

## 2018年度 調査研究

### 高所登山のためのトレーニングと体調管理

#### シュエラプカンリ登山

長野県山岳総合センター 杉田浩康

今回の登山では、「国内で高所順応を獲得しておくことで、短期間で海外登山を行う方法を実践すること」を登山隊のコンセプトに加えた。高所順応の手法は、従来から行われている国内高峰登山に加えて、「登山の運動生理学とトレーニング学」で紹介されている低酸素トレーニングである。今では、小型で安価な低酸素空気発生装置が市販され、陸上競技などのアスリートの間では一般的に使われているようだが、登山者が使った事例は少ない。この方法は、これまで行われてきた富士山などに登って高所順応を獲得する方法に比べて、手軽で安全に高所順応を獲得できるとされている。

私たちは、「登山の運動生理学とトレーニング学」<sup>1)</sup>の著者で、自ら実践して登山した経験をお持ちの鹿屋体育大学教授、山本正嘉先生の指導を頂いて行った。

#### 【トレーニングの方針】

##### 1. できるだけ山に登る

- ① 月間登下降距離±3,000m を目指す
- ② 標高 2,000m 以上、できれば 2,500m 以上の山に登る
- ③ 標高 2,000m 以上、できれば 2,300m 以上で泊まる
- ④ 早く歩く、荷物を重くして登る
- ⑤ 筋トレも行う

※①、④、⑤は、基礎体力の強化、②、③は高所順応獲得が目的である。

##### 2. 低酸素トレーニングを行う

- ① 標高 4,000m 設定して、安静時に急性高山病 (AMS) の症状が出ない、SpO<sub>2</sub> が 80% を切らないことをめざす
- ② 標高 4,000m での仮眠・睡眠で AMS の症状が出ないことをめざす

#### 【登山トレーニング】

隊としての合同登山は、3月に乗鞍岳（標高 3,026m）で、5月に富士山（3,776m）で、それぞれ 1泊2日の雪上訓練と高所順応訓練をおこなった。それ以外は、各自のペースで登山を行った。6月から8月の登山前3ヶ月間に行った、標高 2,500m 以上での宿泊登山と、

表1 隊員の構成と高所登山経験

	性別	年齢	高所登山経験
隊員A	男性	73	1981:ガッシャーブルム I (7,000m) 1997:キズ(6,079m) 1999:マッキンリー(6,190m)
隊員B	女性	53	2014:キナバル(4,095m) 2015:太姑娘山(5,025m)
隊員C	男性	64	1981:カン・グルー(7,010m) 1993:ガンチェンポ(6,387m)
隊員D	男性	63	1990:ザンセルカンリ(6,450m)
隊員E	男性	61	2016:ダマバンド(5,610m)
隊員F	男性	66	1996:チョモラリ(7,326m) 2016:ガンガ(5,668m)
隊員G	男性	57	高所経験無し

表2 6月～8月の2,500m超登山回数

区分	隊員A	隊員B	隊員C	隊員D	隊員E	隊員F	隊員G	合計
宿泊	5(1)	14	3	1	4(1)	2	17	46(2)
日帰り	3(1)	2(1)	1	2(1)	6(3)	4(1)	6	24(7)
合計	8(2)	16(1)	4	3(1)	10(4)	6(1)	23	70(9)

( )内は、富士山の登山回数

日帰り登山の回数を表2に示す。括弧中の数字は、富士山頂での泊まり回数と、富士山への日帰り登山の回数である。隊員Bは、6月下旬から10日掛けて南アルプスの池口岳(2,392m)から三峰岳(2,999m)をテント泊での縦走を行った。隊員Gは、北アルプス南部遭対の涸沢常駐隊員として、7月中旬からほぼ1ヶ月涸沢(2,300m)や穂高の稜線に常駐した。

