

高峰登山の実践と高所順応トレーニング の経緯と成果をめぐって

渡 辺 雄 二

はじめに

栃木県高等学校体育連盟登山部（以下本登山部）では、指導者の資質の向上と、健全かつ安全な高校登山部の活動を推進するために、数次にわたる海外での高峰登山を実践して参りました。高峰登山の成否は、言うまでもなく高所にいかに順応するかにかかっているわけで、その登山を安全に行なうための大きな要因であります。本登山部では、1984年のインドヒマラヤ登山以来、筑波大学運動生理学教室浅野勝巳教授の指導の下に、高山病を防ぎ高所に順応するためにはいかなるトレーニングが有効かについて調査をしております。この調査は、浅野教授とそのスタッフの献身的な努力によって、当登山部との共同研究という形をとっていただき、今年で10年間に及びます。その経緯と成果については、登山研修VOL.1及び7に報告されております。そこで本稿では、これまでの経緯と成果を踏まえた上で、1992年に本登山部で実施したパミールの二つの高峰（コルジェネフスカヤ峰7,105mとコムニズム峰7,495m）を登山するための低圧環境シュミレーター内におけるトレーニングと登山の実際について、特に私自身に関することを中心に報告いたします。

1. 1984年インドヒマラヤにおける実践

CB31峰（6,099m）の16名全員登頂を目指した登山計画でした。登山期間は7～8月の21日間で所期の目的どおりに全員が頂上に立つことができました。私自身が登頂に要した日数（ルート工作、荷上げ含め）は10日間でした。16名の平均年齢は38.3歳でしたので、中高齢登山隊に近いものと言ってもおかしくはありません（当時はそのような言い方は流行っていなかったと思います）。低圧環境シュミレーターの中でトレーニングを行った登山隊員は4名（以下被験者と略す）で、その内の3名（私Y.W, Y.I, Z.K）は10年

間にわたって現在も被験者を継続しております。

当時の私（33歳）の体力測定値は次のようなものでした。身長168.1cm, 体重69.4kg, 体重当

りの最大酸素接種能力（以下 $\dot{V}O_2\max$ と記す）51.9ml。（表1参照）

(1) トレーニングの方法と実施内容

- ① 筑波大学内の環境制御装置（低圧環境シュミレーター）内において、モナーク社製自転車エ

Subjects (male)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	$\dot{V}O_2\max(\text{sea level})$ ($l \cdot \text{min}^{-1}$)($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	
Z. K.	30	178.2	72.8	3.71	51.0
Y. I.	32	178.8	69.6	3.65	52.4
Y. W.	33	168.1	69.4	3.60	51.9
S. M.	45	167.8	64.2	3.07	47.8

表1 被験者の年齢, 身長, 体重及び $\dot{V}O_2\max$

5. 高所医学, 運動生理

Subject: Y. WATANABE (33yrs), 4000 ~ 6000m x (11)

ルゴメーターにより, ペダリング運動を行いました。

- ② 運動の強度は, 各高度とも被験者の $\dot{V}O_2\max$ の約60%, 自転車エルゴメーター強度1.0~2.0kp程度でありました。

- ③ ペダリング運動時の心拍数は, 各高度とも120~150拍/分の水準でした。

- ④ トレーニングの実施内容は図1のとおりで, 4月20日から6月29日まで11回実施しました。

- (2) トレーニングの効果について
4月15日にトレーニング前 (Pre) の基礎データを取り, トレーニング後 (Post) のデータを7月5日にとりました。それ

4000m x (2)

5000m x (3)

5500m x (3)

6000m x (3)

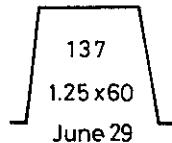
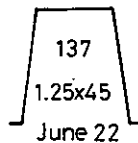
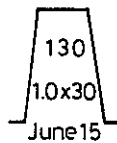
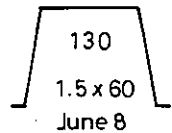
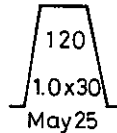
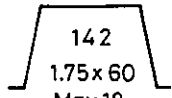
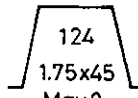
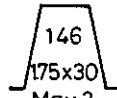
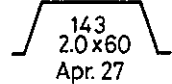
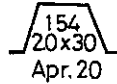


図1 渡辺のトレーニング内容

らのデータのうちに, 次の3点の比較を行ってみました。

- ① $\dot{V}O_2\max$ に及ぼす効果

表2は $\dot{V}O_2\max$ の絶対値 (l/分) と体重当り (ml/kg/分) についてのPreとPostの値とその増加率 ($\Delta\%$) を示しています。Y. Iについては, Postの測定時に体調をくずしており, マイナス数値になっておりますが, 全体的には, 平均値 (\bar{X}) として, 絶対値で2.3%の増加, 体重当りでは4.3%の増加を示しました。私はそれぞれ3.3%, 4.6%という増加率でした。

- ② 血中乳酸濃度に (HLA) に及ぼす効果

$\dot{V}O_2\max$ が増加したということは, 筋肉1kg当りの組織細胞への O_2 供給率はその分だけ増加したことを意味しており, O_2 不足による筋肉内の乳酸生成量を減少させる効果があるようです。図2は4人の被験者の平均値の変化であり, 明らかに右方に移行しております。私の変化は図3で, 効果が顕著には見られませんでした。これは, 元来運動時血中乳酸の上昇が低く押さえられ, O_2 供給が比較的充足しているためかも知れないとのことでした。

- ③ 心拍数 (HR) 応答に及ぼす効果

図4は運動時心拍数応答の, トレーニング前後の4人の平均値の比較である。HLAの数値と

5. 高所医学, 運動生理



1984年 $\dot{V}O_2\max$ の測定

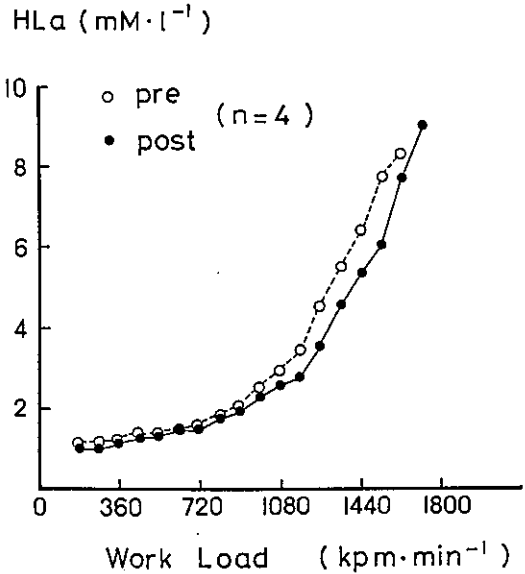


図2 血中乳酸濃度の変化(4人の平均値)

Subjects	Pre	Post	Δ%
$\dot{V}O_2\max(l\cdot\min^{-1})$			
Z. K.	3.71	3.80	2.4
Y. I.	3.65	3.51	-3.8
Y. W.	3.60	3.72	3.3
S. M.	3.07	3.33	8.5
\bar{X}	3.51	3.59	2.3
$\dot{V}O_2\max(ml\cdot kg^{-1}\cdot\min^{-1})$			
Z. K.	51.0	54.3	6.5
Y. I.	52.4	49.8	-5.0
Y. W.	51.9	54.3	4.6
S. M.	47.8	53.7	12.3
\bar{X}	50.8	53.0	4.3

