

## 2007年崑崙隊の高峰登攀時に於ける高所生理と登山活動

川久保忠通  
京都大学学士山岳会

## はじめに

2007年7月22日から8月19日にかけて、平均年齢62歳の熟年男性5名が中国新疆ウイグル自治区崑崙山系で登山活動を行った。通常の遠征の場合、登山の対象とする山は1座であり、その登頂に成功したらさっさと帰って来るものであるが、今回は5名の隊員のいずれかが登った山は3座に及んだ。それらは全て標高6000m以上でその内の2座は未踏峰、1座は第2登であり、5名の隊員中、3座全てを登った者が2名、2座が1名、1座が2名であった。これらの山に登るのには高度な技術は必要とせず天気も安定していた為、登頂の成功には日頃のトレーニングにより得られた体力と高所順応の2点に大きく依存した。登山活動の詳細は他の報告書<sup>1,2)</sup>に譲るとして、本論では各隊員の日頃のトレーニング、それによって得られた体力、高所に於ける高所生理（主に動脈血酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）と脈拍数）を紹介し、それらと各隊員の登山成果の3者の関連性を論じる。又、隊員中、高所での高所生理の測定値が最も劣っていた隊員（幸か不幸か筆者の事である）の場合を更に掘り下げて論じる。

登山を行った山が3座であり、それらの山は全て傾斜・雪の状況が似ている為、各山での各人のSpO<sub>2</sub>と登山活動の関連性を吟味する事により、中高年齢者が6000m級の山に登る場合に日頃の

トレーニングによって得られた体力と、高所登山時のSpO<sub>2</sub>とを素にしてその日の登山スピードを求める式と図を得る事が出来た。これらが広く参考にされてその有効性がチェックされれば有り難い事である。

尚、この小論に対して高所医学の権威である浅野勝己筑波大学名誉教授のコメントを頂いたので文末に掲載させて頂いた。

この小論が今後の高所登山を計画しておられる中高年齢者の方々の参考になれば幸いである。

## 事前の体力トレーニング状況

## 国内での事前の体力トレーニング状況

隊員の紹介と彼等の国内に於ける日常の体力トレーニング状況を表1にまとめた。但し、表中で「日常トレーニング」欄では今回の登山に向けての日常の体力トレーニングを紹介しており、「国内での登山」欄では「登山の為の最善のトレーニングは登山」という見地から低山の山行も含めて平均してどの程度の頻度で山に登っているかを紹介している。

今後の記述に於いては文章の簡略化の為だけではなく、個人の体力と高所生理の測定値を少ないながら統計上のサンプルとして扱うという意味で各人の姓名を使用せず略称を用いる事にする。

表1 隊員の役割と体力トレーニング状況

役割	氏名	略称	年齢	日常トレーニング	国内での登山
隊長	安仁屋 政武	A	62	往復28kmの通勤サイクリング*	半年間に4回程（テント泊）
副隊長	前田 栄三	M	63	月5回フィットネスクラブ*でトレーニング*	2ヶ月に1回程（テント泊）
登攀隊長	芝田 正樹	S	61	毎週末10kmジョギング*	2ヶ月に3回程（テント泊）
渉外	泉谷 洋光	I	63	特に無し	毎月1,2回程（日帰り）
記録	川久保 忠通	K	63	毎月80km程度のジョギング*	3週間に1回程（テント&日帰り）

### 崑崙山行に向けてのチームとしての体力トレーニングと各人の体力

隊員各自の体力トレーニング以外に、隊としてのチームワークをより強固なものにする意味からも5名全員で合同の山行を行った。全部で4回行い、その山行概略は表2の通りである<sup>3)</sup>。

### 崑崙山行半年前からの各隊員の高所経験

半年前からの高所経験は崑崙隊での高所順応に影響を及ぼす可能性があるため各隊員の高所経験を表3に示す。結果的にはK隊員を除いた隊員は表2に述べた4月末の富士山頂上でのテント泊だけであったが、K隊員はその他に3月末から2週間かけて滞在したヨーロッパアルプス（シャモニーからツェルマット周辺）の山スキーの経験（最高高度：4159m）も加わっている。

### 山行期間の行動と各隊員の高所生理行動と滞在地の最高標高

我々の中国滞在中の行動は主に登山基地の大紅柳灘（タイホウリユータン）に着く前、登山活動中、登山後の観光の3つに分けられる。詳細は他に譲る<sup>1,2)</sup>として表4にその概略を示す。

### 登山期間中の各隊員のSpO<sub>2</sub>と脈拍

登山期間中は毎日、朝食時と夕食時の2回に各隊員のSpO<sub>2</sub>と脈拍を測定した。この結果を表5に示す。但し、表中の場所と高度は測定時の場所とその高度であり、測定値の単位はそれぞれ、SpO<sub>2</sub>が[%]、脈拍が[拍/分]である。但し事前の高所順応として、イエチェンから大紅柳灘に行くまでにアカズ峠(3,300m)、セラク峠(4,900m)、ヘイカ峠(4,930m)と3つの峠があるが、そのいずれの峠に於いても最高地点の手前から車を下り

表2 崑崙山に行く前に「隊」として実施した国内山行<sup>4)</sup>

山行名	実施期間	トレーニングの目的	最高高度
木曾駒ヶ岳	2006/11/23～11/24	冬山の基礎技術の復習	2956m
八ヶ岳（赤岳）	2007/2/10～2/12	アイゼンとバイルによる初級の氷壁登攀訓練	2899m
富士山	2007/4/29～5/1	高所順応（頂上での宿泊を含む）	3776m
笹ヶ峰（火打山）	2007/6/16～6/17	ハイキングと最終打ち合わせ	2461m

表3 崑崙山行半年前からの各隊員の高所経験と最高高度

隊員略称	A隊員	M隊員	S隊員	I隊員	K隊員
事前の高所体験→	富士山頂での1泊	富士山頂での1泊	富士山頂での1泊	富士山頂での1泊	富士山頂での1泊及び約10日間のヨーロッパアルプス滞在
最高高度→	3776m	3776m	3776m	3776m	4159m(ブライイトホルン)

表4 山行期間中の行動概略とその期間中の最高標高

行動形態	期間	場所	最高標高
登山基地に着く前	7/22～7/23	成田→北京→ウルムチ→カシュガル	---
	7/24～7/25	カシュガル→タシュクルガン往復	4000m（スハシ峠）
	7/26～7/29	カシュガル→イエチェン→大紅柳灘	4900 m（セラク峠）
登山期間中	8/1～8/5	大紅柳灘→6232m峰登山活動→大紅柳灘	6232 m（6232m峰）
	8/7～8/9	大紅柳灘→6468m峰登山活動→大紅柳灘	6468 m（6468m峰）
観光旅行	8/9～8/10	大紅柳灘→イエチェン	4900 m（セラク峠）
	8/10～8/15	イエチェン→ホータン（観光）→カシュガル（観光）	---
	8/17～8/19	カシュガル→ウルムチ（観光）→成田	---