### 【低酸素トレーニング】

低酸素空気発生装置（以下発生装置）は、長野県山岳総合センター（以下山岳センター、大町市）に設置した。発生装置の諸元を表3に示す。空気中には気圧に関係なく、20.9%の酸素が含まれているが、この装置を使えば12.7%（3,962m相当）まで下げることができ、付属品の高所アダプターを付けると9.3%（6,325m相当）まで下げることができる。これは山岳センターの標高766mを加味すると、およそ4,760mと6,900mに相当する。運動器具としては、隊員が作った踏み台と、隊員から借用した家庭用トレッドミルを使った。記録式パルスオキシメータで、トレーニング中の酸素飽和度(SpO2)と脈拍を記録した。

表3 低酸素空気発生装置

メーカー	HYPOXICO社(米国)
輸入代理店	(株)ウィル
型式	エベレストサミットII
サイズ	H:670mm,W:370mm,D:510mm ※1
重量	25kg
電力	110V、4A ※2
酸素濃度	12.7%まで24段階に調整できる (高所アダプター装着で9.3%まで)
発生量	最大7,600リットル/時間 (9.3%の時は3,600リットル/時間)

※1 実測 ※2 110V昇圧トランスが付属



写真1 低酸素トレーニング装置一式

私たちはこの装置を使って、先ず高所テストで高所への適性を確認した後、運動と睡眠の2種類のトレーニングを行った。トレーニングの回数は、隊員の生活様式や、発生装置を設置した大町市と住んでいる場所との距離によって大きく異なり、使い始めた4月から8月末までの5ヶ月間で最多は32回、最少は1回だった。

## 1. 高所テスト

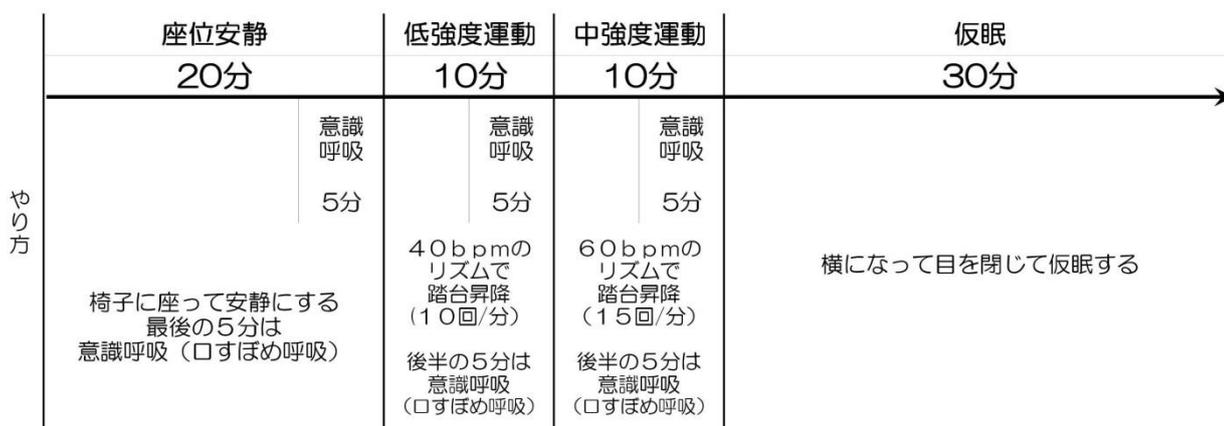


図1 高所テストのやり方<sup>2)</sup>

※踏台の高さは27cm

テストの目的は低酸素状態への適性をみるものである。発生装置を 4,000m 相当に設定し、専用マスクを付

けて呼吸しながら、図1のような手順をおこない、この間の SpO<sub>2</sub> と脈拍を記録する。表4の SpO<sub>2</sub> 値と比較すれば高所への適性に問題があるかどうか分かる

表4 高所テスト中のSpO<sub>2</sub>とPR<sup>2)</sup>

(1) 男性のSpO<sub>2</sub>とPR (n=84)

		安静時	低強度運動時	中程度運動時	仮眠時
SpO <sub>2</sub> (%)	通常呼吸	83.9±4.3	72.6±6.4	72.7±5.5	70.9±9.4
	口すぼめ呼吸	92.7±2.7	83.1±5.7	81.8±6.3	—
PR (bpm)	通常呼吸	75.5±10.6	97.7±11.5	100.9±14.8	73.1±9.6
	口すぼめ呼吸	71.9±10.2	94.2±11.0	96.9±15.5	—

