

## 低圧室を利用したトレーニング

渡 邊 雄 二

はじめに

1995年8月、栃木県高体連登山部中国チベット学術登山隊の隊員11名は、ニンチンカンサ峰(7,206m)西面新ルートから頂上に立つことができました。この成果は、隊員の日々の努力はもとより、1984年より低圧室でのトレーニングをご指導いただいた筑波大学の浅野勝己先生のご尽力なくしては、成し得なかったものと言えます。

本登山部では、1984年インドヒマラヤCB31峰(6,096m)の登山を契機に、高峰登山の安全とより充実した登山活動を実践するために、筑波大学運動生理学教室に付属する低圧室を利用して、浅野勝己先生のご指導の下にトレーニングと高所における運動生理の研究を継続して参りました。その登山と成果については、次のとおりであります。

1984年	インドヒマラヤCB31峰(6,096m)	16名全員登頂
1990年	中国崑崙ムーシェ・ムズターグ(6,638m)	2名初登頂
1992年	コルジェネフスカヤ峰(7,105m)	3名登頂
1995年	ニンチンカンサ峰(7,206m)	11名登頂

この12年間の4つの登山隊において特筆すべきことは、全て無事故で成功裡に終了していることです。「ヒマラヤ登山 日本隊遭難の記録」(1994年日本ヒマラヤ協会発行)によると、1952年～1993年の42年間に、いわゆるヒマラヤ登山に出掛けた41人に一人の割合(9,064人中222人死亡、死亡事故率2.4%)で死亡事故に遭っている現実があります。上記4回の登山に参加した登山隊員(トレッキング隊員は除く)は延べ58名ですので、その計算でいくとなんと私達の隊員の中から1.4人の死亡者がでも不思議ではありません。このことを考えると、安易にヒマラヤ登山へとは行きません。しかしながら、このような状況にならなかった、すなわち事故に遭わなかったということの大きな要因の一つに、低圧室でのトレーニングの成果があると考えています。私達の実践と研究が、ヒマラヤ登山での事故防止にいくらかでも役立ち、さらには「より困難を目指した高峰登山」の発展の一助になればと願い、低圧室でのトレーニングに関し、その方法と効果について簡単に発表させていただきます。

## 1. 筑波大学低圧室でのトレーニングの実践例

私達が筑波大学の浅野先生にご指導をいただくきっかけは、東京都山岳連盟の高所登山研究会で、筑波大学における低圧室でのトレーニングが話題になったことでした。それは、1982年の国土地理院登山隊(キャリオルン峰)の報告に関するもので、雑誌に「タンクが育てた登山隊」として掲載されていました。さらに、後日発行された同隊の報告書には低圧室でのトレーニングの実施状況と登山活

## 5. 高所登山と低圧環境トレーニング

動の様子が克明に記されており、高所登山の経験者の少ない私達の方にとっては、大変画期的なものとして受け止めました。私達は、当面する課題の糸口を見つけたような気がして、早速浅野先生にご相談したところ、快くトレーニングとそれに伴う共同の研究を引き受けていただきました。折しも、浅野先生の研究室では、低圧室でのトレーニングが高山病予防に貢献するという仮説を立証しようと熱心に研究に取り組んでいるところでした。私達は、絶好の機会を得た訳です。その後、12年間にわたり、4回の登山隊に関してトレーニングと共同研究を実践してきました。しかしながら、私達だけがこのトレーニングを実践していたわけではなく、下記の登山隊も、私達とは方法や期間は異なりますが、筑波大学の低圧室においてトレーニングを行って、ヒマラヤ登山に出掛けております。私達が知りえた範囲内で、登頂の成否についても、合わせて記しておきますので、参考にいただければと思います。

