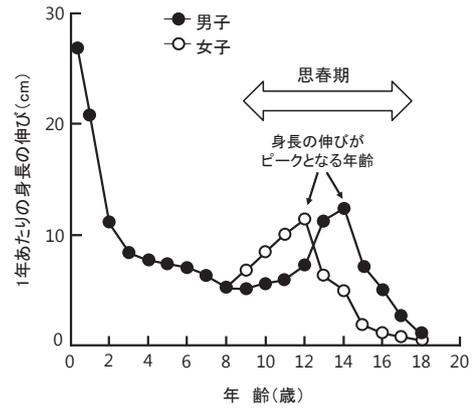


図2 子どもの成長のしかた

(Wilmore ら, 2008 に加筆)

思春期には身長が大きく伸びるが、伸びが加速する時期には男女差がある。なお、このグラフは平均的な傾向を示すもので、個人差も非常に大きい。(参考文献 1 の p.387 を参照)

3 登山中の身体トラブル

図1は、高校生の山岳部員に、夏山合宿など数日間のハードな登山をした時に起こりやすい身体トラブルを尋ねた結果である。このうちで、「ザックによる肩こりや腕のしびれ」「筋肉痛」「下りで脚がガクガクになる」「上りで脚の筋がきつい」「腰が痛む」「膝が痛む」「筋肉の痙攣」には筋力の不足が関係している。また「上りで心臓や肺が苦しい」には心肺能力の不足が、「他の人に比べてバテやすい」には両者がともに関係している。

この図から、高校生の場合、ハードな登山に見合うだけの筋力や心肺能力が十分発達していないために、トラブルを起こしている者が多いことが窺える。本番の山に出かける前に、日常でのトレーニングを励行するとともに、トレーニングとしての山行も積んで、段階的に体力を強化しておく必要がある。

「下りで脚がガクガクになる」は、表1に示した「危ない転び方」の引き金ともなるので、危険度の高いトラブルである。これは太ももの前面にある大腿四頭筋の筋力が弱いと起こりやすい。上手な歩行技術を指導することとあわせて、普段からこの部分の筋力トレーニングをしておくことが必要である。

男女別に見ると、女子の方がトラブル発生率が高い。女子では男子よりも一般的に体力が低いが、そのような状況で男子と同じ重さのザックを背負ったり、男子と同等のペースで歩いたりすることがトラブルを多くしている要因と考えられる。

▶指導のポイント

表1や図1に示したヒヤリハットやトラブルの要因を、体力・技術・戦術・行動適応の観点で考えるとともに、それを防ぐための対策も考えてみよう。

4 高校生の身体特性

高校生期は思春期の後半にあたり、発育の途上にある者が多い。図2は、各年齢での1年間あたりの身長伸び率を男女別に示したものである。伸び率がピークとなるのは、女子が12歳頃、男子が14歳頃で、平均的に見れば、女子の発育の方が早く始まり、早く終わる。ただし個人差も著しい。それらの結果として、高校生期には体格・体力の大きく異なる生徒が混在していることに注意する。

6～8時間程度の登山で、余裕を持って背負えるザックの重さを調査したところ、男子の1年生では平均13kg、2年生で14kg、3年生で16kg、女子については1年生10kg、2年生13kg、3年生13kgだった。ただしこれらは平均値であり、個人差も非常に大きい。男女や学年によらず、余裕を持って背負える重さが5kg以下と答えた生徒がいる一方で、20kg以上を余裕を持って背負えると答えた生徒もいた。

一般的に、筋力が未発達でやせている生徒では「ザック負け」「他の人よりもバテやすい」「上りで脚の筋がきつい」「筋肉の痙攣」「足首の捻挫」といったトラブルが多い。このような生徒には、普段から筋力トレーニングの指導をする一方で、本番の登山ではザックを軽くするなどの配慮も必要である。

一方、肥満傾向の生徒では「他の人よりもバテやすい」「上りで脚の筋がきつい」などのトラブルが多い。また熱中症も起こしやすい。このような生徒に対しては、減量の指導や、本番ではゆっくり上るなどの配慮が必要である。

▶指導のポイント

高校生は発育の途上にあり、体格や体力が大きく異なる生徒が混在している。平均値として見た学年差や男女差だけではなく、個人差にも注意を向ける必要がある。

5 登山に必要な体力レベル

登山は基本的には歩く運動なので、特殊な体力や運動能力は必要とせず、スポーツが苦手という生徒でも取り組みやすい。しかし一方では、荷物を背負う、坂道を上り下りする、不整地面を歩く、長時間歩くといった性質があるため、一定水準の筋力や持久力は必須である。また医療機関から隔たった場所で行うことから、十分な体力を身に付け、余裕を持って行動できるようにしておく必要がある。

表2は、様々な登山の「上り」で身体にかかる負担度を、メッツという単位を用いて表し、下界で行うスポーツや生活活動と対比させたものである。ハイキング（起伏の緩いコースをゆっくり上る）では約6メッツ、無雪期の一般的な登山の上りでは約7メッツ、バリエーション登山（岩山、雪山、沢登り、藪漕ぎなど）では8メッツ程度の体力が必要である。