表5 登山期間中の各隊員の SpO<sub>2</sub> と脈拍

月日	時刻	高度 (m)	場所	A隊員		M隊員		I隊員		S隊員		K隊員	
				SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍
7/27	7:54	1359	イエチエン	98	59	94	85	93	75	95	70	95	62
7/27	19:28	2965	クディ	93	62	94	91	91	94	88	84	89	62
7/28	7:14	2965	クディ	93	61	94	88	92	82	93	75	91	65
7/28	19:31	3804	マザー	89	65	90	96	87	92	85	97	85	92
7/29	6:42	3804	マザー	93	67	89	91	89	75	84	80	84	102
7/29	19:48	3804	マザー	89	65	91	100	86	70	88	74	78	94
7/30	7:45	4155	BC(大紅柳灘)	88	69	89	98	87	83	88	86	76	95
7/30	19:45	4155	BC(大紅柳灘)	87	66	84	110	88	79	84	82	78	94
7/31	8:02	4155	BC(大紅柳灘)	90	66	86	98	89	80	89	85	80	86
7/31	19:42	4155	BC(大紅柳灘)	89	67	84	93	88	84	85	88	83	80
8/1	6:30	4155	BC(大紅柳灘)	90	73	85	96	87	104	88	83	84	87
8/1	14:30	5654	C1(6232m峰)	78	109	72	120	78	115	67	125	61	127
8/1	16:56	5450	ABC(6232m峰)	77	75	70	123	82	109	69	110	65	117
8/1	17:57	4155	BC(大紅柳灘)	90	73	86	117	90	88	88	91	81	98
8/2	6:33	4155	BC(大紅柳灘)	87	72	84	110	86	103	87	78	80	83
8/2	14:14	5654	C1(6232m峰)	73	96	69	129	78	113	69	104	60	124
8/2	17:30	5450	ABC(6232m峰)	75	76	70	110	78	109	73	99	66	119
8/2	18:29	5450	ABC(6232m峰)	78	75	70	118	77	103	70	93	71	103
8/3	6:49	5450	ABC(6232m峰)	75	80	70	125	75	118	73	90	66	106
8/3	18:30	5654	C1(6232m峰)	63	95	67	120	77	115	66	107	56	100
8/4	6:40	5654	C1(6232m峰)	70	80	68	115	68	113	73	90	54	111
8/4	13:53	6232	6232m峰頂上	61	94	62	122	63	124	60	100	54	120
8/4	16:09	5654	C1(6232m峰)	68	93	64	116	68	110	68	93	57	108
8/5	6:59	5654	C1(6232m峰)	74	75	65	113	65	120	69	82	51	110
8/5	12:05	5450	ABC(6232m峰)	--	--	63	119	--	--	69	88	60	109
8/5	17:08	4155	BC(大紅柳灘)	88	77	75	104	87	112	87	85	78	88
8/6	8:44	4155	BC(大紅柳灘)	88	60	74	99	87	86	90	70	79	86
8/6	20:03	4155	BC(大紅柳灘)	92	69	77	108	88	88	89	79	83	77
8/7	7:12	4155	BC(大紅柳灘)	91	66	77	88	88	78	89	72	80	90
8/7	15:20	5686	C1(6468m峰)	75	90	--	--	--	--	73	88	70	106
8/8	5:58	5686	C1(6468m峰)	73	74	--	--	--	--	77	76	62	99
8/8	18:05	5686	C1(6468m峰)	71	81	--	--	--	--	75	84	64	94
8/9	6:21	5686	C1(6468m峰)	69	68	--	--	--	--	72	78	62	91
8/9	21:42	3560	三十里营房	91	81	89	90	91	93	91	69	89	83

て1～2時間程歩いた。又、我々がイエチェンに着いた7月27日から5日間連続して朝食と夕食時の各2回、それぞれ高所順応用の薬（ダイアモックス（1/2錠）と柴苓湯（サイレイトウ）（1袋））を服用した<sup>5,6)</sup>。又、7月27日から登山活動を終了した8月9日まで断酒とした。

SpO<sub>2</sub>の高度依存性

表5より登山期間中の日時に対する隊員の滞在地の高度とSpO<sub>2</sub>の関係を図示したのが図1である。図中で黒の濃淡で分けられている区間は同じ

高度に1日以上滞在している期間を示すものであり、濃度が薄い区間が約4,200m、濃い区間が約5,500mの高度に対応する。又この6区間で滞在期間が比較的長い区間である[a], [d], [e], [f]に於いて、A隊員・S隊員・K隊員の3名のSpO<sub>2</sub>の分布を最小2乗法で直線近似した直線をそれぞれ点線、鎖線、実線で示す。この図から以下の傾向が言える。但し便宜上4,200mの場所を「低地」、5,500mの場所を「高地」と呼ぶ。

(1) 「低地」での滞在期間中（[a]と[e]）に於いてはSpO<sub>2</sub>が増加する傾向にある。

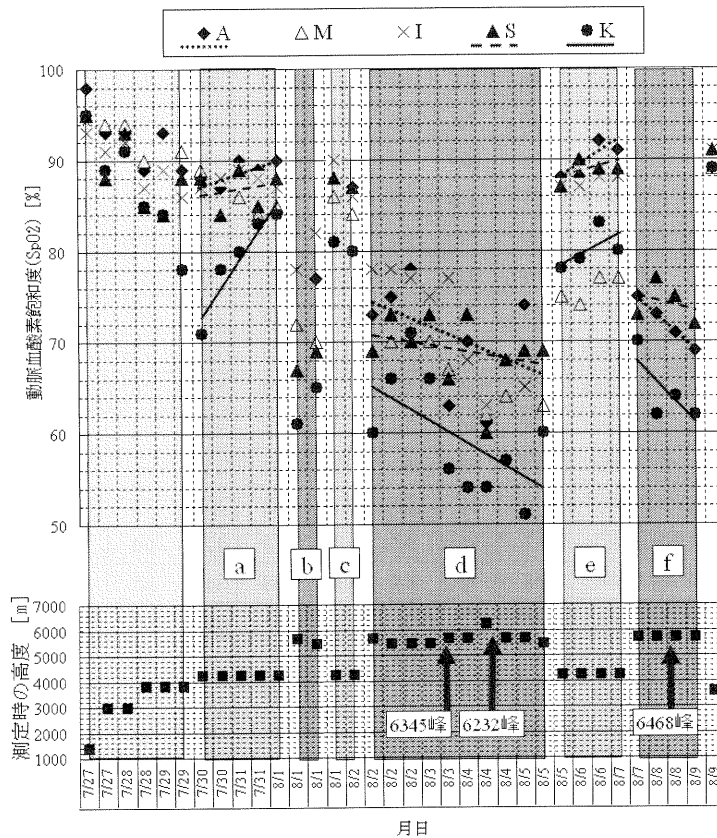


図1 登山期間中の各隊員の滞在高度とSpO<sub>2</sub>

注1) 上図の点線、鎖線、実線はそれぞれA, S, K隊員のSpO<sub>2</sub>値を最小2乗法により直線近似した

注2) 下図の高度は行動の軌跡ではなく、測定時の高度のみ表示している

注3) 図中に隊員のいずれかが6345m峰、6232m峰、6468m峰に登頂した日時を示している

- (2) 「高地」での滞在期間中 ([d] と [f]) に於いては  $SpO_2$  が減少する傾向にある。
- (3) 滞在値が低→高→低 ([a] → [d] → [e]) と変化するか、又は逆に高→低→高 ([d] → [e] → [f]) と変化する場合に、変化前後の同じ高度での最初の  $SpO_2$  は後者の方が若干大きい(即ち [e] の最初の値は [a] の最初の値より大きく、同様に [f] のが [d] のより大きい)。
- (4) 「高地」での滞在期間に於いて K 隊員は他の隊員に比べて 10% 程  $SpO_2$  が低い。

次に、高度に対する各隊員の  $SpO_2$  を図2に示す。各データ点を結ぶ曲線は2次の最小2乗法により求めたものである。前述の如く、 $SpO_2$  には同じ高度でも経日効果や反復効果があるのでデータがかなりバラけるが、以下の事が言える。

- (1) 高度が上がるにつれて  $SpO_2$  が減少する。
- (2) 他の隊員と比較して、K 隊員は高度が上がる

に連れて  $SpO_2$  がより低くなる傾向がある。

- (3) この曲線を延長すると全隊員共 7,000m では  $SpO_2$  が 50% を切ると予想され、重大な機能傷害が起こることが危惧される。従って 7,000m 以上の高度を目指す場合はもっと慎重なタクティクスを考えねばならない。

脈拍の高度依存性

前節と同様にして表5より脈拍の測定結果を抜き出したのが図3である。前節の  $SpO_2$  の場合と異なり、脈拍の高度依存性や経日効果はあまり明確ではないが、それでも以下のような傾向があるように見える。

- (1) 同じ高度に滞在するとその高度の高・低に関わらず、日が経つにつれて脈拍は若干減少する場合が多い。
- (2) 前節の (3) に類似しているが、変化前後の