登山隊名 (年度)	目標の山名 (標高m)	登頂の成否 (○×)	特記事項
国土地理院登山隊 (1982)	キャリオルン峰 (6,681)	○	
チョモランマ厳冬期登山隊 (1983)	チョモランマ峰 (8,848)	×	8,100mまで
栃木県高体連 (1984)	インド・CB31峰 (6,096)	○	16名全員
日本ヒマラヤ協会 (1985)	クラウン峰 (7,295)	×	6,300mまで
東京白稜会 (1985)	マッキンリー峰 (6,194)	○	
日本大学 (1986)	ヒマルチュリ峰 (7,893)	○	登頂後1名転落死
西域登山研究会 (1986)	ムスターグ・アタ (7,545)	○	7名
横浜山岳会 (1986)	チリン峰 (7,090)	×	1名クレバス転落死
静岡大学 (1987)	クラウン峰 (7,295)	×	6,950mまで
山の会「峠」 (1987)	アコンカグワ峰 (6,959)	?	
上越山岳協会 (1987)	中国梅里雪山 (6,740)	×	悪天4,940mまで
山岳会「朱蘭」 (1987)	レーニン峰 (7,134), コルジェネフスカヤ峰 (7,105)	○	
昭如山岳会 (1988)	ブロードピーク (8,047)	○	4名
埼玉県高体連 (1988)	レーニン峰 (7,134)	○	6名
とんぐり山の会 (1988)	アンナプルナ I 峰 (8,091)	×	2名雪崩死
チームプモリ'89 (1989)	プモリ峰 (7,161)	○	3名
立正大学WV部 (1989)	ウルグ・ムズターグ (6,973)	○	6名
学習院大学 (1990)	チャー・オユー (8,201)	○	2名
栃木県高体連 (1990)	ムーシュ・ムズターグ (6,638)	○	2名初登頂

## 5. 高所登山と低圧環境トレーニング

登山隊名 (年度)	目標の山名 (標高m)	登頂の成否 (○×)	特記事項
昭登山岳会 (1990)	マカルー峰 (8,463)	×	7,050mまで
横浜市立大学 (1990)	トムール峰 (7,435)	×	3名雪崩死
シルバータートル隊 (1991)	チャー・オユー (8,201)	○	
栃木県高体連 (1992)	コルジェネフスカヤ峰 (7,105)	○	3名
	コミニズム峰 (7,495)	×	6,750mまで
群馬県高体連 (1992)	ストックカンリ峰 (6,163)	○	
神奈川県ヒマラヤ登山隊 (1992)	スパンティーク峰 (7,027)	○	16名全員
三峰山岳会 (1993)	マッキンリー峰 (6,194)	?	
登稜会 (1994)	インドKR7峰 (6,096)	○	
富山県山岳連盟 (1994)	ガッシャブルム I 峰 (8,068)	○	
茨城県高体連 (1994)	オトゴンテンゲル峰 (4,031)	○	
日本ヒマラヤ協会 (1994)	ルンポ・カンリ峰 (7,095)	×	
栃木県高体連 (1995)	ニンチンカンサ峰 (7,206)	○	11名登頂

(以上、浅野研究室調べ)

これらの登山隊については、隊員全員がトレーニングに参加したわけでもなく、長期間にわたってトレーニングを実施したとも限りません。あくまでも、何等しかの形で低圧室におけるトレーニングに関与した登山隊として理解していただきたいと思います。それなりの研究課題を持って低圧室におけるトレーニング取り組んだ登山隊の成果については、「登山医学シンポジウム」や日本登山医学研究会会誌「登山医学」そして、文部省登山研修所の研究誌「登山研修」などにおいて、浅野先生から既に克明に報告がなされておりまして、ご参考にしていただければと思います。

### 2. トレーニングの方法と効果について

(1) トレーニングの方法については、次のようなものです。

- ①筑波大学内の環境制御装置 (以下、低圧室) 内において、人為的に低圧環境を作り (4,000m～7,000m)、その内部においてモナーク社製自転車エルゴメーターにより、ペダリング運動を行う。
- ②運動強度は、各高度とも最大酸素摂取能力 ( $\dot{V}O_2\max$ ) の約60～80%、自転車エルゴメーターの強度は1.0～3.0程度で、到達高度でのトレーニングの時間は30分です。
- 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低圧室においては、目標高度まで減圧するために約30分を要し、到達高度でのトレーニングの時間は30分、さらにシーレベル (1気圧) に戻るために約30分を要しますので、1回のトレーニングには、少なくとも1時間30分を要します。
- ⑤トレーニングの期間は、登山隊が出発する前の約3か月間、1週あたり1～2回、それぞれ合計15回