高校生が行う一般的な登山（上り）での運動強度は7～8メッツと考えておくとよい。無雪期の整備された登山道を、標準的なタイムで歩く日帰り登山であれば、おおよそ7メッツの体力が必要である。また合宿のように荷物が重い場合や、バリエーション登山の場合には運動強度が上がり、8メッツ程度の体力が必要となる。

下界での運動に置きかえると、7メッツの運動は

表2 メッツから見た登山と日常的な運動・活動との関係

(Ainsworthら, 2000の資料をもとに作成)
メッツとは安静時の何倍のエネルギーを使うかを表す単位で、運動の強度を表す。左側に示した登山関係のメッツ値は「上り」での値を意味する（下りでは3～4メッツとなる）。

(参考文献1のp.67を参照)

運動の強さ	スポーツ・運動・生活活動の種類
1メッツ台	寝る, 座る, 立つ, デスクワーク, 車に乗る
2メッツ台	ゆっくり歩く, 立ち仕事, ストレッチング, ヨガ, キャッチボール
3メッツ台	普通～やや速く歩く, 階段を下りる, 掃除, 軽い筋力トレーニング
4メッツ台	早歩き, 水中運動, バドミントン, ゴルフ, 庭仕事
5メッツ台	かなり速く歩く, 野球, ソフトボール, 子供と遊ぶ
ハイキング→ 無雪期の縦走→	6メッツ台 ジョギングと歩行の組み合わせ, バスケケットボール, ゆっくり泳ぐ
バリエーション登山→	7メッツ台 ジョギング, サッカー, テニス, スケート, スキー
	8メッツ台 ランニング (分速130m), サイクリング (時速20km), 水泳 (中速)
	9メッツ台 荷物を上の階に運ぶ
	10メッツ台 ランニング (分速160m), 柔道, 空手, ラグビー
ロッククライミング→	11メッツ以上 速く泳ぐ, 階段を駆け上がる

ジョギングに、8メッツの運動はランニングに相当する（表2）。したがって6時間の登山をすることは、6時間のジョギングやランニングをすることと同じ負担であると認識し、そのような運動を余裕を持ってこなせる体力を養成しておく必要がある。

パーティ内に体力不足の生徒がいた場合、歩行速度を落とし、コースタイムの1.2～1.5倍程度の時間をかけて上れば、運動強度を5～6メッツにすることも可能である。しかし、その分だけ行動時間は長くなるので、悪天候などの非常事態に対する潜在的なリスクが増す。したがって行ける山も制限されることになる。

▶指導のポイント

高校生が行う登山の場合、7～8メッツの運動を余裕を持って何時間も行える体力が必要である。

6 登山中に起こる疲労とその対策

登山中に起こる疲労の要因は一種類ではなく、以下に示すように多様なものがある。したがって防止策はそれぞれ異なる。また疲労が起こった際の対処法もそれぞれ異なる。

(1) 上りで起こる疲労

登高ペースを徐々に速くする、つまり運動強度を徐々に大きくしていった時に、ある一定の強度（乳酸閾値）を超えると、運動を行っている脚の筋などで急激に乳酸が発生し、疲労を引き起こす。したがってパーティで歩く際には、乳酸閾値が最も低い人のペースに合わせる必要がある。

各人の乳酸閾値は、図3に示すような運動中に感じる「きつさ」からある程度判断できる。「ややきつい」

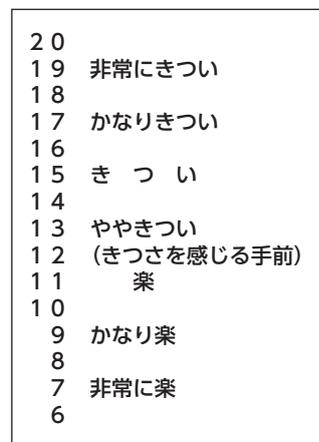


図3 主観的運動強度

(小野寺と宮下, 1976を一部改変)

運動中に主観的に感じる「きつさ」を、言語と6～20の数値で尺度化している。各人にとって12(きつさを感じる手前)のところ、疲労しないで何時間でも歩ける速度である。

(参考文献1のp.89を参照)

と感じる速度が乳酸閾値に相当するので、その手前の速度で歩くと疲労せずに長時間歩ける。心拍数を指標とする場合には、各人の最高心拍数の75%付近の速度で歩くとよい。最高心拍数は $208 - (0.7 \times \text{年齢})$ という式で求める。

(2) 下りで起こる疲労

下りでは、上りとは性質の異なる疲労が起こる。下りでは、脚の筋が引き伸ばされながら筋力を発揮するため（伸張性収縮）、筋の細胞が損傷し、筋力の低下や筋肉痛が起こる。また、段差の大きな下りでは大きな着地衝撃力を受け、筋を疲労させる。「下りで脚がガクガクになる」というのは、それらが原因で起こる典型的な症状である。現場では、歩幅を狭めて下ることや、ストックを使うことで対処する。また普段から、脚筋力を強化するトレーニングや、実際の山で下るトレーニングを積んでおくことも重要である。