表2 $\dot{V}O_2\max$ の変化

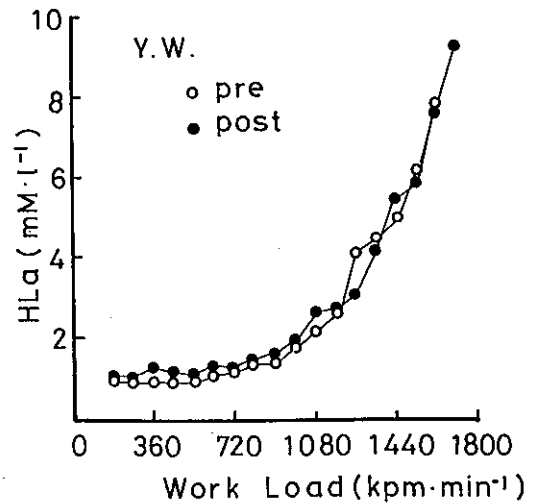


図3 渡辺の血中乳酸濃度の変化

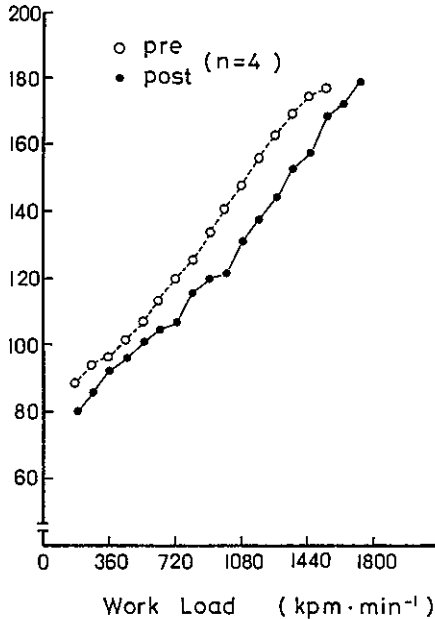
HR (beats · min⁻¹)

図4 心拍数応答の変化(4人の平均値)

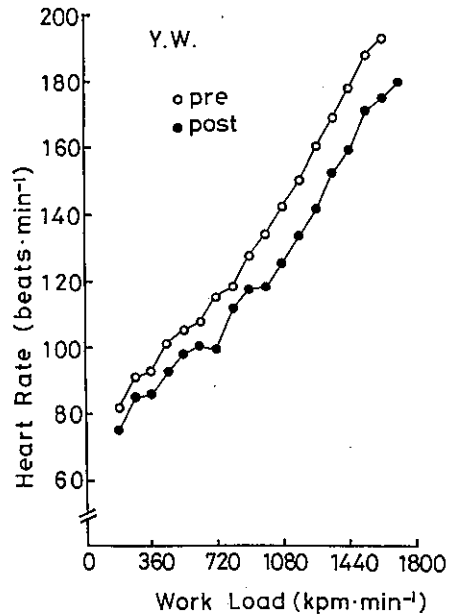


図5 渡辺の心拍数応答の変化

同じように右方へ移行しており、同一運動強度に対して約10拍/分程度低値で応答していることが明らかです。このことは、同一強度の運動を高所で行うさいに、心臓への負担が軽減されることにつながると考えられます。図5は、私の変化を示しております。

(3) 登山活動の実際と生理的応答について

被験者4名と他の隊員2名は、登山期間を中心にして29日間、朝の起床時に次の生理的反応について測定し、それを実際の登山行動に対応させ検討してみることにしました。基礎心拍数 (Basal HR.)、基礎呼吸数 (Basal Resp)、基礎収縮期血圧 (Basal Systol, Pr) 基礎拡張期血圧 (Basal Diastol, Pr) 計算上求められた心拍出量 (\dot{Q}) 及び高山病的所見 (頭痛、めまい、食欲不振、睡眠障害、疲労感など)

図6は、私のこれらの項目と実際の登山行動を対応させたもので、各測定項目とも全過程において一定値かあるいはむしろ漸減する傾向を示しています。また、高山病所見は軽い頭痛程度の軽微なものでした。これは、私だけに限った傾向ではなく、他の3名の被験者にも言えることです。トレーニングを行わなかった他の隊員の多くは、頭痛、浮腫、食欲不振、倦怠感などに悩まされていたことから比較すれば、4名の高所順応は極めてスムーズであったわけです。

以上のことから、今回行なった低圧環境シュミレーターにおけるトレーニングは、高所順応に効果的なものであったと考えられました (詳細は本登山部刊「インドヒマラヤを攀じる」1984を参照)。

5. 高所医学, 運動生理

よって, 次の高峰登山においてもこのトレーニングと現地における調査を継続することにしました。

2. 1990年中国崑崙山脈における実践

インドヒマラヤから5年の歳月を経て, 1990年に中国崑崙山脈の未踏峰慕士山(ムズターグ峰, 6,638m)において, 1984年の登山以後の継続的な調査と実践を行うことができました。この報告は昨年度の登山研修VOL.7において, 浅野教授より直接寄稿をいただいているので, 詳細についてはVOL.7を参考にさせていただければと思います。ここでは, 直接私自身のトレーニングの経緯と成果に係る部分について, 概略をまとめておきたいと思います。

この崑崙登山までに5年の歳月を要してしまったのは, 1988年の三国友好登山隊(チョモランマ峰)に私が隊員として参加し, その準備と実際のために丸2年

間を費やしてしまったことによります。しかし, その世界最高峰の登山において, 携帯用心電図計(Holter心電計)により, 高度5,350m(BC)より7,980m(サウスコル)の間を高度を上げつつ5日間行動し, 心電図の連続記録をとることができました。さらに, 1990年の崑崙登山でも, 4,180m(BC)より6,320m(C₂上部)の間の4日間の心電図を記録いたしました。その分析は, 医師である堀井昌子先生により, 登山研修VOL.7「高所登山と心拍数, 血圧の変化」という論文で明らかにされております。私にとっては, 三国友好登山隊での分析結果を理解しておりましたので, 心拍数から認められる高所順応についても大きな関心を寄せていました。そこで崑崙登山でもその記録をとったわけです。1992年のパミール登山でも4,200mのBCから7,105mのコレジェネフスカヤ峰登頂までの4日間, Holter心電計で記録しましたが, これは現在浅野教授の下で分析検討されております。

中国崑崙登山の派遣期間は1990年7月15日～8月31日, 登山期間は7月29日～8月30日の23日間。登山隊の隊員は21名, その内6名が被験者となりました。6名中4名は, 84年の時と同一人物であり, 有意義な調査が期待されました。6名の体力特性については表3のとおりです。VO₂maxについ