## 5. 高所登山と低圧環境トレーニング

程度実施しました。以上のようなトレーニングを行ってから、ヒマラヤへと旅立ったのです。

### (2) トレーニングの効果について

高所に順応をしたということ、どのような生理的指標をもって示すかということは、即「高所医学」の分野での大きな課題であることは言うまでもありません。しかし、そのトレーニングの効果について科学的にとらえるためには、ある特定の指標を定めて検証していかなければなりません。私達の今までのトレーニングについては、主につぎのような生理的指標について測定し、そのデータを重視してきました（1995年の調査項目については、まだ分析が終了していないのでここでは省かせていただきます）。

①最大酸素摂取能力( $\dot{V}O_2\max$ )、②血中乳酸濃度(HLa)、③心拍数(HR)、④血圧（収縮期血圧BPs、拡張期血圧BPa）、⑤動脈血酸素飽和度( $SaO_2$ )、⑥換気量( $\dot{V}E$ )、⑦主観的運動強度(RPE)、⑧登山活動中の生理的応答（基礎体温、心拍数、呼吸数、動脈血酸素飽和度、高山病的所見）

以上の各測定項目について、低圧室での高所順応トレーニングの前後及び下山後のできるだけ早い時期と、脱順化過程を追跡検討するために定期的に4か月ほど測定しました。その結果の概略については、次のようにまとめられます。

①最大酸素摂取能力( $\dot{V}O_2\max$ )については、トレーニングによって増加傾向にはあるが、統計的に有意な差は認められませんでした。しかしながら、最大酸素摂取能力を高めることは、持久的運動能力を高めるために不可欠であり、高所における低圧低酸素耐性の向上にもつながることが予想されるので、高峰登山に向かうものにとっては日常から平地でのトレーニングに努力すべきであります。②血中乳酸濃度(HLa)については、血中乳酸蓄積開始点における運動強度は有意な増加を示し疲労物質である乳酸の生成を減少させる傾向がみられました。③心拍数(HR)については、同一運動強度に対し約10~20拍減少傾向にあり、心筋への酸素供給の効率化が進んだと理解できます。④血圧、特に収縮期血圧(BPs)についても、10~20mmHgの減少傾向を示し、心拍数の減少と同じ効果があると考えられます。⑤動脈血酸素飽和度( $SaO_2$ )につきましても、最近その指標が高所登山で大いに活用されており、望ましいことと思います。私達の低圧室でのトレーニングにおいては、その効果はさほどではありませんでしたが、特に下山後においては最大下運動時の $SaO_2$ が約5%以上増加しておりました。⑥換気量( $\dot{V}E$ )については、トレーニングによる大きな変化はみられず、下山後に顕著に換気の抑制の進行がみられました。⑦主観的運動強度(RPE)について言えることは、明らかに感覚的ストレスの軽減に効果がありました。⑧登山活動中の生理的応答（基礎体温、心拍数、呼吸数、動脈血酸素飽和度、高山病的所見）については、キャラバン期間を含め、全登山期間について毎日計測をしました。この指標のデータを、低圧室でのトレーニングをしていなかった隊員と比較をしてみますと、明らかに高山病的所見の軽減がみられました。

以上は、わたしたちに関連したデータですが、浅野先生が他の登山隊に対して行ったトレーニ

## 5. 高所登山と低圧環境トレーニング

ングにおいては、抗利尿ホルモン（ADH）の減弱がみられ、排尿の促進により、肺水腫や脳浮腫等の重篤な高山病にかかる危険性の軽減にもつながる成果等も発表されています。私達が指標として取り上げたものについては、平地のトレーニングにおいてもその効果が獲得されることでもあると思います。私達は、低圧室において実施した方がより効果が大であり、高所登山の最大の課題である高山病の軽減に貢献しうると考えているがゆえに、この実践と研究を継続しているのです。

### 3. おわりに

高峰登山を安全に行うためには、私達登山者はどのようなことに留意すべきか。そのための有効なトレーニングはどうあるべきか。より高さを求めるために、どのような登山を実践していくべきなのか。私達は、常に課題を持って取り組みたいとおもいます。そのために、科学的視野にたって検討すべき点は、積極的に取り組んでいきたいとおもいます。「人の命は地球より重い」と言われます。死の代償としての登頂は、真の登山の成功とは言えません。このことを肝に銘じて、夢多き登山を行っていききたいものです。

以上簡単ですが、低圧室でのトレーニングの概要について発表させていただきました。皆様の今後のトレーニングのご参考になれば幸いです。

(栃木県高体連登山部)