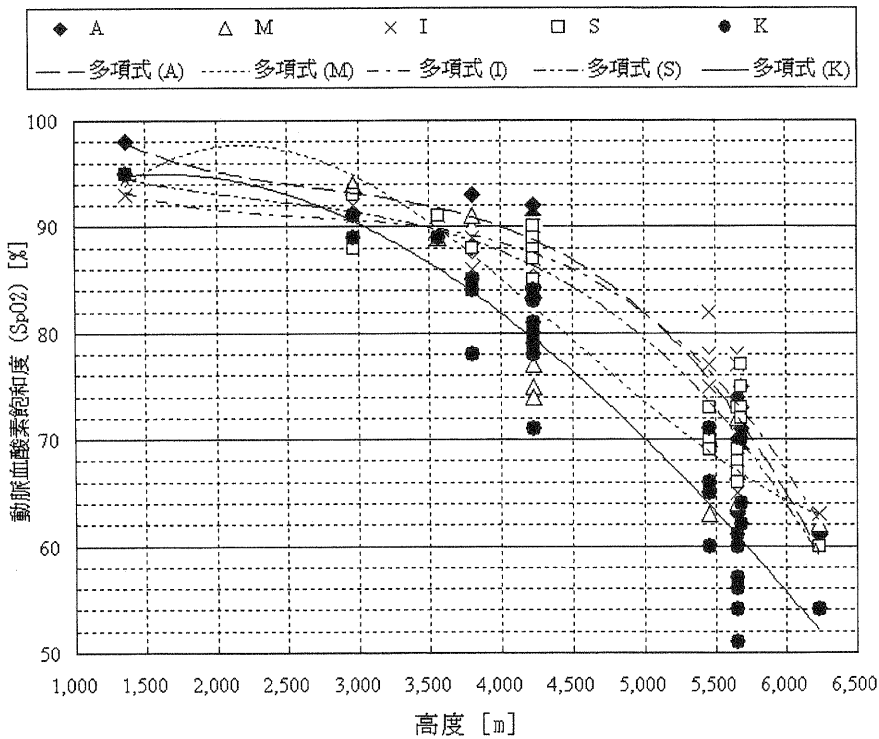


図2 高度に対する各隊員の  $SpO_2$

注1) 図中の曲線は各隊員の  $SpO_2$  値を最小2乗法により2次式で近似したもの  
 注2) この図中で  $SpO_2$  が 60%未滿であるのは K 隊員だけである

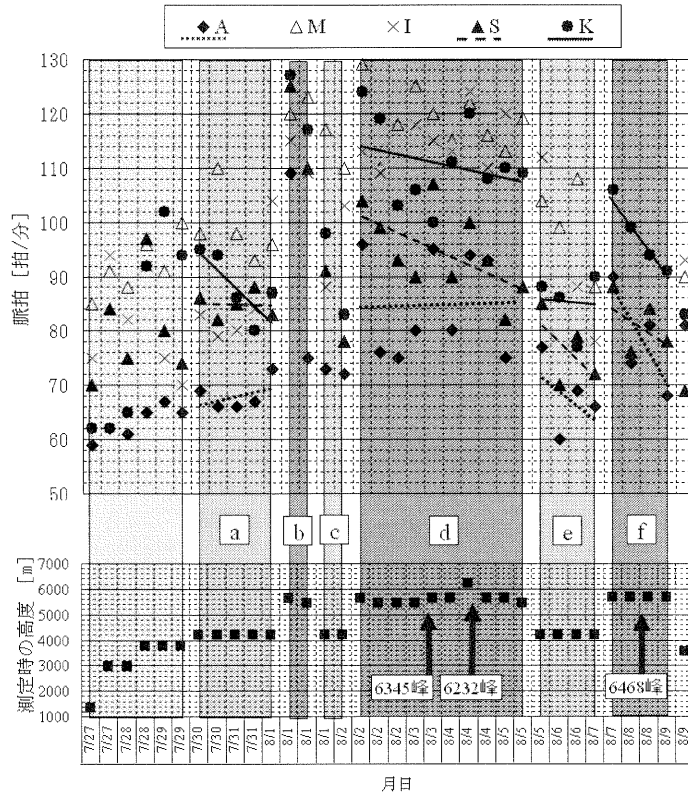


図3 登山期間中の各隊員の滞在高度と脈拍数

注) 下図の高度は行動の軌跡ではなく、測定時の高度のみ表示している

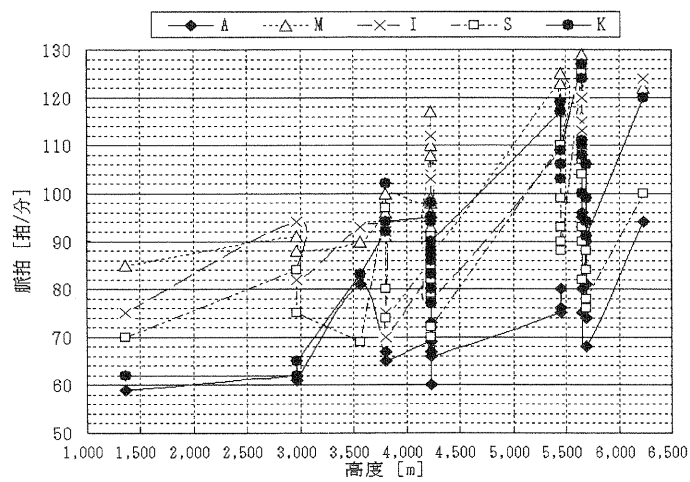


図4 各隊員の高度に対する脈拍

注) 図中の直線は単に測定点を結び合わせたもの

同じ高度での最初の脈拍数は後者の方が若干少ない場合が多い。

- (3) 前節の(4)に類似しているが、K 隊員は他の隊員に比べて10[拍/分]程、脈拍数が高い。

図4は高度に対する各隊員の脈拍を示す。各データ点を結ぶ直線は単にデータ点を結び合わせたものである。SpO<sub>2</sub>ほどの高度依存性は見られないが高度が上がるにつれて脈拍が増加する傾向が見える。

### 登山期間中の隊員以外の SpO<sub>2</sub> と脈拍

我々の登山期間中、ウイグル系中国人の通訳(1名)と2台の四輪駆動車の運転手(計2名)を雇っていた。彼らの生活基盤はカシュガル市内であり高地定住者ではない。時々彼らにも SpO<sub>2</sub> と脈拍の計測してもらったので表6に示す。又、我々がベースキャンプとして利用していた大紅柳灘(高度4155m)の賄いの女性(漢人で年齢40歳くらい)にも常時高所にいる人間の典型例として一度計測してもらったのでその値も記す。彼等のデータと比較する為に5名の隊員の中で比較的平均の値を出していたS 隊員の場合も添付した。

この表により以下の事が言える。

- (1) 日本人のS 隊員の測定値に比べてウイグル系中国人の男性3名とも大きな違いはない。
- (2) 常時4200mという富士山より高所に住んでいる漢人女性の測定値も他と比べて大きな違いはない。

### 登山期間中の K 隊員の SpO<sub>2</sub> と脈拍

先述のように高所に於けるK 隊員の SpO<sub>2</sub> が他の隊員より10%程少なかったという事を述べた。このK 隊員の登山隊での役割のひとつが隊員の健康情報管理であったのでパルスオキシメーター(SpO<sub>2</sub> と脈拍の同時測定器)を常時携帯しており、測定する機会に恵まれていた。本来なら以下に述べる測定は全隊員に行ってもらうべきであったが事前の準備不足で結果的にはK 隊員単独の測定結果になった。しかし最も SpO<sub>2</sub> が低い被験者の例としてその詳細を述べる。山本正嘉氏著の高所医学の本<sup>7)</sup>によれば、呼吸が無意識にしか行われない睡眠時と意識的に行う事が出来る活動時の SpO<sub>2</sub> の違いを調べる事も興味深いとの事である。又、登山活動の能力を判断する目安として今まで

表6 登山期間中の隊員以外の SpO<sub>2</sub> と脈拍

月日	時刻	高度 (m)	場所	S隊員		通訳		運転手1		運転手2		BCの賄い女性	
				年齢:61		年齢:40		年齢:46		年齢:30		年齢:約40	
				SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍
7/27	7:54	1359	イエチェン	95	70	95	70	93	75	93	92	--	--
7/28	7:14	2965	クディ	93	75	93	81	89	71	91	90	--	--
7/28	19:31	3804	マザー	85	97	90	72	88	82	85	102	--	--
7/29	6:42	3804	マザー	84	80	90	70	86	80	87	108	--	--
7/30	19:45	4155	BC(大紅柳灘)	84	82	88	77	84	132	85	113	87	109
7/31	8:02	4155	BC(大紅柳灘)	89	85	86	66	84	84	89	88	--	--
7/31	19:42	4155	BC(大紅柳灘)	85	88	87	77	85	75	90	80	--	--
8/1	6:30	4155	BC(大紅柳灘)	88	83	86	100	81	100	86	89	--	--
8/1	16:56	5450	ABC(6232m峰)	69	110	78	99	77	99	84	72	--	--
8/1	17:57	4155	BC(大紅柳灘)	88	91	85	86	--	--	83	104	--	--
8/2	6:33	4155	BC(大紅柳灘)	87	78	84	71	81	90	87	87	--	--
8/2	17:30	5450	ABC(6232m峰)	73	99	80	71	84	106	75	90	--	--
8/5	17:08	4155	BC(大紅柳灘)	87	85	88	86	88	91	88	110	--	--
8/6	8:44	4155	BC(大紅柳灘)	90	70	88	80	85	72	85	88	--	--
8/6	20:03	4155	BC(大紅柳灘)	89	79	91	86	84	76	88	90	--	--