(2) 女性のSpO<sub>2</sub>とPR (n=82)

		安静時	低強度運動時	中程度運動時	仮眠時
SpO <sub>2</sub> (%)	通常呼吸	83.0±4.6	70.3±7.0	70.3±6.7	67.8±10.4
	口すぼめ呼吸	92.8±3.1	80.9±6.3	79.6±6.6	—
PR (bpm)	通常呼吸	75.9±9.2	103.8±12.7	111.6±15.1	75.6±11.3
	口すぼめ呼吸	71.1±9.3	101.4±12.0	106.1±18.3	—

## 2. 高所運動

高所テストで問題なければ、各人のペースで、踏み台昇降やトレッドミルを使った斜面の歩行運動を行った。最初は各人がそれぞれのやり方で行っていたが、高度順応の進行具合を把握するには、同じ運動強度と時間で行うのが良いと考えて、7月からは図2に示したような内容に統一しておこなった。

	座位安静 10分	踏み台 10分	ウォーキング 10分	踏み台 10分	ウォーキング 10分	座位安静 10分
やり方	椅子に座って 安静にする	10回/分	時速1.5 km	15回/分	時速2.0 km	椅子に座って 安静にする
		登り・下り 194m/h 水平歩行 720m/h	登り 162m/h 水平歩行 1.5km/h	登り・下り 243m/h 水平歩行 900m/h	登り 216m/h 水平歩行 2.0km/h	

図2 統一した運動のやり方

### 3. 高所睡眠

高所テストと高所運動は、専用マスクをつけて呼吸したが、睡眠は専用の小型テントに低酸素空気を充満させてその中で寝る。睡眠時は、標高が低くても体に大きな低酸素負荷をかけることができる。しかも夜間に行えば時間のやりくりも効率的に行える。しかし山岳センターに設置した発生装置を使って睡眠トレーニングを行うには、山岳センターの講習や利用状況、職員の勤務などとの整合をとる必要があり、実際には限られた回数しか出来なかった。表5に6月から8月の登山前3ヶ月間に行った5,000m以上での運動と睡眠の回数を示した。

表5 6月～8月の5,000m超低酸素トレーニング回数

区分	隊員A	隊員B	隊員C	隊員D	隊員E	隊員F	隊員G	合計
睡眠	1		1	1	2			5
運動	1	8	10	6	2			27
合計	2	8	11	7	4			32

#### 【登山中の体調管理と登山の状況】

ラサ (3,650m) に入った翌日の4日朝から登

山を終えてラサに帰ってくる17日まで、朝起きた時と、寝る前のSpO<sub>2</sub>と脈拍、急性高山病自覚症状の数値(AMSスコア)などを、それぞれ記録してもらった。図3に、標高の変化と隊員のAMSスコア合計値の変化をグラフで示した。ラサに入った翌朝、何人かの隊員に頭痛の症状が現れたが、行動に支障が出るほどではなかった。シガツェ (3,800m) に移動して4,100mまでのミニトレッキングを行った。標高が4,850mまで上がったチンツーに泊まった翌朝は頭痛や不眠の症状があった。ほぼ同じ標高のBC (4,800m) に入り次の日5,250mまでの順応トレーニングを行った。11日にABC (5,400m) に入ると数値が上がる。前日には絶好調と記録してあった隊員Eは、この日から不調を感じ、12日の朝は尿量の減少を訴えた。何人かの隊員は11日の夜、ダイアモックスを服用した。12日にABCを出発して標高5,500mに差し掛かったところで隊員Eが不調を訴え、SpO<sub>2</sub>を測ると52%を示したのでこれ以上の登高は危険と判断して、ABCに戻した。他の隊員は約4時間かけて標高5,800mのC1に入った。13日は、夜中から朝方にかけて雪となり、止むのを待って10時に頂上に向けて出発、13時50分登頂 (6,310m) した後、C1に戻り撤収し17時ABCまで下山。ABCから上部の登るスピードは1時間で標高差100mほど、下りは200m弱である。