(3) エネルギー・水分の不足による疲労

登山は他のスポーツに比べて運動時間が非常に長いので、エネルギー消費量も脱水量も大きくなる。消費量に見合った量を行動中に補給しないと、表3に示すような様々な疲労やトラブルが起こる。それぞれの補給量の計算方法については次節で述べる。

(4) 暑さ・寒さによる疲労

体温が上昇しすぎても低下しすぎても疲労が起こり、対処を怠ると熱中症や低体温症を引き起こす。衣類の着脱により体温調節をすることはもとよりだが、暑い時には積極的に水分を補給する、歩行ペースを落

とす、頻繁に休憩する、などの行動適応を行う。寒い時には、濡れを防ぎ、エネルギー補給に気を配る。暑さや寒さから身体を守るためには、体力の優劣よりも、このような行動適応のよしあしの方がより重要となる。

(5) 低酸素による疲労

高度が上昇するほど酸素の量（酸素分圧）が低下するので、疲労しやすくなる。また2,000mを超えると急性高山病（高山病）にもかかりやすくなる。表4は高山病との関連から高度を分類したものである。人間の身体には個人差があるため、絶対的な基準を示すものではないが、おおよその目安として1,500～2,500mを準高所、2,500～3,500mを高所、3,500m以上を高所と呼んでいる。

低酸素による疲労や障害を軽減するには、1日目は準高所、2日目には高所、3日目に高高所というように、1日に1段階ずつ高度を上げていくのが原則である。しかし、富士山の五合目、立山の室堂、西穂高岳の千石平、木曾駒ヶ岳の千畳敷、乗鞍岳の畳平のように、2,000mを超える高度まで乗り物で一気に到達し、そこから行動を始めるコースもある。このような場合、

表4 人体への影響からみた高度の分類

(諸家の分類をもとに山本まとめ, 2016)
 おおよそ2,500m以上が「高所」と定義され、これ以上では誰にでも高山病が起こりうる。各区分の境界を示す高度は平均的な数字であり、個人差が大きいことにも注意する。
 (参考文献1のp.218を参照)

高度の分類	身体への反応
超高所 (5,800m以上)	高峰に登る登山者だけが訪れる高度。この高度に完全順応することはできず、滞在すれば高所衰退が起こる。高高所での順応がうまくいった人だけがこの領域に到達できるので、高山病の発症はむしろ少ない。しかしこのような人でも、急激に高度を上げたり激しい運動をしたりすると、肺水腫や脳浮腫など重症の高山病を起こす場合もある。
高高所 (3,500～5,800m)	ヒマラヤやアンデスなどで登山者やトレkkerがよく訪れる高度。安静時の動脈血酸素飽和度 (SpO ₂) は90%を下回る。高所登山の場合はこの高度にベースキャンプを置き、数週間にわたり滞在する。この高度に行く場合、徐々に身体を順応させていかないと非常に危険である。
高所 (2,500～3,500m)	下界からこの高度まで一日で上がると、高山病はしばしば起こる。多くの登山者・旅行者が訪れる高度でもあり、高山病の発症は目立って多い。肺水腫やそれによる死亡事故も起こる。高山病の程度は、日中に到達した最高高度ではなく、睡眠時の高度の影響を大きく受ける。
準高所 (1,500～2,500m)	安静時の動脈血酸素飽和度 (SpO ₂) は90%を下回らない。普通の人であれば、この高度では目立った高山病は現れない。しかし呼吸循環系に障害のある人や、普通の人でも体調が悪い時（風邪など）には発症することもある。2,000mを少し超える高度で肺水腫が起こった例もある。
低地 (1,500m以下)	普通の人には高所の影響は現れない

表3 エネルギーや水分が不足した時に起こるトラブル

(山本, 2016)
 疲労するだけにとどまらず、健康を害したり、事故につながるようなトラブルも数多く起こってくる。
 (参考文献1のp.120-126, 143-149を参照)

<p>エネルギー（特に炭水化物）が欠乏して起こる問題</p> <ul style="list-style-type: none"> 筋を活動させるエネルギーが不足して疲労が起こる 脳神経系の活動能力も低下して、バランス能力や敏捷性などが低下する 上と同じ理由で、思考力、判断力、意志力などの精神的な能力も低下する 熱産生の能力が低下して、低体温症にかかりやすくなる 炭水化物の代替エネルギーとして、筋や内臓のタンパク質が分解されてしまう 分解されたタンパク質から老廃物が多量に生じ、腎臓に負担をかける その結果として、むくみが生じることもある <p>水分が欠乏して起こる問題</p> <ul style="list-style-type: none"> 持久力や筋力が低下して、疲労しやすくなる 体温が上昇し、熱中症にかかりやすくなる 心拍数が上がり、心臓に負担をかける 血液の粘性が増して、心筋梗塞や脳梗塞などの引き金となる 脳や神経系の働きが低下し、認知能力などの精神的な能力が低下する 脱水の反動で水分を貯蓄するホルモンが分泌され、むくみの原因にもなる
--