表7 登山期間中のK隊員のSpO<sub>2</sub>、脈拍数、AMSスコア

月日	時刻	高度 (m)	場所	起床直後		起床後 数時間後		AMSスコア									
				SpO <sub>2</sub>	脈拍	SpO <sub>2</sub>	脈拍	A	B	C	D	E	F	G	H	合計	
7/26	20:30	1359	イエチエン	95	62	--	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/27	4:30	1359	イエチエン	91	57	94	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/27	7:54	1359	イエチエン	--	--	95	62	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/27	19:28	2965	クディ	--	--	89	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/28	6:56	2965	クディ	89	61	91	65	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/28	19:31	3804	マザー	--	--	85	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/29	4:56	3804	マザー	78	91	84	102	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/29	19:48	3804	マザー	--	--	78	94	1	4	2	1	2	1	1			12
7/30	6:30	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	76	95	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/30	19:45	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	78	94	0	3	1	0	1	1	1	0		7
7/31	6:46	4155	BC(大紅柳灘)	74	74	80	86	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7/31	19:42	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	83	80	0	1	1	0	0	0	1	1		4
8/1	6:10	4155	BC(大紅柳灘)	78	71	84	87	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/1	14:30	5654	C1(6232m峰)	--	--	61	127	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/1	16:56	5450	ABC(6232m峰)	--	--	65	117	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/1	17:57	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	81	98	0	0	0	0	1	0	1	1		3
8/2	5:53	4155	BC(大紅柳灘)	76	83	80	83	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/2	14:14	5654	C1(6232m峰)	--	--	60	124	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/2	17:30	5450	ABC(6232m峰)	--	--	66	119	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/2	18:29	5450	ABC(6232m峰)	--	--	71	103	1	1	2	0	0	0	1	1		6
8/3	5:50	5450	ABC(6232m峰)	54	100	66	106	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/3	18:30	5654	C1(6232m峰)	--	--	56	100	1	1	2	0	0	0	2	1		7
8/4	6:19	5654	C1(6232m峰)	44	110	54	111	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/4	13:53	6232	6232m峰頂上	--	--	54	120	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/4	16:09	5654	C1(6232m峰)	--	--	57	108	1	1	1	0	0	0	1	1		5
8/5	6:43	5654	C1(6232m峰)	41	103	51	110	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/5	12:05	5450	ABC(6232m峰)	--	--	60	109	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/5	17:08	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	78	88	1	0	0	0	0	0	0	1		2
8/6	7:07	4155	BC(大紅柳灘)	70	79	79	86	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/6	20:03	4155	BC(大紅柳灘)	--	--	83	77	0	0	0	0	1	0	0	1		2
8/7	7:12	4155	BC(大紅柳灘)	76	83	80	90	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/7	15:20	5686	C1(6468m峰)	--	--	70	106	0	0	0	0	0	0	1	1		2
8/8	5:30	5686	C1(6468m峰)	40	100	62	99	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/8	18:05	5686	C1(6468m峰)	--	--	64	94	0	0	2	0	3	0	2	1		8
8/9	5:55	5686	C1(6468m峰)	54	90	62	91	0	0	2	0	0	0	2	0		4
8/10	7:00	3560	三十露里宮房	87	64	88	71	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/10	13:00	4980	セラク峠	--	--	77	67	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8/10	20:40	1359	イエチエン	--	--	96	79	0	0	0	0	0	0	0	0		0

述べて来た SpO<sub>2</sub> や脈拍の他に「AMSスコア (Acute Mountain Sickness Score)」という高度障害の自覚の程度を数値化する指標が提案されている。そこで起床直後の寝袋の中で測定した SpO<sub>2</sub> と脈拍の測定値も「起床直後の値」として記載し、AMSスコアと併記した結果を表7に示す。

ここでAMSスコアとして用いられているA～Hの意味は次の通りである。

A:頭痛、B:消化器症状(食欲、むかつき、嘔吐)、C:疲労、D:めまい(ふらつき等)、E:睡眠障害、F:病感、G:活動能力、H:小便(量と色)

これらの指標を0～4の5段階に分け、症状の無いものを0、非常に重いものを4として数値化して記録している。参考にした本<sup>9)</sup>には書いていなかったが、本論の場合にはB(消化器症状)に下痢のひどさも考慮した。AMSスコアをつける時

刻は毎日夕方であるが、B(消化器症状の内、下痢や嘔吐)とE(睡眠障害)は記帳した日の前夜からの状況を考慮したものであり、それ以外は記帳した日の平均値を考えている。

SpO<sub>2</sub>の高度依存性

表7より登山期間中の日時に対するK隊員の滞在地の高度とSpO<sub>2</sub>の関係を図示したのが図5である。図中で黒の濃淡で区分けられている区間や各種の直線の意味は図1と同じである。この図から以下の事が言える。

- (1) 起床直後の値(寝袋の中で測定した値)は起床してから数時間経ってからの値に比べてSpO<sub>2</sub>が5%～10%程度低い。
- (2) 以前述べたように4,200mの場所(今後便宜上「低地」と呼ぶ)では時間の経過と共に

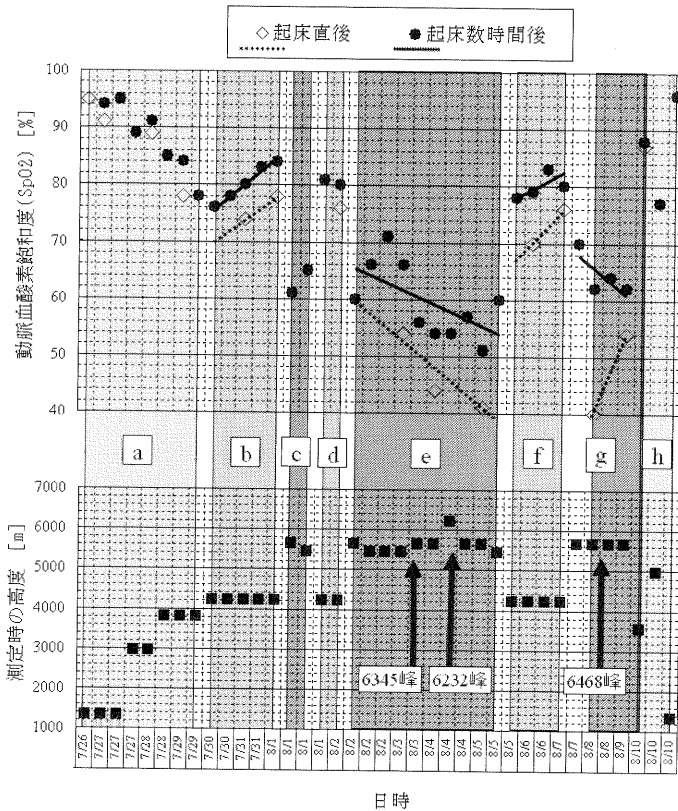


図5 登山期間中のK隊員の滞在高度とSpO<sub>2</sub>

注) 図中の点線と実線はそれぞれ起床直後と数時間後のSpO<sub>2</sub>値を最小2乗法により直線近似したもの

SpO<sub>2</sub>が増加し、5,500mの場所(今後便宜上「高地」と呼ぶ)では逆に減少する。(但し、期間帯 [g] に於ける起床直後の場合は例外である)

- (3) 期間帯 [e] と [g] に示されるように、高地にいればいる程 SpO<sub>2</sub> は減少する。しかし、一旦低地に降りて再び高地に来るとその初期値は前回高地に来た時の最初の値より5%程高い。
- (4) 期間帯 [e] と [g] では起床直後の SpO<sub>2</sub> が40%程度であり、起床数時間後でも50%台の場合がある。これは重篤なる高度障害を引き起こす恐れがある数値であるが、それでもこの期間帯にそれぞれ6232m 峰と6468m 峰の登