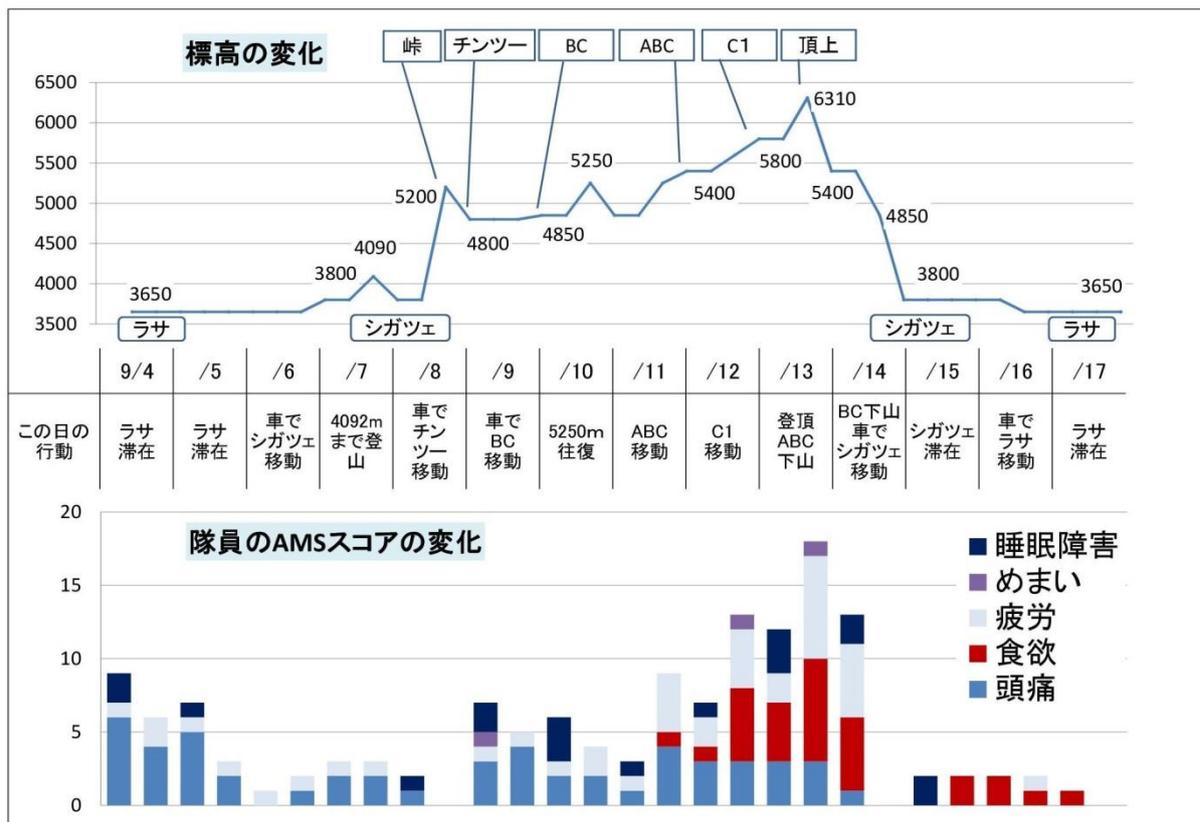


図3 標高に対応したAMSスコアの変化

### 【トレーニングの効果】

ラサに行っただけで高山病になるとか、4,000mラインに高所の壁があるなどといわれるが、私たちの隊は隊としての行動に支障は出なかった。ラサに入った翌日の朝（4日）、隊員7人のAMSスコア合計値は9だったが、チンツェ（4,800m）の夜（8日）ではゼロとなった。これは、国内で4,000mまでの順応が出来ていたために5,000mまでの順応がスムーズに進んだと考えられる。しかし5,000mを越えると体調を崩す隊員が出たり、登高スピードが落ちたりした。5,000mからは個人差が大きかったといえる。個人差が出た要因をトレーニング記録と個人のコメントから、考察してみる。