高山病が起こるのはむしろ当然という心構えが必要である。

上記のような登山をする場合、現地での行動適応による対処が重要となる。たとえば、乗り物を降りた場所まで1時間ほど休憩をして、身体を慣らしてから行動を開始する。行動中には、酸素分圧の低下にあわせて登高ペースを落とす。また、身体への酸素の取り込み量を増やすために、行動中も休憩中も意識的に大きくゆっくり呼吸をすることを心がける。

▶指導のポイント

疲労を引き起こす要因には様々なものがあり、対策はそれぞれ異なる。疲労を防ぐためには、①普段のトレーニング、②現地での行動適応、という二つの観点から考える。

7 栄養—特にエネルギーと水分の補給

炭水化物（糖質）、脂肪（脂質）、タンパク質、ビタミン、ミネラルを五大栄養素と呼ぶ。炭水化物と脂肪は主としてエネルギー源として使われる。タンパク質は身体の構成成分となる。ビタミンやミネラルは身体の機能を調節する働きをしている。水は栄養素とは呼ばれていないが、生命維持に不可欠の物質である。

山でも下界と同様、これらを必要十分に補給すべきだが、登山という特性上いずれも不足しがちとなる。日帰り～数日程度の登山に限っていえば、不足の影響が最も深刻に現れるのはエネルギーと水なので、それらの補給を最優先して考える。

行動中のエネルギーと水分の消費量は、無雪期の整備された登山道を標準的なコースタイムで歩く場合、図4のような簡単な式で求めることができる。この全量を補給してもよいし、身体に貯蔵された分も多少は利用できるで、その7～8割程度を補給することにしてもよい。その際、朝食で摂った分は差し引いて考える。つまり行動中に補給すべき量とは、「図4の式で求めた値 × (0.7～1.0) - 朝食で摂取した量」となる。エネルギー補給は1～2時間に1回、水分補給

<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー消費量 (kcal) = 体重 (kg) × 行動時間 (h) × 5 ・脱水量 (ml) = 体重 (kg) × 行動時間 (h) × 5

図4 行動中のエネルギー消費量と脱水量を求める簡易式 (山本, 2016)

整備された登山道を軽装かつ標準的なコースタイムで歩く場合には、おおよその式が当てはまる。合宿登山など荷物が重い場合や、コースタイムより速く（遅く）歩く場合にはこの式が当てはまらなくなるので、図5の式を用いる。どちらの式も、コースが歩きやすく、気象条件もよい場合の、いわば下限値を示すものであり、これらの条件が悪い場合にはその程度に応じて値は増加する。(参考文献1のp.128, 155を参照)

は0.5～1時間に1回とする。

図4の脱水量を求める式については、春や秋のように、歩くと少し汗ばむような状況を基準としている。したがって、汗を多量にかく暑い時期であれば、5という係数を7～8に増やしたり、汗をほとんどかかない寒い時期であれば3～4に減らすなどの調節をする（エネルギー消費量については気温の影響はあまり受けない）。これらの数値には個人差もあるので、ここに述べた考え方を基本とした上で、各人で少しずつ微調整していく。

エネルギーを生み出すことのできる栄養素には炭水化物、脂肪、タンパク質の三つがあるが、炭水化物が最も重要である。炭水化物のうちでも、ごはん、パン、麺など（多糖類）は遅効性に優れ、砂糖やブドウ糖などの甘いもの（二糖類、単糖類）は即効性に優れる。多糖類は朝晩および行動中を問わず十分に補給しておき、行動中に疲労してきたときや、集中力を高めたいときには二糖類・単糖類を補給するとよい。

炭水化物以外の栄養素も山では不足しがちとなるが、ごく普通の食事（混合食）を摂っていれば、ある程度の補給はできる。このため数日間以下の登山で、炭水化物以外の栄養素が不足して深刻な身体トラブルが起こることは考えにくい。

▶指導のポイント

行動中のエネルギーと水分の消費量は、簡易な計算式を用いて推定できる。

8 登山コースの選び方—体力度と難易度によるグレーディングの活用

図4ではエネルギー消費量を求める簡易な式を示したが、図5はこれよりも汎用性の高い式である（登山のエネルギー方程式）。この式は、コースタイムよりも速く（遅く）歩く場合や、ザックが重い場合にも使える。なお図4の式も図5の式も、歩行条件がよい時

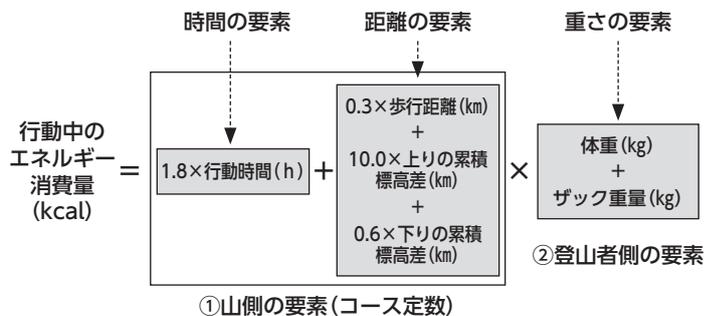


図5 行動中のエネルギー消費量を求める汎用式 (山本, 2016)