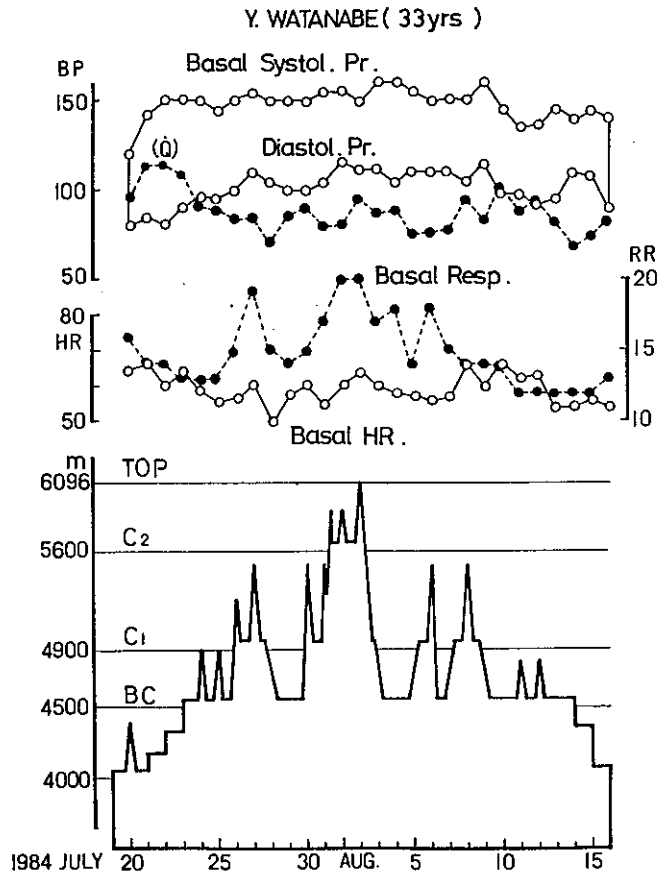


図6 渡辺の登山活動中の生理的応答変化

5. 高所医学, 運動生理

ては、低圧環境シュミレーター内の4,000m相当高度で測定いたしました。年齢は確実に6歳増えております。

表3 隊員の年齢, トレーニング前の身長, 体重
および4,000m高度での最大 $\dot{V}O_2$ 摂取能力

Subjects (male)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	$\dot{V}O_2$ max (l/min)	$\dot{V}O_2$ max/Weight (ml/kg/min)
H.S.	21	167.2	61.4	2.16	35.2
H.G.	28	175.9	71.7	2.59	36.1
Z.K.	36	178.6	70.9	2.16	30.4
Y.I.	38	179.5	72.0	2.20	30.6
Y.W.	39	168.5	68.2	2.71	39.7
S.M.	51	167.5	64.7	(1.44)	(22.2)
Mean	35.5	172.9	68.1	2.36	34.4
S.D.	9.4	5.3	3.9	0.24	3.5

(1) トレーニングの方法とその実施内容

トレーニング前(4月15日), トレーニング後(7月6日)および帰国1週間後(9月8日)の三回にわたり, 低圧環境シュミレーターの4,000m相当高度で最大運動を多段階漸増負荷法により実施, $\dot{V}O_2$ max, 血中乳酸濃度(La), 血圧(BP), 心拍数(HR), 動脈血酸素飽和度(SaO₂)及び主観的運動強度(RPE)などの生理的指標の測定を行いました。前回(84年)と比べて, 帰国1週間後の測定と, 帰国時(8月31日)に成田空港にて形態計測及び採血が加わりました。

- ① 運動強度は, 高度4,000mでトレーニング前に測定 $\dot{V}O_2$ maxを基準に, 4,000m相当ではその60%, 70%及び80%, 5,000m以上では, $\dot{V}O_2$ maxが1,000m上昇するごとに3%減少すると仮定して算出した $\dot{V}O_2$ maxの, それぞれ60%, 70%及び80%の3種の強度で実施しました。
- ② トレーニングの実施内容は, 表4のとおりで, 自転車エルゴメーターを1分間に50回転, 30分間のペダリング運動を各高度にわたり, 計15回実施しました。

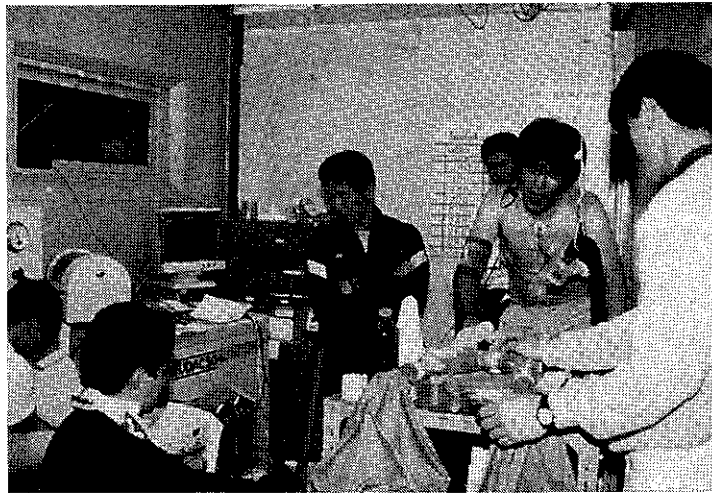
(2) トレーニング及び登攀活動による効果について(被験者6名の平均値から)

- ① $\dot{V}O_2$ maxの変化, トレーニングにより5.5%の増加を示したが, 統計的には有意な差ではないようで, 下山後もその数値を維持していた。

5. 高所医学, 運動生理

表4 トレーニングの実施内容 (1990年)

回数	実施月日	高度 (m)	時間 (分)	VO ₂ max に対する 運動強度 (%)	エルゴメーター 強度 (Kp)
1	4.20	4,000	30	60	2.35
2	4.27	4,000	30	70	2.75
3	5. 8	4,000	30	80	3.1
4	5.15	5,000	30	60	2.0
5	5.18	5,000	30	70	2.5
6	5.25	5,000	30	80	2.9
7	5.29	5,500	30	60	1.9
8	6. 1	5,500	30	70	2.35
9	6. 5	5,500	30	80	2.7
10	6. 8	6,000	30	60	1.75
11	6.12	6,000	30	70	2.2
12	6.19	6,000	30	80	2.5
13	6.22	6,700	30	60	1.6
14	6.29	6,700	30	70	1.9
15	7. 3	7,000	30	60	1.5



1990年低圧環境シュミレーター内における4,000m相当高度での測定

② 4,000mにおける最大下及び最大運動時の血中乳酸濃度 (La) に及ぼす影響について

OBLA-W.L. (血中乳酸蓄積開始点における運動強度 <W>) は, 通常, Laが4 mMでの運動強度を用いるようで, トレーニング前の 132.3 ± 20.8 (W) からトレーニング後の 161.1 ± 17.8 (W) へ統計的に有意な増加 ($P < 0.01$) を示しています。この数値は, 1984年の数値と比較すると, より顕著であるのは, 4,000m相当高度での測定値だからだそうです。下山後の数値は, トレーニング後と同等, もしくはトレーニング後の値よりも150W以降でやや高い傾向を示しています。

5. 高所医学, 運動生理

③ 4,000mにおける最大下及び最大運動時の心拍数及び血圧応答に及ぼす影響

トレーニング前と比較すると、トレーニング後に運動時心拍数 (HR) は同一強度に対し、10~20拍、収縮期血圧 (SBP) は10~20mmHgの減少傾向を示しています。このことは、心筋への酸素供給の効率化を示唆するものでしょう。下山後の心拍数はトレーニング前に比べ低下傾向にあります。約150W以上では、トレーニング前の値に近似する値を示しています。