#### ◆登った隊員にプラスに働いたと考えられる要因

1. 標高5,000m以上の設定で低酸素トレーニングを多くやった・・・隊員B,C,D

隊員Cと隊員Dは、国内での登山回数はそれほど多くはないが、5,000m以上の低酸素トレーニングの回数は多い。隊員Dは、出発2週間前の8月中旬、標高4,400m～4,900mに設定して3夜連続で低酸素睡眠を行った翌日爺ヶ岳に登り、「これまでで一番楽に登れた」とコメントしている。

2. 標高2,500m以上の登山、宿泊を多くやった・・・隊員B,G

隊員Bは、過去のキリマンジャロやタークーニャン登山で、自分が高度にあまり強くないと感じていたため、低酸素トレーニングだけでなく、自宅に近い南アルプスや中央アルプスで宿泊

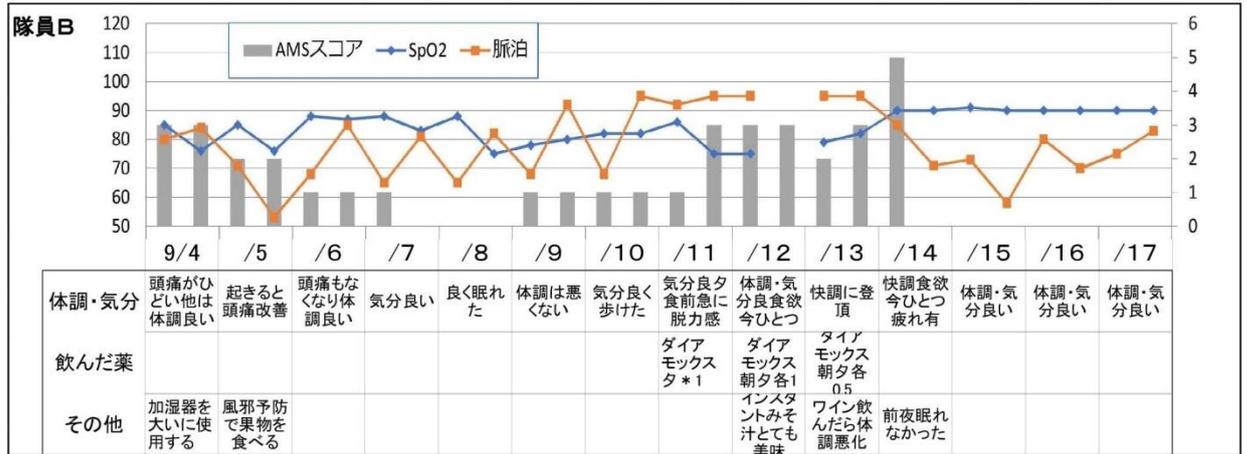


図4 登山中の体調 隊員B

を伴う登山を積極的に行った。図4は隊員Bの登山期間中の体調記録をまとめたものである。隊員Gは、日常的にバリエーション登山を行い、前述のように登山前の1ヶ月近くを、標高2,300mから3,000mの場所で過ごした。

### 3. 高度に強い体質で、経験もあった・・・隊員A,F

隊員Aは73歳だが、現役の遭難救助隊員で過去に何度もチベットやネパールの登山やトレッキングを経験している。隊員Fは過去に7,000m峰登山を経験し、自分は高所に強いと自信をもって参加した。登山の回数、低酸素トレーニングの回数は少なかったが、基礎体力が強く、高所やチベットの生活環境によく順応したと考えられる。

#### ◆登れなかった隊員にマイナスに働いたと考えられる要因

##### 1. 風土や環境への順応がうまくできなかった・・・隊員E

隊員Eは、登山の回数も低酸素トレーニングの回数も多い。BC(4,800m)では本人も「絶好調」と記録しているが、5,000mを越えた日に体調を崩しC1(5,800m)に上がることができなかった。本人は、「偏食が激しく、現地の食べ物が食べられなかった」とコメントしている。また