この式で求めた値 (kcal) を ml に読み換えれば、おおよその脱水量 (ml) も推定できる。(参考文献1のp.129を参照)

の値を示すものである。歩きにくい道（雪渓、岩場、藪なども含む）であったり、気象条件がよくない場合には、その程度に応じてエネルギー消費量は増加する。

図5の式では、行動中の消費エネルギーを①山側、②人間側の二要素に分け、両者の積により求める。②は人によって異なるが、①は各コースに固有の値といえるので、これを「コース定数」と呼ぶ。これは、当該コースを歩いたときのエネルギー消費量の大きさを、科学的な数値（係数）で表したものである。最近ではコース定数を表示したガイドブックも刊行されている。

従来のガイドブックでは「体力度」という表現で、初心者向け、一般向け、健脚向けなど3～5段階のランクづけをしていた。しかし区切りが大まかである上に、執筆者によってばらつきもある。コース定数を使うと、日帰りから3泊程度までの登山を、1～100程度の数値で表せるので、各人の体力に応じてきめ細かなコース選びができる。

現在、長野県など山岳県のホームページには、図6のような「山のグレーディング表」が掲載されている。縦軸を体力度、横軸を難易度として、主な登山コースをランクづけしているが、体力度の設定にはコース定

数が使われている。

横軸の方は、鎖場、岩場、雪渓、悪路などの技術的な難易度を表す。ただし、このような箇所を通過する際には運動強度も上がるので、より高い技術だけではなく、より高い体力も必要である。A、Bのコースを標準的なタイムで歩く場合、上りではおおよそ7メッツの体力を求められるのに対して、C、D、Eコースの難路の部分の上りでは8メッツ程度の体力が必要である。

初心者は、左下の欄にランクされたコースから登山を始めるようにする。そして同じランクのコースで何度か登山を行い、支障なく歩けるようになったら、一段階上あるいは一段階右のコースへと進む。このような手順を繰り返すことで、無理のないステップアップができる。

▶指導のポイント

コース定数や山のグレーディング表を活用することで、無理のないステップアップができる。

9 体カトレーニング

(1) 考え方

1週間のうちの何日間か、一定の時間を割いて運動をすることがトレーニングだと考える人が多い。しかしこの考え方は正しくない。また、登山に限らず全てのスポーツにおいて、これさえやっておけば万全、という体カトレーニングのメニューは存在しない。

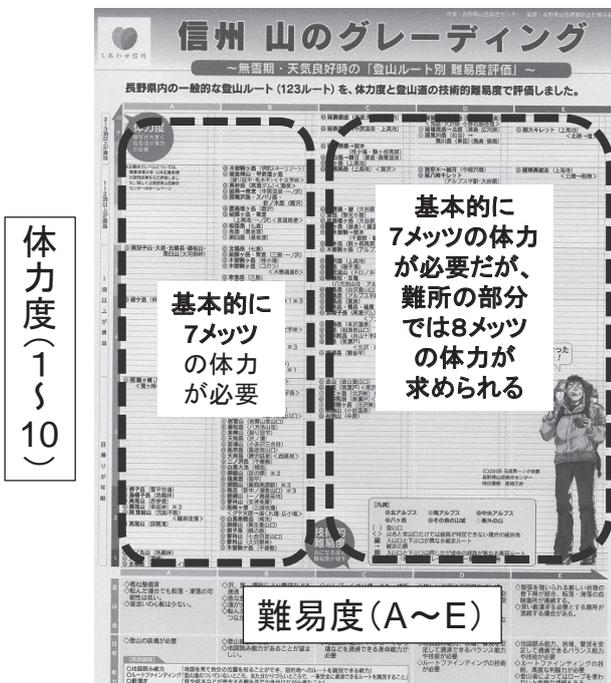


図6 山のグレーディング表

(長野県のホームページ <https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/.../gure-dexingu.html> より引用・加筆)

長野、岐阜、新潟、山梨、静岡、群馬、栃木、山形の各県のホームページに掲載されているほか、石鎚山や白山でも同様のグレーディングが行われている。体力度1はコース定数が1～10、体力度2はコース定数が11～20というように対応している。

(参考文献1のp.57, 674-675を参照)

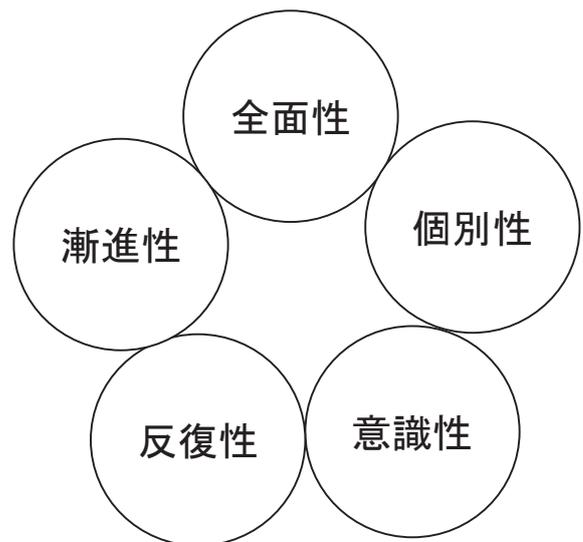


図7 トレーニングの原則 (浅見, 1985)