④ 4,000mにおける最大下及び最大運動時の心理的応答及び有酸素的作業能に及ぼす影響

主観的運動強度 (RPE) については、トレーニング後及び下山後における、低圧環境下及び同一運動強度に対する感覚的ストレスの軽減を示しています。また、前記②で記したとおり、有酸素的作業能と相関が高いとされるOBLA-W.L.及び疲労困憊に至る点までの最大作業時間と総仕事量は、いずれもトレーニング後に有意な増加を示し、さらに、下山後もトレーニング前に比べて最大作業時間と総仕事量では有意な増加を示し、OBLA-W.L.は増加傾向にありました。

⑤ 4,000mにおける最大下及び最大運動時の換気応答に及ぼす影響

このことについては、図7、図8、図9に示されたとおり、下山後の変化が著しく、酸素摂取量 (VO_2) 及び二酸化炭素排出量 (VCO_2) に大きな変化が認められなかったことから、この減少は約1ヶ月間の高地滞在による適応の結果、換気の抑制が進行したものと考えられるようです。

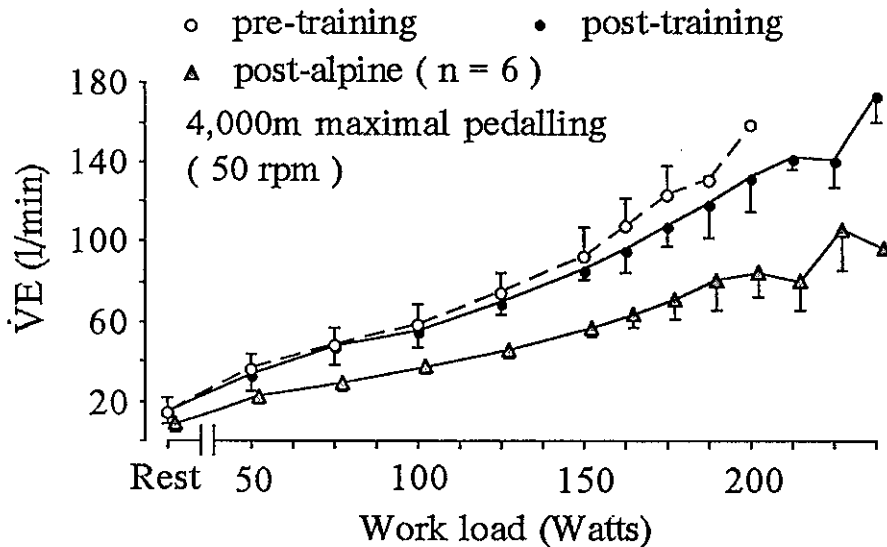


図7 高所順応トレーニングの前、後および下山後の4,000m高度における運動時換気量 (VE) の比較

5. 高所医学, 運動生理

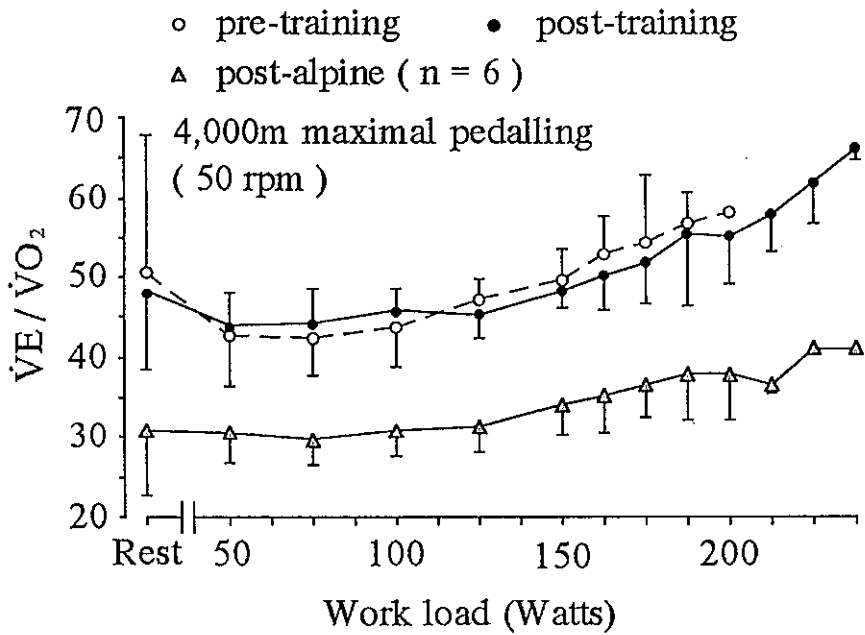


図8 高所順応トレーニングの前, 後および下山後の4,000m高度における運動時 O_2 換気当量 ($\dot{V}E / \dot{V}O_2$) の比較

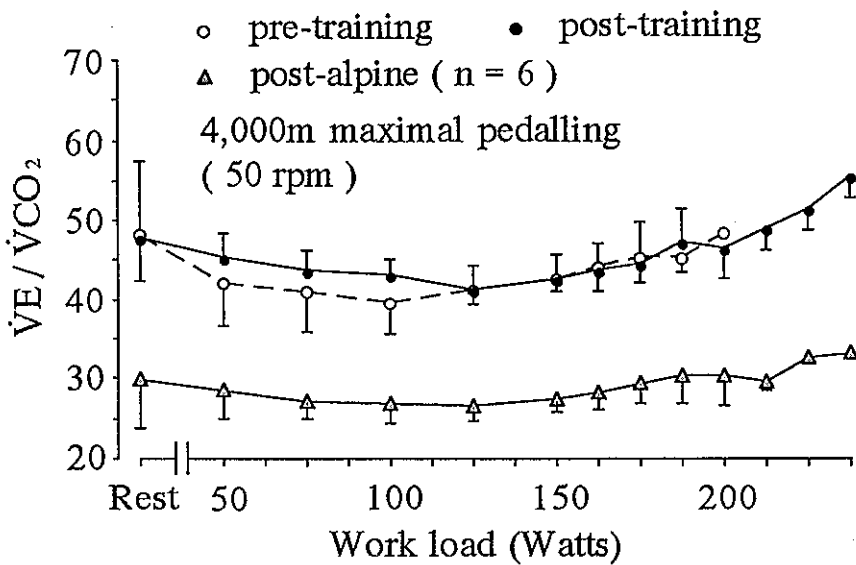


図9 高所順応トレーニングの前, 後および下山後の4,000m高度における運動時 CO_2 換気当量 ($\dot{V}E / \dot{V}CO_2$) の比較