頂に成功している(但し6345m 峰は6000m 地点で引き返している。詳細は次章に述べる)。

脈拍の高度依存性

前節と同様にして脈拍の測定結果を抜き出したのが図6である。全隊員のデータと同様に明瞭な高度依存性はないが、それでも以下の事が言えるであろう。

- (1) 高地より低地の方が脈拍が少ない。
- (2) 同じ高度にいる場合、時間が経つにつれて脈拍が減少する場合が多い。

AMSスコア（体調指標）の高度依存性

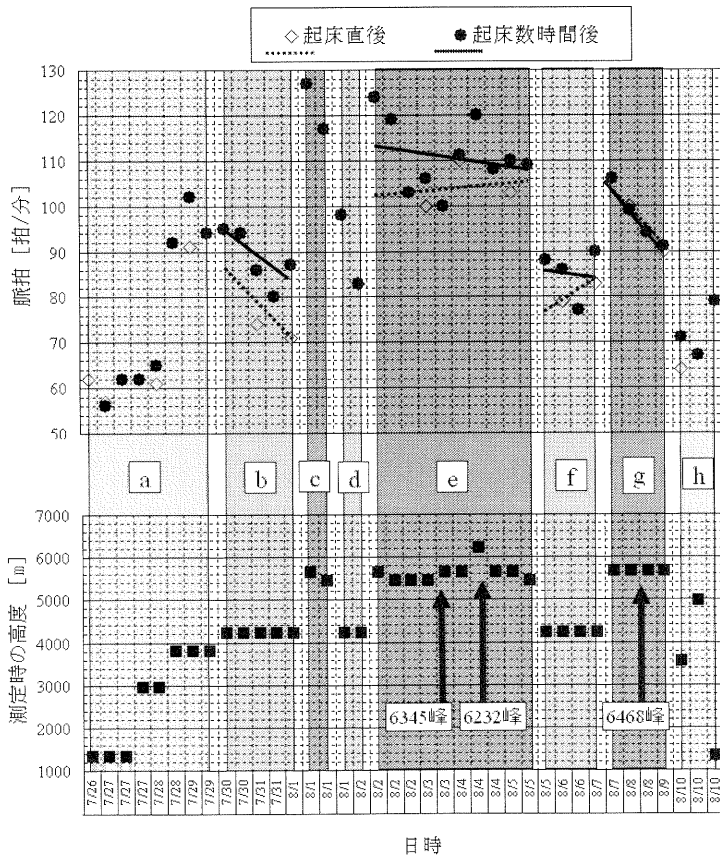


図6 登山期間中のK隊員の滞在高度と脈拍数

注) 図中の点線と実践はそれぞれ起床直後と数時間後の脈拍を最小2乗法により直線近似したもの

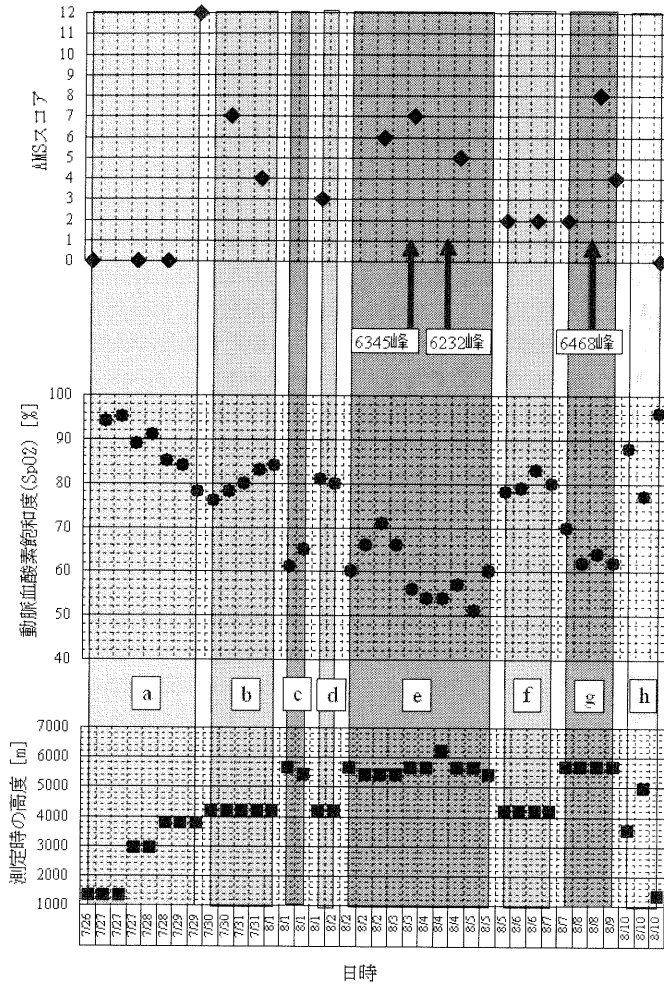


図7 登山活動中の各測定値の日時変化

上図：AMSスコア、中図：SpO<sub>2</sub>、下図：測定時の高度

図7の下から上に、登山期間中のK隊員の高山所生理測定時の高度、SpO<sub>2</sub>、AMSスコアを示す。この図と表7により以下の事が言える。

- (1) 最もAMSスコアの高い期間帯[a]は下痢による要素が強い。「下痢」は高山の影響もあるが、胃が現地の食事に慣れない為に起きる事が多く、下痢止めの薬の効果もあるが、体が慣れて来るに従って収まって来る。
- (2) 高地である期間帯[e]と[g]に於けるAMSスコアの増加は登山時の疲労感や活動能力の低下によるもので当然の結果であろう。

### 体力、高度順応、登山活動の関連性

#### 3座に於ける登山活動

最初に述べたように今回の登山対象になった山は3座であった。これらの山の各々について登山活動を紹介する。但し全ての山に於いて登山中に担いでいた荷物は日帰り装備であり、10kg程度の重さであった。

#### 6345m 峰

この山は2005年の崑崙隊が初登頂し「ユメ・ムスターグ」と命名した山である。この時はC1、

C2とキャンプを2個作ってじっくりと登ったとの事である。これに対し今回は非常な速攻登山であった。即ち、四輪駆動車の進入限界であった場所（Advanced Base Campとした）を朝出発して、約15kgの荷物を担いで2時間かけて6232m峰のC1に着いた後、翌日の6232m峰の頂上アタックの高度順応の為に6000m程度の高地まで登ってみる事になった。MとIの2隊員は2005年隊のメンバーとして既に6345m峰に登頂済みであるので翌日登る6232m峰を試登する事とし、A、S、Kの3隊員が涸谷を挟んで6232m峰の向かいに聳えている6345m峰を6000m程度まで登ってみようという軽い気持ちで午前11時35分にC1（5660m）を出発した。ところがA、Sの2隊員が快調に登り、試登のつもりが15時30分に頂上に登ってしまい、17時28分にC1に帰り着いた。685mの高度差を3.9時間で登った事となり、176m/hの登高スピードである。K隊員はそのスピードについて行けず（彼の登高スピードは112m/h）、14時半に6000mから引き返した。

#### 6232m 峰

5隊員全員での登頂を目指したので最も登高スピードの遅い隊員に歩調を合わせた結果、572mの高度差を5時間半かけて登り、104m/hの登高

スピードとなり、6345m 峰の59%のペースとなった。

#### 6468m 峰

MとIの2隊員はこれまで2回この山域に来ていたので、当初の目的であった6232m 峰の登頂及びその周辺の無名峰縦走（今回雪が無くて中止）の登頂に成功したら登山活動を終了するつもりであった。しかし、A、S、Kの3隊員はこの山域が今回が初めてで、出来る限り多くの場所を見、多くの山に登る事を希望しており、6232m 峰登山が予定よりずっと早めに終了したので、国内にいる時からS隊員が希望していたこの峰に登る事になったのである。7時半にC1（5686m）を出発し、13時10分に登頂したので782mの高度差を5時間40分かけて登り、その登高スピードは137m/hとなる。

#### 3座に於ける体力・高所生理・登山活動の関連性 各山行の登山スピードと参加者の状況

上記の3座に於ける各隊員の体力やSpO<sub>2</sub>、登山スピードなどを纏めたものが表8である。この「体力」欄の数値は日本国内で示された隊員の体力の相対評価である。1点の体力とは平坦な路上を歩行できる程度の体力とし、10点の体力は我々