全面性とはオールラウンドな身体づくりをすること、漸進性とはトレーニングの量や質を徐々に増加させていくこと、個別性とは個人の体力特性に配慮すること、反復性とは適切な休養をはさんで疲労を回復させながら継続的に取り組むこと、意識性とはそのトレーニングがどのような身体能力を改善しようとしているのかを本人が自覚して行うことを言う。(参考文献4のp.19を参照)

体力トレーニングとは、本番での運動を支障なく遂行するために、現時点で足りない身体能力を改善することを言う。登山であれば、目的とする登山コースで身体が受ける負担の種類や程度を予測し、それに対応できる身体づくりを行うことがトレーニングである。本番をシミュレーションし、それに対する予行演習を積むこと、といってもよい。

目的とする登山コースは千差万別である。その上、そこに出かける生徒の体力レベルもまちまちである。したがってトレーニングの課題は一人一人が違うといっても過言ではない。言い換えると、表1に示したようなヒヤリハットや、図1に示した身体トラブルが個々の生徒に起こらないように、様々な角度から考えて準備をする行為をトレーニングというのである。

図7は、トレーニングの原則を示したものである。この原則からただちに具体的なメニューが導かれるわけではないが、各人がトレーニングを実行する過程で、この原則に沿って行われているかということは絶えず意識しておく必要がある。

(2) 事前の机上トレーニング

目標とする登山に向けて効果のあるトレーニングをするためには、まず机上トレーニングから始める。ここではその具体例として、白馬大雪渓を經由して1泊2日で白馬三山を縦走することを考えてみる。

表5は、このコースで身体にかかる様々な負荷を数値で示したものである。このような「体力カルテ」を作成してみると、行動時間が長い、1日の登下降距離が大きい、それを2日間連続で行わなければならないなど、強い体力が求められることが実感できる。

また、高度（低酸素）による負荷も厳しいことがわかる。高山に登る場合、1日目には準高所（1,500～2,500m）で泊まることが原則だと述べたが、このコー

表5 登山コースの体力カルテの例

(山と渓谷社のガイドブックをもとに作成)

目標とする登山コースを歩いた時に受ける負荷の種類やその程度を、具体的な数値で可視化する。このような「カルテ」を作った上で、現状で不足している体力や行動適応の能力を特定し、それを改善するためのトレーニング計画を立てる。

(参考文献1のp.427を参照)

白馬岳登山の負担度

- ・歩行時間：1日目に6時間、2日目に9時間程度
- ・歩行距離：1日目に7km、2日目に12km
- ・登下降量：1日目に1,730m上り、130m下る
2日目に545m上り、2,145m下る
- ・荷物の重さ：衣類や靴も含めて10kg程度
- ・運動を行う高度：1,200m～2,900m
- ・睡眠を行う高度：1日目に2,600m以上で宿泊する

スでは1日目に2,700m以上の「高所」に泊まらなければならないので、高山病対策も考えなければならない。

表5に示した本番の登山時の負荷に対して、現在の体力トレーニングで十分かを検討し、足りない部分を改善するための計画を立てる。たとえば、下界のトレーニングだけでは十分な登下降量を確保できないので、実際の山に出かけてトレーニング山行も積む。高山病対策としては、事前に準高所の山に出かけたり、そこで泊まることも考える。

一般のスポーツでは、①普段のトレーニング→②練習試合や記録会→③トレーニングの修正→④本番の試合、という流れで成功率を高めようとする。登山の場合も、①普段のトレーニング→②トレーニング山行→③トレーニングの修正→④本番の登山という流れで、本番の登山を成功に導くように努力する。

(3) 実際のトレーニング

高校生が行う登山はおおよそ7～8メッツの運動強度に相当するので、下界ではジョギングやランニングを行うと効果的である（表2）。ただし、走る運動は水平方向、登山は垂直方向への運動なので、使う筋はやや異なる。言い換えると、走る運動は心肺能力を鍛えるにはよいが、登山用の筋を鍛える上では十分とはいえない。

水泳も、心肺能力の改善にはよいが、筋力を鍛える効果は小さい。そこで、ランニングや水泳を行う場合には、筋力トレーニングも並行して行うようにする。このように、いくつかのトレーニングを組み合わせることによって、各々の欠点が補われ、長所を生かすことができる。

合宿のように重荷を背負う場合には、全身に強い筋力が要求されるので、筋力トレーニングの必要性はさらに高くなる。実際、高校生の身体トラブルを見ると、筋力不足によるものが多い（図1）。登山にとって特に重要となるのは、脚の筋（大腿四頭筋など）や体幹の筋（腹筋群、背筋群など）である。前者はスクワット運動、後者は上体起こし運動や体幹運動などで強化する。数種類の運動を組み合わせ、休息時間を短くして連続的に行うサーキットトレーニングは、筋力と持久力を同時に強化できる。