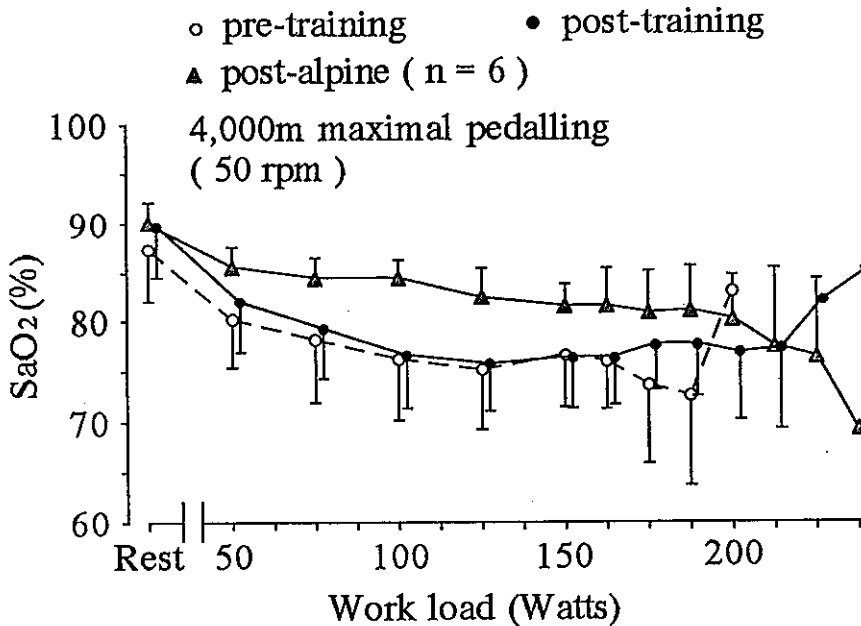


図10 高所順応トレーニングの前, 後および下山後の4,000m高度における運動時動脈血O₂飽和度 (SaO₂) の比較

⑥ 4,000mでの最大下及び最大運動時の動脈血酸素飽和度に及ぼす影響

図10は, 動脈血酸素飽和度 (SaO₂) をトレーニング前後及び下山後について比較したものです。特に下山後には, 最大下運動時のSaO₂が約5%以上の増加を示しており, これは, 高所適応による酸素運搬系の効率化に起因するものと考えられるようです。

以上①~⑥の数値を検討してみると, ①の $\dot{V}O_{2max}$, ②のLa, ③のHRとSBP, ④のRPEとOBLA-W.L.はトレーニング後に有意な数値を示しているが, ⑤の換気応答及び⑥のSaO₂については, 下山後に有意な数値を示していたのが特徴的でした。

(3) 慕士山 (ムズターグ峰) 登攀過程における生理的応答について

1984年のインドヒマラヤと同じように, 登攀過程における生理的・心理的応答を以下の各項目において測定しました。基礎体温 (BBT), 基礎収縮期血圧 (BSP), 基礎拡張期血圧 (BDP), 基礎心拍数 (BHR) 及び基礎呼吸数 (BRR)。さらには, 高山病の諸症状についても記録しました。図11は, 私の登攀中の生理的応答変化を示すものです。私は登山活動中, 高山病の症状は顕著にあらわることなく, 高所への順応はすこぶる順調でした。BHRは80拍/分以下に抑えられており, BSPもBDPも比較的低値を示しています。さらに表5は $\dot{V}O_{2max}$ 及びOBLA-W.L.のトレーニング前後の比較ですが, 私 (Y.W.) の場合は被験者の中でも最高値を示しており, $\dot{V}O_{2max}$,