表8 各山行に於ける参加者の体力、SpO<sub>2</sub>と登山内容

山名	登山 スピード	参加 者名	体 力	SpO <sub>2</sub>	登頂の 成否	登山時の 様子	備考
	(m/h)						
6345m峰	176	A	10	69	○	5	
		S	9	70	○	4	
		K	9	61	×	1	スピードについて行けず この時のスピード：112m/h (6000mで引き返し)
6232m峰	104	A	10	69	○	5	
		M	7.5	66	○	3	
		I	6	68	○	2	
		S	9	71	○	5	
		K	9	56	○	4	
6468m峰	137	A	10	72	○	5	
		S	9	76	○	4	
		K	9	63	○	2	脈拍は非常に速く、呼吸は激しく 何とかついて行った

隊員中最も体力のある A 隊員の体力とし、他の隊員の体力は筆者の独断で評価した。但しその基準となる A 隊員の体力とは約 20kg の荷物を背負って雪のある時期に（アイゼンが良く効く場所と踝までもぐる場所との混合）富士山の 5 合目から頂上まで約 6 時間で登る程度（登行スピードとしては約 240m/h）である。

又、「SpO<sub>2</sub>」の値は表 5 の該当日の朝と夕の測定値の平均を取った。「登山時の様子」の欄は「非常に好調」を 5、「非常に不調」を 1 として 5 段階で表示し、筆者の独断で各隊員の登山時の様子を評価したものである。

登山スピードと体力や SpO<sub>2</sub> との相関性

表 8 の登山スピードはその山行に参加した隊員の中で最も登山スピードの遅い隊員によって決まる。即ち、6345m 峰の場合は S 隊員（体力 = 9、SpO<sub>2</sub> = 70%）（K 隊員は最初からこのベースについて行けなかったので考慮外）であり、6232m 峰では I 隊員（体力 = 6、SpO<sub>2</sub> = 68）、6468m 峰では K 隊員（体力 = 9、SpO<sub>2</sub> = 63）である。この 3 件のデータから登山スピードに対する体力と SpO<sub>2</sub> の相関性を求める事にする。しかしながら、相関性を求める為には 4 点以上のデータが必要であるから以下の仮定を設ける。

（仮定）体力が「2」以下、又は、SpO<sub>2</sub> が「50%」以下の場合、登山活動は不可能である、即ち、登山スピードは「0」である。

上記の仮定と 3 件のデータにより、登山スピードの体力依存性を図 8 に示す。Z と X の R<sup>2</sup>（相関係数の 2 乗<sup>8)</sup> は 0.926 である。同様に登山スピードの SpO<sub>2</sub> 依存性を図 9 に示す。この場合の R<sup>2</sup> は 0.818 である。従って、登山スピードは体力にも SpO<sub>2</sub> にも有意に依存する事が言えるが、体力の方により大きく依存する事が分かる。その両方の要因を線形関数として最も登山スピードに相関性のある関数を求めると、体力を 5 倍した値に SpO<sub>2</sub> を加えた場合であった。この時の R<sup>2</sup> は 0.966 であり、登山スピードのこの関数依存性を図 10 に示す。

体力と SpO<sub>2</sub> の値から登山スピードを求める式と図

図 10 より体力と SpO<sub>2</sub> から登山スピードを求める式を求める事が出来、以下の通りとなる。

$$[\text{登山スピード}(Z) \text{ (m/h)}] = 3.22 * (5 * [\text{体力}(X) \text{ (相対値)}] + [\text{SpO}_2(Y) \text{ (\%)}]) - 198.3$$

体力を横軸に、SpO<sub>2</sub> を縦軸にして表 8 のデータをグラフ上に表したものが図 11 である。又、上式中で登山スピード (Z) を 104m/h、137m/h、

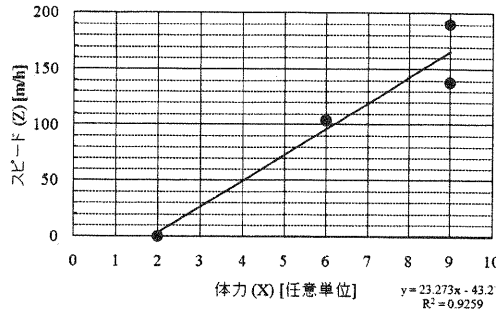


図 8 登山スピードの体力依存性

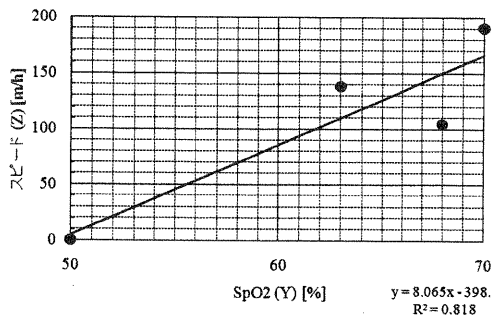


図 9 登山スピードの SpO<sub>2</sub> 依存性

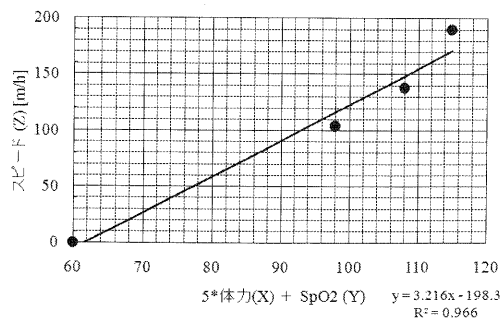


図 10 登山スピードの体力と SpO<sub>2</sub> の一次関数依存性

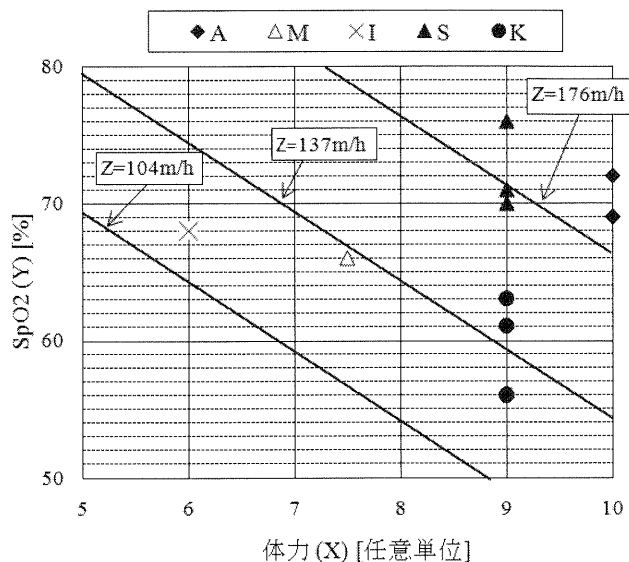


図 11 各山行に於ける各隊員の体力、SpO<sub>2</sub> と登山スピードの関係

176m/hとして体力 (X) と SpO<sub>2</sub> (Y) の関係式を求め、それらの3直線もグラフ上に記している。この図はそれぞれの直線の右上側に入っている SpO<sub>2</sub> と体力を有する人間ならその直線に示してある登山スピードで山に登る事が出来るという事を意味する。例えば体力が9で SpO<sub>2</sub> が71の人は176m/hの登山スピードに耐えうるが、体力が9でも SpO<sub>2</sub> が63の人はそのスピードには耐えられない。但し、137m/hなら耐えられる。

### 高所登山で注意すべき事

#### 高所登山のタクティクス

この節の主張は今まで高所医学の教科書<sup>7)</sup>などに書かれている事を単に追認するだけであるが、今回の山行で得た我々の経験と前述した我々の高所生理の測定値に基づいてもう一度まとめて見る。

- (1) 国内にいる間に富士山や低圧室、低酸素室などで自分の体に高所体験を記憶させる。
- (2) 登山開始の数日前から医師の指示に基づいて高所順応の薬を服用する。
- (3) 現地の5000m台の高度で下痢などの消化器系の故障が出て来たら薬を服用し、治るまで登山活動を控えめにする。