登山に必要な筋力と心肺能力とを同時に鍛えるという意味で、近郊の低山でのトレーニングは効果的である。その際、本番のハードな登山で身体にどのような負荷がかかるのかを意識して負荷をかける。例えば荷物を本番の登山と同じ重さにして歩いたり、荷物が軽い場合は標準タイムよりも速く歩くなどの工夫をする（急激に高い負荷をかけるのは危険なので徐々に負荷を上げるようにする）。低山でのトレーニング時には、

エネルギーや水分補給の練習も行えるので、様々な意味で実戦的である。

登山は他のスポーツと比べて、運動のスピードが遅く、身体の動きも単調なので、登山だけをしていてもオールラウンドな体力や運動能力は身に付かない。登山中に転びかけた場合などには敏捷性や瞬発力も必要なので、球技スポーツのように多様な動きを素早く行う運動もトレーニングに取り入れるとよい。

著者らは最近、登山中の身のこなしを改善するための「登山体操」を考案した(文献7)。ラジオ体操と同じ3分間でできる運動なので、日常のトレーニングや登山の前に準備体操として行うとよい。これに加えて、登山やトレーニングの前後には全身のストレッチも行う。

(4) 事後の机上トレーニング

登山後には、今回実行したトレーニングが実際の山でどの程度役立ったのか(あるいは役立たなかったのか)を振り返り、次の登山に向けての改善を考える。本番の登山が順調に遂行できることを目標にトレーニングを積んだはずなので、トラブルが出たとすれば、その部分のトレーニングが足りなかったことになる。

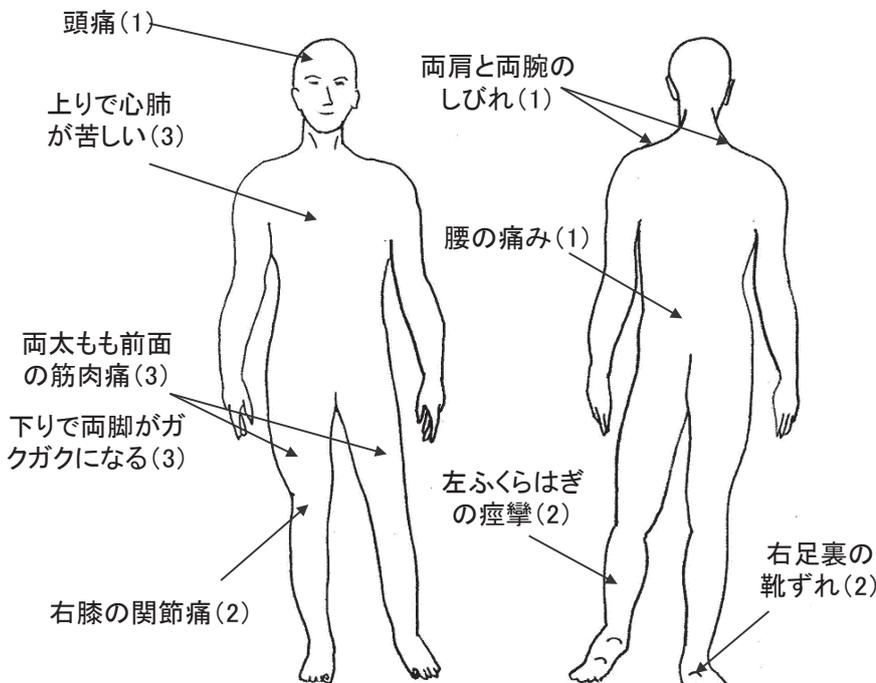
図8は、この振り返りを行うためのチェックシートである。表1や図1も参考にしつつ、一人一人の生徒

に記入させて、どのようなトラブルが起こったのかを可視化する。そして、なぜそのトラブルが起こったのか、トレーニングのどの部分が足りなかったのか、次の登山ではどうすればトラブルを防ぎうるのか、を考えさせて文字で記録を残す。

(1)～(4)で述べてきた、事前の机上トレーニング→実際のトレーニング→本番の登山→事後の机上トレーニングという流れは、PDCAサイクル(第2編1章参照)を行うことにほかならない。トレーニングとはそもそも、PDCAサイクルを繰り返し実行することに尽きると言ってもよい。その際に、図8のような可視化された資料を用いることで、その効果は著しく上がる。また、このような作業を生徒自身の手で行えるように指導することは、人間としての成長を促す上でも大きな意義がある。

▶指導のポイント

一律で万能なトレーニングメニューは存在しない。目的とする登山コースで身体が受ける負担を予測し、それに対処できる基礎体力や行動適応の能力を身に付ける行為が真の意味でのトレーニングである。



トラブルの程度 (1)少しあり, (2)あり, (3)非常にあり

<登山時のチェック項目>

きつさ、苦しさ、痛み、疲労、だるさ、痙攣、むくみ、など

<登山後の検討項目>

- 1)それぞれのトラブルはなぜ起こったのか?
- 2)事前のトレーニングや、登山中の行動適応で不足していたことは何か?
- 3)次の登山でトラブルを減らすにはどうすればよいのか?

