

# 高所登山のためのトレーニングと体調管理 シュエラブカソリ登山

杉 田 浩 康（長蔵協定30周年「シュエラブカソリ」登山隊）  
長野県山岳協会

長野県山岳協会は、中国西藏登山協会と友好兄弟協定を結んで30年になるのを記念して、チベットガソディセ山群のシュエラブカソリ（6,310m）に合同登山隊を派遣した（登山期間は2018年9月2日～24日）。その過程で実践した、トレーニングと体調管理について報告する。

協定を結んだ30年前は、チベット登山協会のメンバーが日本に来て登山技術を学び、日本側のメンバーがチベットの高峰に登山するという交流を毎年交互に行っていたが、チベット側メンバーの登山技術が向上し、反対に日本側のメンバーは高齢化が進んで、今ではリタイアした世代のトレッキングや、今回のように節目の年に記念登山をやることで落ち着いている。日本側には、高齢化だけでなく、現役の世代が海外遠征に必要な最低でも2～3週間の休暇を取りにくいという社会的事情もある。

こんな背景があって、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」<sup>1)</sup>で紹介されている低酸素トレーニングを行ってみることにした。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」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。

シュエラブカソリは、チベット第二の都市シガツェから北に120kmほど入ったところにある。外国人に対して未解放の地域にあるため未踏ではあるが、雪に覆われたなだらかな山容で、技術的な困難さはない。隊員は協会員から公募した。現役世代の為の手法を実践するというコンセプトを掲げたにもかかわらず、登山隊の構成は、表1のように、7人全員が50代以上の典型的な中高年登山隊となった。

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ченボ(6,387m)
隊員D	男性	63	1990:ザンセルカソリ(6,450m)
隊員E	男性	61	2016:ダマバンド(5,610m)
隊員F	男性	66	1996:チヨモラリ(7,326m) 2016:ガンガ(5,668m)
隊員G	男性	57	高所経験無し

## 1. 登山に関する調査研究

### 【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以上の宿泊登山と、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。

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

### 【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、長野県山岳協会が指定管理者として運営を担っている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。空气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）まで下げる事ができ、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（SpO<sub>2</sub>）と脈拍を記録した。

表3 低酸素空気発生装置

メーカー	HYPHOICO社（米国）
輸入代理店	株式会社エベレストサミット
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段階で調整できる (高所アダプター装着で9.3%)
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

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相當に設定し、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がわかる

## 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。

## 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

	座位安静 20分	低強度運動 10分	中強度運動 10分	仮眠 30分
やり方	意識呼吸 5分  椅子に座って安静にする 最後の5分は 意識呼吸(口すぼめ呼吸)	意識呼吸 5分  40bpmの リズムで 踏台昇降 (10回/分)	意識呼吸 5分  60bpmの リズムで 踏台昇降 (15回/分)	横になって目を閉じて仮眠する  ※踏台の高さは27cm

図1 高所テストのやり方<sup>2)</sup>

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	77.5±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	—

	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  登り・下り 194m/h 水平歩行 720m/h	時速1.5km  登り 162m/h 水平歩行 1.5km/h	15回/分  登り・下り 243m/h 水平歩行 900m/h	時速2.0km  登り 216m/h 水平歩行 2.0km/h	椅子に座って 安静にする

図2 統一した運動のやり方

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

## 1. 登山に関する調査研究

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つた。表5に6月から8月の登山前3ヶ月間に行った5,000m以上の運動と睡眠の回数を示した。