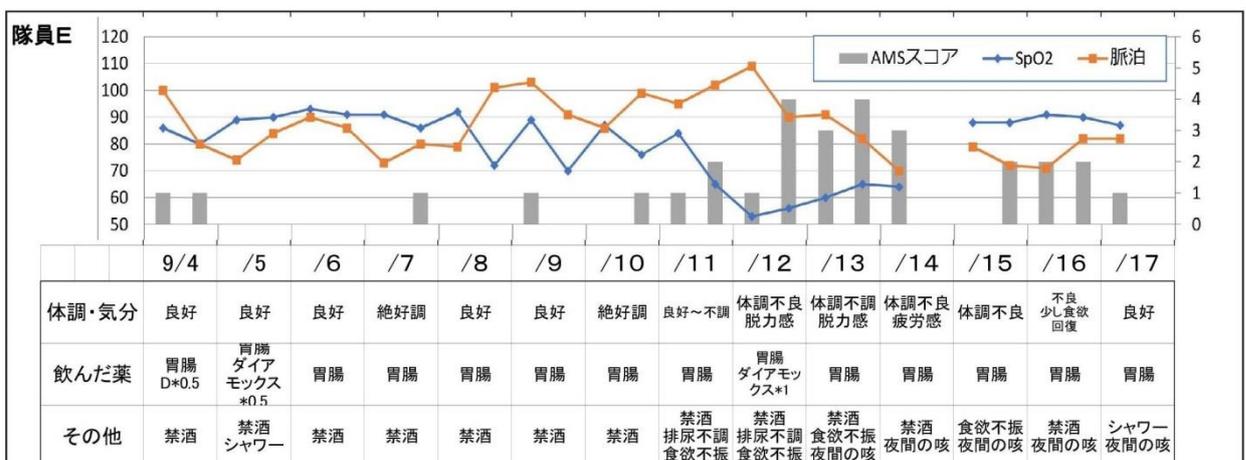


図5 登山中の体調 隊員E

雪山やテント泊の登山経験が少なかったことも、ストレスをためる要因になったかもしれない。  
図5は隊員Eの登山期間中の体調記録をまとめたものである。

### 【まとめ】

短期間で海外の高峰に登るトレーニングの手法として、従来から行われている富士山などの国内高峰に登ることに加えて、低酸素空気発生装置を使った低酸素トレーニングを実践した。ここで得られたことを整理してみる。

1. 国内で高所順応を獲得することは重要で、獲得する手法として低酸素トレーニングは有効である。私たちは長野県に住んでいて国内高峰登山と低酸素トレーニングの両方を行ったが、山が近くにない場所に住んでいる人や、プレモンスーンの登山で冬場に国内高峰登山が難しい場合には特に有効と考えられる。
2. しかし海外での高峰登山は、言葉や生活習慣の違う国で行うことなので、現地でストレス無くある程度の期間生活することが前提である。高所順応は必要だがそれだけでは不十分で、風土や環境に順応することが重要と言うことを痛切に感じた。
3. パルスオキシメータで、SpO<sub>2</sub> 値や脈拍を記録することは、体調管理に有効である。私たちは、各自が自分のパルスオキシメータを持って、国内でのトレーニングでも測定し、チベットに入った後は毎日測定し記録した。それだけでも自己管理はできるが、もう少し積極的に隊全体で管理すれば、より安全により成功率の高い登山を行うことができると考えられる。

低酸素空気発生装置の価格は付属品を含む一式で120万円程となり個人で用意するのは難しい。今回は、森山議雄副会長のご厚意で入手・活用することができた。ここに記して改めて感謝の意を表したい。この装置一式と我々の体験が協会員の中で共有され、将来の高所登山に行かされることを願っている。

### 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 2016
- 2). 安藤真由子ほか：低酸素環境に対する適性と行動適応能力を判別するための常圧低酸素室を用いた「高所テスト」の開発 登山医学 Vol. 34 : 107-115、2014

この文章は、「登山研修 Vol. 34-2019」（国立登山研修所発行）に寄稿した文章を基にこの報告書用に改変した