5. 高所医学, 運動生理

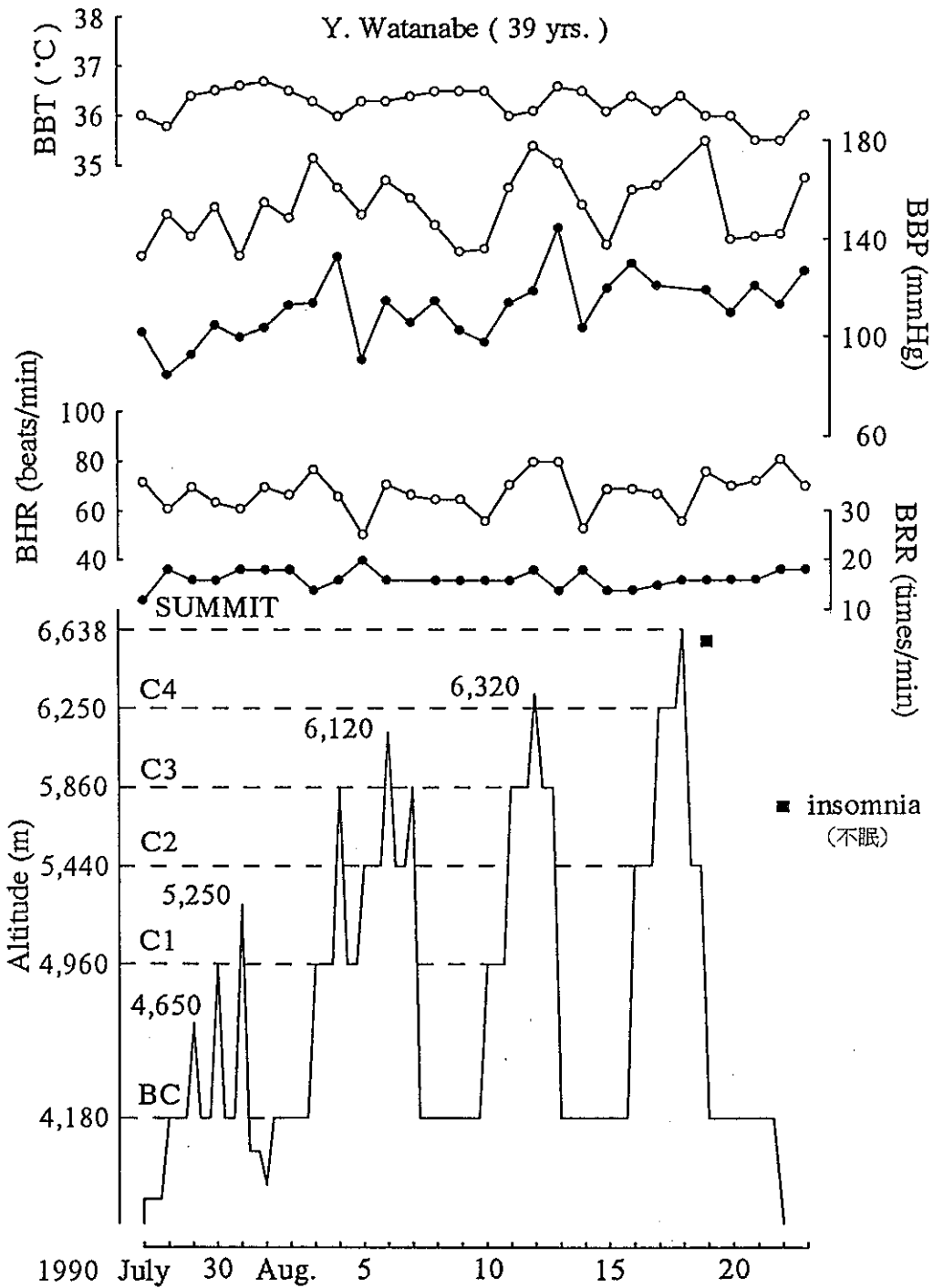


図11 渡辺の登はん中の生理的応答変化

5. 高所医学, 運動生理

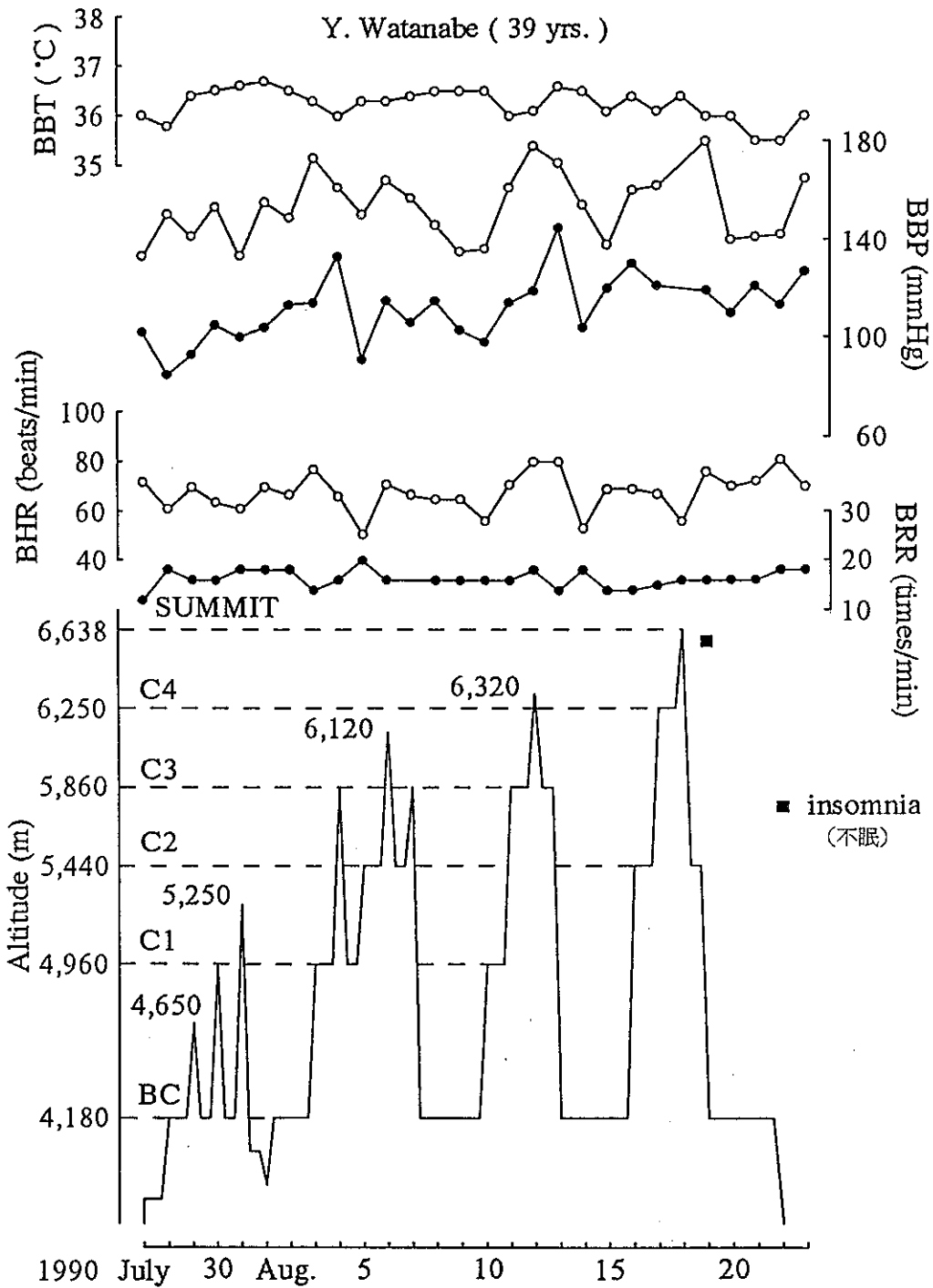


図11 渡辺の登はん中の生理的応答変化

5. 高所医学, 運動生理

OBLA-W.L.ともそれぞれ2.8%, 17.7%と増加しています。

低圧シュミレーター内における高所順応トレーニング, 実際の登山活動, 下山後の測定値などから考えると, 私のトレーニングは効果的に高所順応に貢献していると結論づけることができます。他の被験者についても, 同様の傾向がみられました。

表5 4,000mでの $\dot{V}O_2\max$ およびOBLA-W.L.のトレーニング前後の比較

Subjects	$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)			OBLA-W.L.(Watts)		
	pre-Tr.	post-Tr.	$\Delta\%$	pre-Tr.	post-Tr.	$\Delta\%$
H.S.	35.2	39.6	+12.5	132.4	147.1	+11.1
H.G.	36.1	32.9	- 8.9	137.3	160.3	+16.8
Z.K.	30.4	33.6	+10.5	141.2	179.4	+27.1
Y.I.	30.6	33.9	+10.8	129.4	145.6	+12.5
Y.W.	39.7	40.8	+ 2.8	158.3	186.3	+17.7
S.M.	(22.2)	31.9	(+43.7)	(95.1)	148.0	(+55.6)



1990年の浅野研究室のスタッフ

3. パミール登山での実践

1984年と1990年の高所順応トレーニングと登山の成果については, 私たちの期待に十分応えるものでありました。次に私たちの関心は, 平地に下りて来た場合, 高所順応の成果はどの程度持続するものなのかという問題です。そこで, 高所順応による酸素運搬系の効率を示す一つの指標である動脈血酸素飽和度 (SaO_2) に注目し, その変化を測定し, 問題解決の一つの糸口にしようと試みました。

また, SaO_2 については, 登山研修VoL.7に「高山・高地とパルスオキシメーター」と題して増山茂先生の研究論文が掲載されておりますし, 賈田宗男氏のチョモランマ登頂記である「たったふたりの

5. 高所医学, 運動生理

「チョモランマ」にも、その測定について実際の登山活動の中で報告されており、大いに興味関心のあるところでした。パミール登山での筑波大学との調査活動は、単に SaO_2 だけを取り上げたものではありませんが、本稿では、前2回の実践を踏まえた上で（高所順応トレーニングの有意な効果） SaO_2 に注目して報告したいと思います。

登山の目標は、パミールの高峰であるコルジェネフスカヤ峰（7,105m）とコムニズム峰（7,495m）の2峰であり、20日間という限られた登山期間で連続登頂を目指すものです。

登山隊の構成は3名（全員被験者）で、'90年の2年後の1992年7月25日～8月24日の1ヶ月間、実際の登山期間は8月1日～20日までの20日間で計画しました。

(1) トレーニングの方法と実施内容

今回は特に、下山後（帰国後）の変化についての測定に関心を持ちましたので、表6のような日程で'90年と同じ項目についての4,000m高度での測定を実施しました。トレーニングについては、表7のような日程と内容で実施しました。現在のところ、10月15日までの測定値までしか判明しておりませんので、中間報告ということになってしまいますが、御了承下さい。

表6 高度4,000mにおける最大下運動における生理的指標の測定（1992年）

期 日	摘 要
5月 7日	トレーニング前
7月21日	トレーニング後
8月27日	下山後（BCから1週間）
9月10日	〃（BCから3週間）
9月24日	〃（BCから約1ヶ月）
10月15日	〃（BCから約2ヶ月）
11月12日	〃（BCから約3ヶ月）
2月 4日	〃（BCから約半年）

表7 トレーニングの実施内容（1992年）

回数	実施月日	高度 (m)	時間 (分)	$\dot{V}\text{O}_2\text{max}$ に対する 運動強度 (%)	エルゴメーター 強度 (Kp)
1	5.14	4,000	30	70	2.75
2	5.21	5,000	30	60	2.0
3	5.26	5,000	30	70	2.5
4	5.28	5,000	30	70	2.5
5	6. 4	5,500	30	60	1.9
6	6.11	5,500	30	70	2.35
7	6.16	5,500	30	70	2.35
8	6.25	6,000	30	60	1.75
9	7. 2	6,000	30	70	2.2
10	7. 7	6,500	30	60	1.65
11	7.14	6,500	30	70	2.1
12	7.16	7,000	30	60	1.5