- (4) 毎日朝食と夕食時に SpO<sub>2</sub> を測定し、その値が日ごとに増加する(高所順応が促進される)ようであれば500m～1000m以内の高度差で前進キャンプを作り滞在する。
- (5) 高所キャンプでの SpO<sub>2</sub> が日ごとに下がるようであれば下のキャンプに下り、そこに滞在して高所順応 (SpO<sub>2</sub> の回復)を図る。
- (6) SpO<sub>2</sub> が回復して登山活動に支障がないと判断したら再び上のキャンプに上がり、そこで日ごとに SpO<sub>2</sub> が増加するようであれば更に上にキャンプを設置する。
- (7) 上記 (5)、(6) を繰り返す。
- (8) 但し SpO<sub>2</sub> はあくまで登山活動の目安に過ぎず、最も大事なものは自己の健康状態の他者による観察と自分の自覚である。いくら SpO<sub>2</sub> が高くても自分の体調に異常がある場合は登山活動を控えるべきであろうし、逆に SpO<sub>2</sub> が低くても心身共に快調であれば「SpO<sub>2</sub> が低い」という数値に怯える事なく、図 11 より得られる登山スピードで登山活動を行っても良いのではなからうか。

#### 登山スピード

技術的に困難でない高山に登る場合、原理的に

はどんなに体力のない者でも、体に重篤な症状が出ない限りゆっくりとしたスピードで登れば何時かは頂上に到達出来るものである。しかしながら現実的には時間の制限があるので登山スピードが登頂の成否をになう鍵となってくる。国内でいくら体力のある人でも高所順応がうまく出来なければ登山スピードは落ちるし、逆に体力のない人でも高所に順応していればある程度の登山スピードを持続出来、行動時間に余裕がある場合は頂上を踏む事が出来る。従って、各人の体力と高所順応度(例えば  $SpO_2$ ) が与えられた時に、かなりの確率でその人の登山スピードが求められれば制限時間を考慮して登頂の成否が予測出来る事になる。

我々の3座の6000m級の山の登山で得られた経験から求められた図11の「体力・ $SpO_2$ ・登山スピード」の関係により次の事が言える。但し、

フィックスザイルを使って登らなければならないような技術的に困難な登山は対象外である。

- (1) アイゼンとピッケルを用い、20kgの荷物を担いで富士山の5合目から頂上まで6時間程度で登る事が出来る体力を持った人は  $SpO_2$  が70%、60%のそれぞれの場合に登山スピードが175m/h、135m/hで登れるであろう。
- (2) それより体力の無い人は図11の曲線を参考にして登山スピードが予測出来る。
- (3) 隊として行動する場合、リーダーは隊員の中で最もスピードの遅い隊員のペースでの登山を考慮せねばならない。その隊員のペースでは予定時間内に登頂する事が困難だと判断される場合は該当する隊員の当日の登山を拒否しなくてはならない。該当隊員は登山日程にまだ余裕があれば更なる高度順応を行い、

表9 2007年崑崙隊が持参した薬品リストと使用量

病名	薬品名	薬品量						斎藤医師のコメント	備考
		1回 当り 使用 量	1日 当り 使用 回数	使用 日 数	必要 錠 数	今回 持 参 数	今回 使用 数		
高山病	柴苓湯 (サリトウ)	1	2	11	110	110 包	107 包	[高山病予防、むくみ、喉の渇き、急性胃腸炎、水性下痢] 1日2回、錠剤は1回1/2錠宛服用	経験的に <i>グアイモックス</i> との併用は有効(5人分10日間)
	<i>グアイモックス</i>	0.5	2	10	50	50錠	47錠		
肺水腫 脳浮腫	デキサメザン (リソデロン)					20錠	0錠	[脳・肺浮腫に効果有り、高所脳・肺水腫に使用する時は <i>グアイモックス</i> (1T)、 <i>コゾレト</i> (1T)、 <i>デキサメザン</i> (2T)服用の事]副腎皮質ホルモン、ステロイド：1日3回服用可、錠剤は2錠宛服用	副腎皮質ホルモン(ステロイド系)
	コゾレト (コゾレト)					4 カプセル	0 カプセル		
血栓予防	バグサミン (アスピリン)	1	1	10	50	75錠	45錠	[血液(血栓)凝固予防]：1日1回、錠剤は1回1錠宛服用	脳梗塞、心筋梗塞予防(5人分10日間+α)
鎮痛 解熱	ロルフエ ナミン	1	3	10	30	30錠	0錠	[鎮痛、下熱(高所頭痛、歯、腰、筋肉、外傷、風邪、但し腹痛はダメ)]：1日1~3回、1回1錠宛服用	胃の弱い人は胃薬と併用する事
感冒 (総合)	ペレックス (P-L)	1	3	10	30	30包	25包	[風邪(早めに服用、眠気有り、抗ヒスタミン作用)]：1日3回、散剤は1回1包宛服用	非ピリン系、頭痛・鼻水・クシャミ・寒気(副作用として眠気)
鎮咳	メヂコン	2	3	10	60	60錠	0錠		咳があればペレックスと同時に服用
抗アレルギー	CCL (ケラール)	2	3	10	60	60錠	46錠	[扁桃炎、呼吸器肺炎、大腸炎、胆嚢炎、泌尿器(膀胱炎)、おでき、外傷]抗生物質：1日3回、カプセルは1回2個宛服用	ひどい下痢・肺炎・ひどい咳・38℃以上の発熱・膀胱炎・おでき・外傷
アレルギー	アレオ7 (20mg)	1	1	10	10	10錠	0錠	[抗アレルギー(蕁麻疹、かゆい皮膚炎)]：1日1回、錠剤は1回1錠宛服用	発疹・かぶれ・痒い時

胃腸	ラニタック (ギンタック)	1	2	15	30	30錠	0錠		胃潰瘍・胃炎
	ムコスタ	1	3	10	30	30錠	6錠	[胃腸粘膜保護再生(胃炎、胃潰瘍)]1日3回、錠剤は1回1錠宛服用	胃潰瘍・胃炎
	アスコム (アスコパン)	2	3	3	18	18錠	0錠	[鎮痛(腹痛・胃痛)]:1日1~3回、錠剤は1回2錠宛服用	腹痛全て
	アリーゼ N	1	3	10	30	30カプセル	0カプセル	[消化不良、もたれ、食べ過ぎ]消化薬:1日3回、カプセルは1回1個服用	消化剤:食過ぎ・消化不良時、ムコスタと同時服用すると良い
下痢	ロペラシ (DK085)	1	2	10	20	20カプセル	12カプセル	[強力下痢止め(スベールシットルに積載)]:1日1~2回、カプセルは1回1個宛服用	強力下痢止め(宇宙船に積載)(注:1日2錠まで)
	エンテロニンR (乳酸)	1	3	7	21	21包	7包	[腸炎、下痢(ビオフェルミンと同じ、乳酸製剤)]:1日3回、散剤は1回1包宛服用	
	D-E酸	1	3	6	18	18包	11包	[普通下痢止め(ロペラシと併用の時は1~2時間あける)]:1日3回、散剤は1回1包宛服用	
不眠	バルオン (0.125mg)	1	1	50	50	50錠	10錠	[睡眠(入眠)剤(バルシオン0.125と同剤)]:1日1回、錠剤は1回1錠宛服用	不眠になる可能性が大きいので携行必要
消毒薬	イソジノール 消毒薬					30ml	5ml	ネズミ・やけどの殺菌、消毒用(うがいや粘膜の殺菌・消毒には不可)	
軟膏	テラコートリル					5本	0本	皮膚炎、かゆみ、痛み、虫さされ、おでき、やけど	応用広し(虫刺し・湿疹・皮膚炎)(1人1本持参の事)

SpO<sub>2</sub>が増加して登山スピードが予定時間内に十分登頂出来る値まで回復したら再挑戦すべきである。

### 薬品リスト

我々が医師の指示に基づいて用意した薬品リストを表9に示す<sup>5)</sup>。使用量の数が多い薬品が高所登山で必携の薬品と言える。ダイアモックスや柴茶湯の高山病予防の薬の使用量が多いのは当然だが、その他に使用量が多いのは下痢・感冒・血栓防止に対する薬であった。不眠用の薬もかなり需要があった。

### あとがきと謝辞

私は今回の山行に行く前に十分な体力トレーニングを行っていたし、3ヶ月前にはヨーロッパアルプスでのスキー山行を行っていたので崑崙では他の隊員より自分の方が活躍出来るのではないかと内心期待していた。しかしながら実際は厳しいものであった。高所での殆どの測定に於いてSpO<sub>2</sub>が他の隊員より10%程低く、ある日の起床直後の測定で40%の値を見て暗澹たる気持ちになったりした。この山行中ずっと「低SpO<sub>2</sub>」の