図8 登山後の振り返りに用いるチェックシートの例

(山本, 2016)

()内の数値はトラブルの程度を表す。毎回の登山でこのような可視化されたデータを残し、それを用いてPDCAサイクルを行うことで、進歩が促進する。このシートは登山後ではなく、登山中に随時書かせる方が正確な状況を把握できる。

(参考文献1のp.432-436, 680を参照)

本章に関する練習問題

- ① 高校生の山岳部員に多い身体トラブルの中で、脚筋力の不足によって起こりやすいものを3つ選べ。
 (ア) 上りで心臓や肺が苦しい (イ) 下りで脚がガクガクになる (ウ) ザックによる肩こりや腕のしびれ
 (エ) 脚の筋肉の痙攣 (オ) 膝の痛み (カ) 腰の痛み
 (キ) 靴擦れ (ク) むくみ (ケ) 高山病
- ② 下りで脚がガクガクになりやすいと訴える生徒がいた場合、それを改善するためのトレーニングとして相対的に効果の高いものを3つ選べ。
 (ア) ウォーキング (イ) ランニング (ウ) 階段昇降
 (エ) 水泳 (オ) 近郊の低山を歩く (カ) 脚の筋力トレーニング
- ③ 高校生が行う登山は7～8メッツの運動強度で行われることが多い。下界でこの強度に対応するためのトレーニングを行う場合、強度不足で適さないものを3つ選べ。
 (ア) ウォーキング (イ) ジョギング (ウ) ランニング
 (エ) バドミントン (オ) 野球 (カ) サッカー
 (キ) ラグビー (ク) 柔道
- ④ 主観的運動強度は、疲労しにくい登高ペースを把握するのに役立つ。疲労せず、かつ効率よく歩くために最適な感覚を1つ選べ。
 (ア) 非常に楽 (イ) かなり楽 (ウ) きつさを感じる手前
 (エ) ややきつい (オ) きつい (カ) かなりきつい
- ⑤ 五大栄養素はいずれも生命維持のために重要だが、日帰り～数日間の登山において、不足しないよう特に注意を払わなければならないものを1つ選べ。
 (ア) 炭水化物 (イ) 脂肪 (ウ) タンパク質
 (エ) ビタミン (オ) ミネラル
- ⑥ 富士山に登る際、高度による障害が起こりやすい登り方を2つ選べ。
 (ア) バスで五合目まで行き日帰りで行く
 (イ) 五合目で1泊して翌日から登り始める
 (ウ) 五合目に到着したら1時間ほど休憩した後に登山を開始する
 (エ) 酸素を身体に多く取り込むためになるべく速く歩く
 (オ) 事前に2,000 m程度の山に出かけて順応トレーニングをしておく
- ⑦ ある日帰り登山コースの「コース定数」を求めたところ30だった。体重60kgの人が10kgの荷物を身につけてこのコースで登山をすると、どれだけのエネルギーを消費することになるか。正しいものを1つ選べ。
 (ア) 1,500kcal (イ) 1,800kcal (ウ) 2,100kcal
 (エ) 2,400kcal (オ) 2,700kcal

解答

① (イ) 下りで脚がガクガクになる (エ) 脚の筋肉の痙攣 (オ) 膝の痛み (ウ) 階段昇降 (イ) ジョギング (オ) 野球 (カ) サッカー (ア) 非常に楽 (イ) かなり楽 (ウ) きつさを感じる手前 (エ) ややきつい (オ) きつい (カ) かなりきつい (ア) 炭水化物 (イ) 脂肪 (ウ) タンパク質 (エ) ビタミン (オ) ミネラル

参考文献

1. 山本正嘉:登山の運動生理学とトレーニング学. 東京新聞, 東京, 2016.
2. 山本正嘉, 大西浩, 村越真:全国規模での高校生山岳部員の実態調査. 登山医学, 35: 134-141, 2015.
3. 山地啓司ほか編著:スポーツ・運動生理学概説. 明和出版, 東京, 2011.
4. 浅見俊雄:スポーツトレーニング. 朝倉書店, 東京, 1985.
5. 宮下充正編著:疲労と身体運動. 杏林書院, 東京, 2018.
6. 和唐正勝ほか:最新高等保健体育(改訂版), 大修館書店, 東京, 2018.
7. 山本正嘉, 笹子悠歩, 梶ちか子:登山中の身のこなしをよくするための「登山体操」の紹介. 登山研修, 34: 40-43, 2019.

本章は文献1を下敷きとして執筆した。紙幅の関係で、疲労の対策やトレーニングの方法などは大幅に割愛したので、詳細を知りたいときに参照して頂きたい。2～7は参考資料としてあげた。2は、2014年に全国の高校山岳部（指導者169名、生徒727名）を対象に実施したアンケート調査の結果で、現状を知る上で参考になる。3は運動生理学、4はトレーニング学、6は高校生向けの保健体育の教科書である。5は疲労について様々な角度から解説するとともに、体力トレーニングにも触れている。7の登山体操の動画は国立登山研修所のホームページから視聴できる。

(山本正嘉)