### 【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。

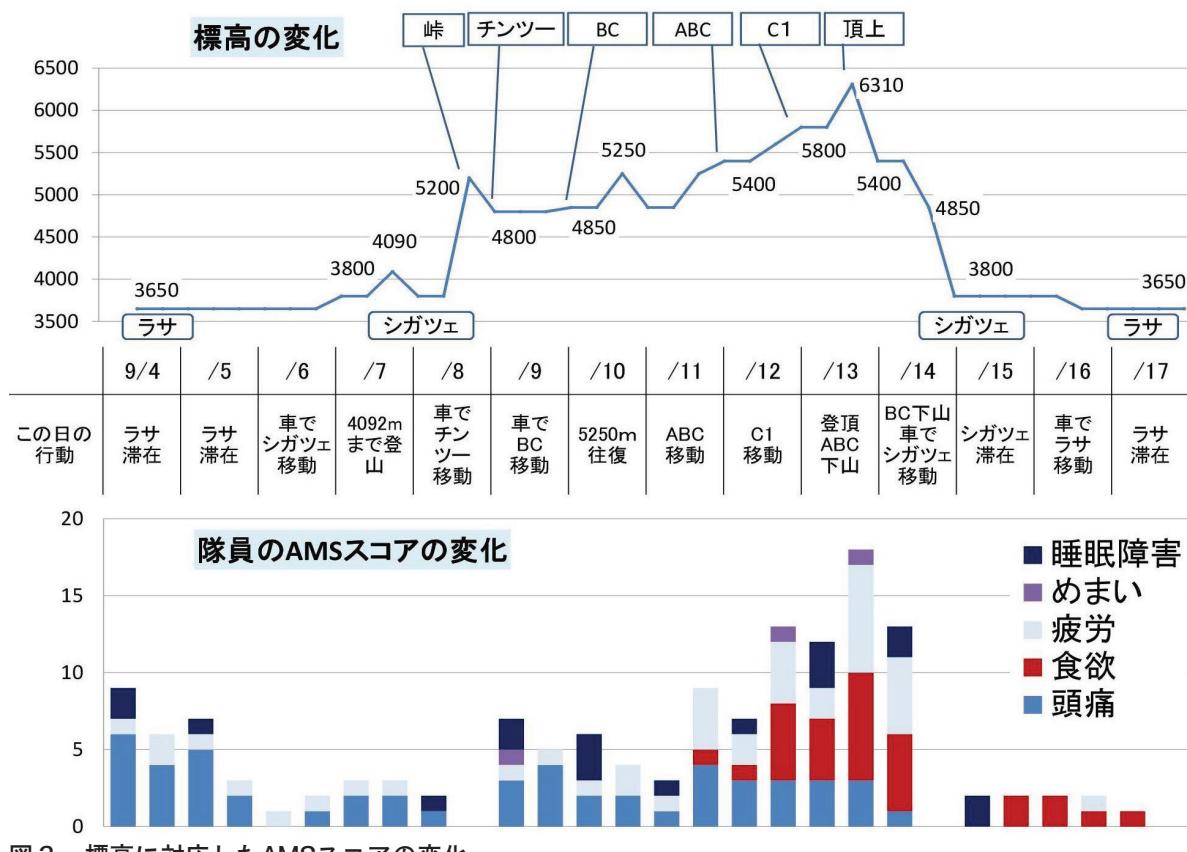


図3 標高に対応したAMSスコアの変化

## 【トレーニングの効果】

ラサに行つ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、チンツー（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ス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から上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が多い。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キーニヤン登山で、自分が高度にあまり強くないと感じていたので、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. 高度に強い体质で、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。