呪縛から心理的に解放される事はなかった。心理的な面以外に肉体的な面でも、他の人が快調に登っているのに自分の心臓は喉から飛び出しそうなくらいに激しく動悸し、息も絶え絶えの状態であり、休憩時にリュックもろとも大の字になって寝ころんでも呼吸が収まるまで5分くらいかかった。高所登山を志す人は体力や登山技術の向上も大事であるが、それと同時に高度順応にも十分配慮しなければならないと痛感した。

この小論は各隊員の体力が筆者の独断による相対値であって絶対値ではない事や、測定データが3点しかないので相関値を求める為にもう1点つけ加える必要があり、その値として登山スピードがゼロである値を筆者の独断で決めた事などかなり恣意的な解析を行わざるを得なかった。しかし体力とSpO<sub>2</sub>から登山スピードを推量するという方法は興味深い切り口ではないかと思う。今後高所に行かれる登山隊がこの方法を念頭において隊員の高所生理を測定して頂き、更に多くのデータが集まってより精度の高い解析が出来る事を期待したい。

私をこの登山に誘って下さり、この小論を書く機会を与えて下さった前田栄三氏、登山スピード

の遅い私をサポートして6468m峰登頂を実現させて下さった安仁屋政武氏と芝田正樹氏に深く感謝します。又、悠々たる大人の風格でゆっくりとした登山ペースを作って下さった泉谷洋光氏にも感謝します。医師で元日本山岳会長の斎藤惇生先生には高所順応や病気への対応法を教えて頂き、薬の手配までして頂きました上にこの小論を読んで暖かい励ましの言葉を頂きました。又、お忙しい時間を割いて小論を読んで下さり懇切丁寧なコメントを書いて下さった筑波大学医学部名誉教授の浅野勝己先生にもお礼を申し上げます。最後に今年の3月末に定年退職し、無収入になったにも関わらず1年に2回も外国の山に行くという遊び人の亭主に対して、一言も文句を言わずに送り出してくれた妻にも感謝します。

される確率の事である(回帰式が線形の場合  $R^2$  は相関係数の2乗になる)。この値が一般的に0.5~0.8なら回帰式成立の可能性がありそうで(即ち2つの事象の関連性がある)、0.8以上ならその可能性はかなり大きいと言える。値が1であると2つの事象は完全に関連性があると言える。

#### 参考文献と注

- 1) 芝田正樹「西部崑崙の山旅」(2007年10月)、AACK ホームページ
- 2) 川久保忠通「2007年崑崙隊の行動記録と川久保の日記」(私的報告)
- 3) 川久保忠通「木曾駒ヶ岳報告書」(私的報告)
- 4) これらの山行以外に出発直前の7月に富士山山行を予定していたが出発当日の台風直撃の為中止した。
- 5) 元日本山岳会長で医師である斎藤惇生先生の指示による。但し  $SpO_2$  が低かったK隊員は服用期間を更に2日間延ばし、連続7日間服用した。
- 6) イエチエンから高所順応の薬を服用したという我々の経験を聞いて複数の方々から薬の有効性の質問があった。彼等も高所に行った経験があるが、今まで服用した事は無いとの事である。我々の隊では全員が服用したので服用した場合としなかった場合の違いを見る事が出来ず、高所順応の薬が効果があった事を明瞭に結論づける事は出来なかったが、多くの高所医学の専門家がその効用を説かれている。
- 7) 山本正嘉、「登山の運動生理学百科」(東京新聞出版局)
- 8)  $R^2$  とは2つの異なる事象の相関度を示す値で、その関係のある関数で近似した場合(この式を「回帰式」という)、その事象が回帰式で表

## Summary

### Physiology at High Altitude and Climbing Activity of 2007th Kunlun Mountaineering Party

Tadamichi Kawakubo

The Academic Alpine Club of Kyoto (AACK)

From July 22<sup>nd</sup> to August 19<sup>th</sup>, 2007, a party of five men, including me, with average age of sixty-two years traveled to Silk Road, Xinjiang area, China. We climbed three peaks in Kunlun mountain area, all greater than 6,000 meters above sea level. This was the first ascend for two peaks while the third had been submitted once previously. During each climb several physiological indices were monitored, such as, oxygen saturation by pulse oximetry ( $SpO_2$ ) and pulse rate. With these data we can make inferences on our physiological condition during the ascent. The party of five varied in strength and conditioning, consequently, the effects of altitude varied from individual to individual; some were able to summit while others could not maintain pace and were unable to continue. All three mountains were similar in terrain and the climbs were not overly technical. Thus, the likelihood of a successful summit depended primarily on physical conditioning of the climber and his ability to acclimate to high altitude, rather than overall technical ability. Considering the climbing rates on each peak and the physiological indices of those members who successfully summited, we can plot climbing speed dependence on low-altitude conditioning and high-altitude  $SpO_2$  levels. It is hoped then that other climbers can use the diagram to estimate their own high-altitude climbing speeds.

(付録) 高所医学の専門家からのコメント

## “2007年崑崙隊の高峰登攀時に於ける高所生理と登山活動” を拝読して

浅野勝己 日本伝統医療科学大学院大学教授

### はじめに

まず以って平均年齢62歳の熟年男性5人による6000m峰登はん時の14日間におよぶ経日的な生理的応答の詳細な測定を実施されましたことに対して心より敬意を表します。しかも1座は第2登であったものの、他の2座は未踏峰であったことは誠にご同慶の至りに存じます。

以下に本研究成果についての私見を述べさせて戴きたく存じます。

### 動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) の動態と急性高山病 (AMS) の関係について

SpO<sub>2</sub> は動脈血中の血色素 (H<sub>b</sub>) と O<sub>2</sub> との抱合度を示す指標であり、高度の上昇による低圧環境下での O<sub>2</sub> 摂取が減少して血中 O<sub>2</sub> 含量が低減し、これと O<sub>2</sub> 容量との比である SpO<sub>2</sub> が低下するわけである。したがって、2000m 以上の高所で発症する AMS とほぼ逆の応答を示すことになる。5人の隊員のうち AMS スコアを測定されたのが K 隊員のみであったが、図7に明らかのように、SpO<sub>2</sub> と AMS スコアはほぼ鏡像関係を示していて、とくに車での旅行中に滞在高度が4000m 近くになった辺りで AMS スコアは12点の最高値で、その翌日に SpO<sub>2</sub> は76%の最低値を示している。さらに6000m 峰登はん後に AMS スコアは7点で、SpO<sub>2</sub> は50%の最低値であった。その後、4000m への下山により SpO<sub>2</sub> は80%台に増加し、AMS スコアは2点に低減している。さらに注目したいのは、その後に6000m 峰に再登はんしたさいの AMS スコアは8点であったが、SpO<sub>2</sub> は64%に増加していることである。すなわちわずか4日後に、同一の6000m 峰に登はんして SpO<sub>2</sub> が約10%の増加を示したことになる。これは高所順応の獲得を示唆している。すなわち先述の血中 O<sub>2</sub> 含量が肺拡散能の向上などにより増大したことの反映である。次に K 隊員の SpO<sub>2</sub> が他の隊員に比して各高度に

おいて約10%低値であることが指摘され、とくに8月8日の5686mでの起床時に40%が記録され、“暗たんたる気持ち”に陥ったと述べられている。さらに“SpO<sub>2</sub> が50%以下になると重大な内臓障害の起きることが危惧される”とされている。これらのご指摘に対して以下の点を指摘させて戴きたい。

先述のとおり、SpO<sub>2</sub> はあくまでも O<sub>2</sub> 含量と O<sub>2</sub> 容量との比であり、内臓障害の程度を示すものではない。単に低酸素血症の程度の指標であるにすぎないのである。この個人差については近年、遺伝子からの解明も進んでおり ACE (アンジオテンシン変換酵素、腎臓より分泌されるアンジオテンシン I をアンジオテンシン I、I に変換する) の I、I タイプに高所適性の高い傾向が、逆に D、D タイプに低い傾向が認められるとする説もある。

あるいは K 隊員は D、D タイプなのかもしれない。しかしこれにめげることなく高所順応の獲得をされているわけであり、高所耐性を向上する努力を継続されることを期待したい。

### ダイアモックス服用について

イエチェン到着後から大紅柳灘までの7日間、K 隊員は毎日1錠のアセトゾラマイド (商品名: ダイアモックス) を服用された由であるが、その後も服用を継続されておれば6345m 峰の登頂不成功はあるいはなかったのかもしれない。これは呼吸促進作用が主で、利尿剤ではないのである。手のしびれ程度の副作用はあるものの、AMS 予防と高所順応獲得にはきわめて有効な薬剤と思われる。