5. 高所医学, 運動生理

(2) 4,000m高度における最大下運動における動脈血酸素飽和度 (SaO₂) の変化について

表8の1にみられるとおり, 私のトレーニング前とトレーニング後の値は増加していることが分かりますが, 前回と同じようにその増加値は際だって大きなものではありませんでした。しかし, 下山後の数値はトレーニング前と比較すると有意な増加がみられ, さらに, 8月20日に4,200mのBCから下山して約2ヶ月後の10月15日の測定値ですら, トレーニング前及び後よりも勝っております。これは, トレーニング及び高所順応によってSaO₂が増加し, 下山後も少しずつ漸減はしているものの2ヶ月間高い水準を維持していることは特記すべきことでしょう。しかしながら他の2名の被験者Y. I とH. Gについては, 私ほど有意な変化はみられず, Y. I は, トレーニングによる成果は安静時以外は増加がなく, 下山後はトレーニング前よりも低値を示しており (表

表8の1 4,000m高度における最大下運動における
動脈血酸素飽和度 (SaO₂) の変化 (%) 渡辺

経過 期日	安 静 時	3~4分	7~8分	11~12分
5月 7日 (トレーニング前)	83	73	73	76
7月21日 (トレーニング後)	86	81	80	80
8月27日 (下山後)	90.5	87	85	85
9月10日	92	86	84	82
9月24日	89	83	82	81
10月15日	87.5	82	81	81

表8の2 Y. I

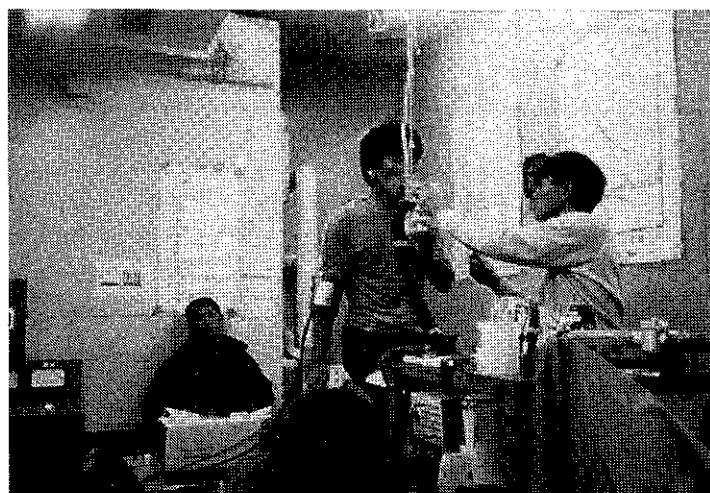
経過 期日	安 静 時	3~4分	7~8分	11~12分
5月24日 (トレーニング前)	91	81	80	80
7月21日 (トレーニング後)	96	80	78	75
8月27日 (下山後)	89	85	85	82
9月10日	88.5	84	83	83
9月24日	89	81	82	80
10月15日	89	76	71	76

5. 高所医学, 運動生理

表8の3 H.G

経過 期日	安 静 時	3～4分	7～8分	11～12分
5月 7日 (トレーニング前)	83	73	73	76
7月21日 (トレーニング後)	86	81	80	80
8月27日 (下山後)	90.5	87	85	85
9月10日	92	86	84	82
9月24日	89	83	82	81
10月15日	87.5	82	81	81

8の2), またH.Gにあっては, トレーニング後の数値ならびに, 下山後の最も早い測定時の数値には顕著な増加がみられましたが, その後の測定値は, トレーニング前と同程度かそれ以下の値を示しています。このことは, 私の方が他の2名の被験者よりも SaO_2 の観点からは高所に順応しやすく, またそれを持続している期間が長いという特性を備えていると思われます ('84年と'90年の調査からも同じようなことが言えます。)



1992年低圧環境シュミレーター内において
安静時の測定をしているところ

(3) 登攀過程における動脈血酸素飽和度 (SaO₂) の変化

表9は、早朝起床時にオキシメーターで測定したSaO₂の3人の数値です。それを登攀の全過程に対応させると図12になります。表9及び図12を検討してみると、私が最小値を示しているのは、コルジェネフスカヤ峰においては、8月4日の朝で、登攀活動を開始して4日目、5,800mのC₂に宿泊した時の50%という数値です。他の2名についてもY. I 34%, H. G 45%と、私よりさらに低値を示しています。ここで特筆しておくべきことは、Y. Iは、この日の行動中において高所障害の症状である意識障害を起こしたことです。この日の行動は、5,800mのC₂より6,300mのC₃へ各自約15kg程度の荷物を背負って荷揚げを行い、その後休養のためBCへ下るものでした。C₂到着時及び6,100m地点までの下降中であっては、特にその徴候は見られませんでした。6,100m地点から5,800mのC₂への下降時に意識障害が発症したと思われます。特にC₂到着時には、意識に混乱がみられ、運動失調(まっすぐ歩けない)状態であったため、空身にさせ、私が付き添って至急に下山しました。5,300mのC₁到着時には、高山病の症状も消えて回復をしましたが、判断を誤ると大事に至ったかも知れませんでした。この日の朝の本人の健康チェック表では、基礎心拍数(BHR)が91/分、基礎収縮血圧(BSP)150mmHg、基礎拡張期血圧(SDP)133mmHg、高山病症状では頭痛に+が記入されており、他の項目については特異的なのみみられませんでした。しかしながら、C₂に宿泊したこの行動は、3人全員が登山活動中のSaO₂が最低値を示していることから、SaO₂の観点からは高所に対する順応が十分ではなかったと言えます。

次にコルジェネフスカヤ峰アタック時の数値をみると、アタック出発の朝は渡辺66%, T. I 62%, H. G 55%, その翌朝は渡辺65%, Y. I 59%, H. G 48%という低値をC₂で示しています。この時、高山病症状がみられたのは、H. Gが頭痛+, 咳+そして下痢で苦しんでいたことでした。H. Gは8月5日から下痢の症状があらわれており、体調的に不十分な中での登頂であったため、極度に疲労しておりました。6,300mという高度で、SaO₂という数値がSaO₂の観点からみれば行動上の目安になるような気がします。(日常生活においては、80%を下回るようならば危険な状態と言えるのでしょうか。)

コムニズム峰の登攀活動については、H. Gはコルジェネフスカヤ峰登山終了後も下痢が回復せず、私とY. Iの2名で行いました。この登攀活動中におけるSaO₂の最小値は、C₂の6,750mにおける渡辺50%, Y. I 66%でした。コルジェネフスカヤ峰登山終了後でしたので、高所への順応は獲得していると考えました。しかし、1日の行動時間が長かったり、荷物が結構重かったりで、コルジェネフスカヤ峰の登攀活動より疲労度は高いものでした。とは言っても、高山病の症状は2人とも特に見られませんでした。登攀活動そのものは、残念ながら悪天のため断念せざるを得ませんでした(今シーズンのコムニズム峰の天候は数年ぶりに悪かったとの現地スタッフの話でした)。