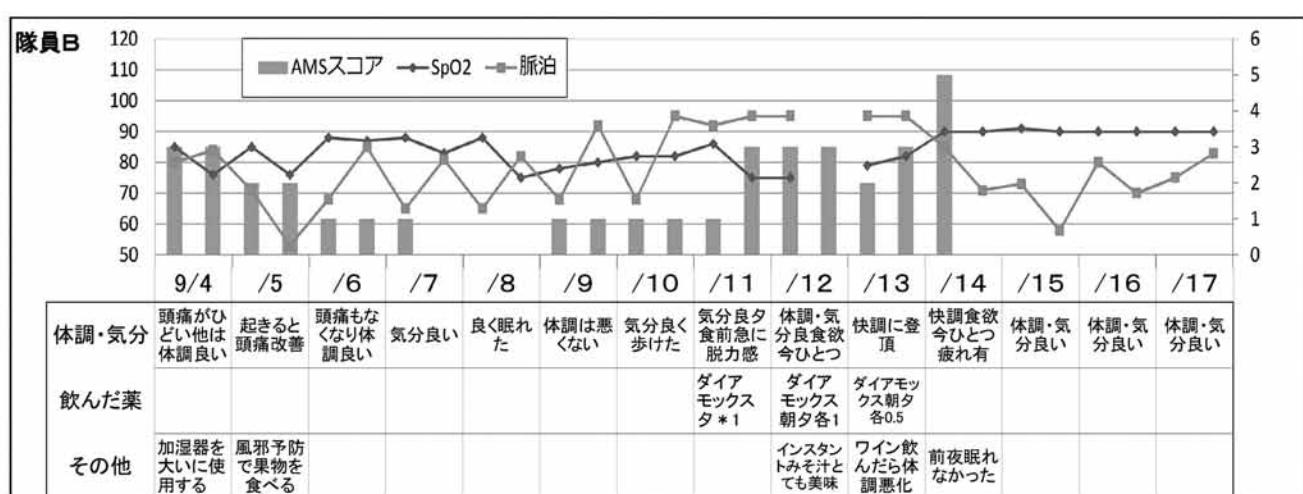


図4 登山中の体調 隊員B

## 1. 登山に関する調査研究

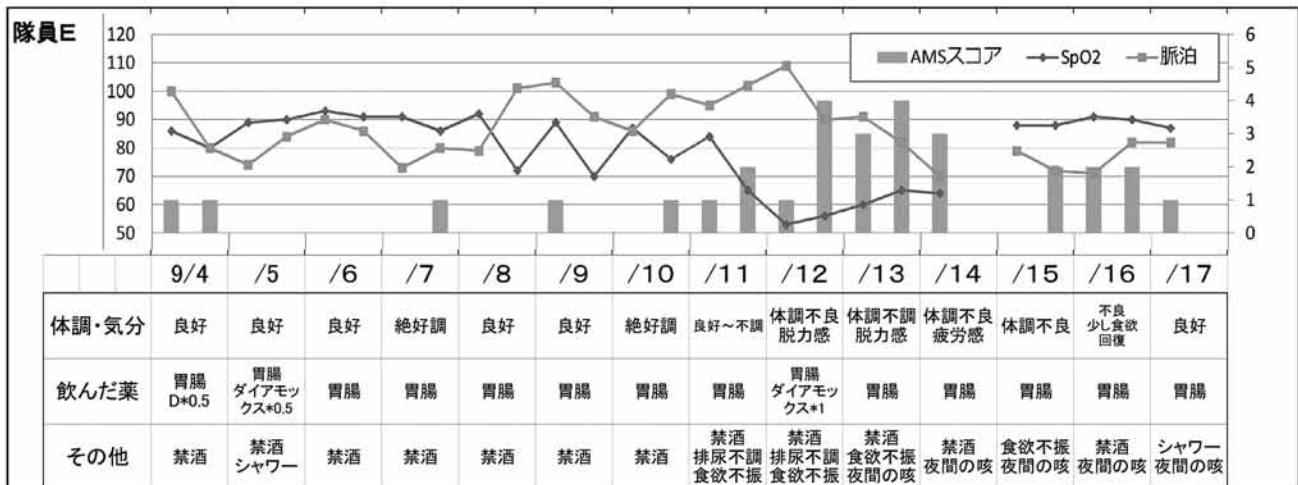


図5 登山中の体調 体調E

### ◆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つた

・・・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つた。本人は、「偏食が激しく、現地の食べ物が食べられなかつた」とコメントしている。また雪山やテント泊の登山経験が少なかつたことも、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つたが、山が近くにない場所に住んでいる人や、プレモンスター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。

- 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、高所順応だけでなく、現地でストレス無くある程度の期間生活する総合的な力が必要である。
- パルスオキシメータで、SpO2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一式で100万円程となり個人で所有するのは難しいが、山岳会や山岳協会などの組織で持つことはそれほど難しくない。長野県山岳協会では、今後協会員だけでなく広く利用してもらう環境を整えたいと考えている。

## 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
- 3) 山本正嘉：高所登山・トレッキングのための高所順化トレーニングマニュアル スポーツトレーニング科学 7 :7-15、2007
- 4) 山本正嘉：低酸素室を利用したトレーニング  
体育の科学Vol.62 No.10:791-797、2012
- 5) 長谷川他：長距離走選手を対象とした低強度かつ低頻度での低酸素トレーニングの効果 スポーツパフォーマンス研究3:31-48、2011