5. 高所医学, 運動生理

表9 登攀活動中の動脈血酸素飽和度 (SaO₂) の測定値 (%)

日数	月 日	測定場所	渡 辺	Y. I	H. G	行 動 内 容
1	8月1日	BC (4,200m)	80	78	76	コルジュエネフスカヤ峰 BC ←→ C ₁
2	2日	"	80	87	73	BC → C ₁
3	3日	C ₁ (5,300m)	64	57	68	C ₁ → C ₂
4	4日	C ₂ (5,800m)	50	34	45	BC ← C ₁ → C ₂
5	5日	BC (4,200m)	85	84	68	休 養
6	6日	"	90	90	83	"
7	7日	"	89	88	83	BC → C ₂
8	8日	C ₂ (5,800m)	72	68	53	C ₂ → C ₃
9	9日	C ₃ (6,300m)	66	62	55	C ₃ ←→ 頂上
10	10日	"	65	59	48	BC ← C ₃
11	11日	BC (4,200m)	87	87	75	休 養
12	12日	"	88	91	85	"
13	13日	"	88	92	85	BC → C ₁
14	14日	C ₁ (5,100m)	80	84		C ₁ → C ₂
15	15日	C ₂ (6,000m)	70	70		C ₂ → C ₃
16	16日	C ₃ (6,750m)	50	66		BC ← C ₃
17	17日	BC (4,200m)	85	84	82	BC 滞在
18	18日	"	85	92	87	"
19	19日	"	88	91	89	"
20	20日	"	90	90	89	BC 発

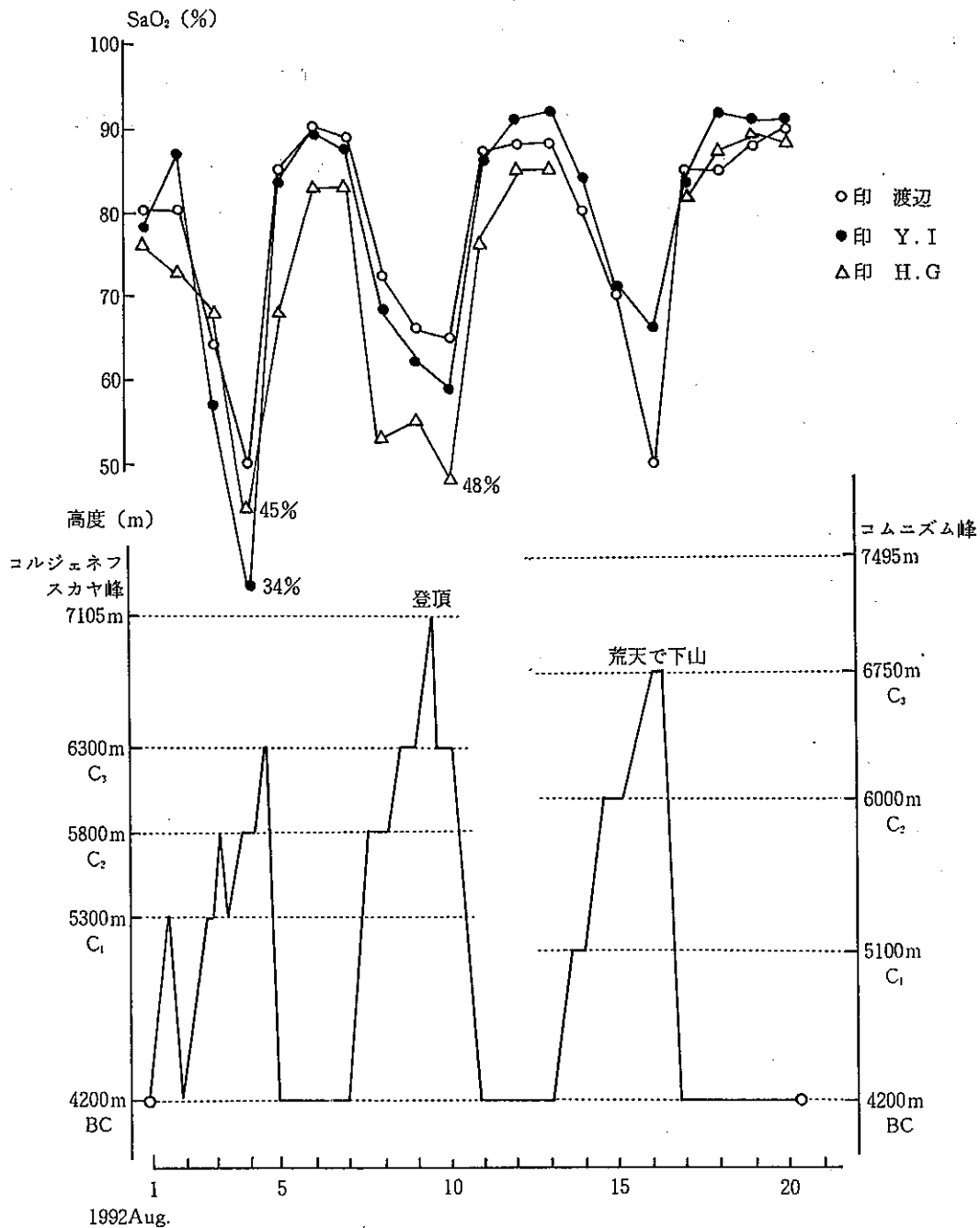


図12 登攀活動と動脈血酸素飽和度 (SaO_2) の変化

5. 高所医学, 運動生理

4. 今後の課題と取り組み

パミールでの調査活動の分析は、下山後の測定を現在も行っているために、最終的にはもうしばらく時間が必要になると思います。本稿では、実際の登攀活動と SaO_2 の変化についての、測定値のみに関する報告をしたにすぎません。詳細な科学的分析及びその検討は浅野教授の指導の下に研究室のスタッフが研究を進めているところです。しかしながら、私どもは、浅野教授の指導の下にこの調査研究活動と登山の実践を過去10年間にわたって継続できていることに大変な意義を見い出しております。高峰の安全登山のためにはどのような点について認識すべきか、またそのための有効なトレーニングと登山行動のあり方はいかにあるべきかなど、科学的視野に立って検討する意義を感じずにはいられません。人の生命は地球よりも思いと言われております。死の代償としての登頂は真の登山の成功とは言えないでしょう。私達は、科学的な視野を広げ、トレーニングの実践（日常の登山活動や平地でのいわゆるトレーニング、低圧環境シュミレーターでのトレーニングなどを含め）を重ね、人間の文化活動としての高峰登山を行いたいと思っています。今までの活動を踏まえた上で、私達は近年中に再び「安全に高峰登山を行うためには、高山病をいかにして防ぐか。」をテーマに、世界的な視野をもち、夢多き高峰登山を行って行きたいと思っています。

1992年のパミール登山に係る浅野教授を中心とする調査研究の結果につきましては、次年度のこの誌上で報告していただければ幸いです。またそれを切望しているところです。

最後になりましたが、私達の活動に対しまして献身的に御尽力をいただいたり、資料の提供や分析のアドバイスをいただいております浅野勝巳教授とその研究室のスタッフに対して感謝申し上げます。

(栃木県高体連登山部)