

京都大学シシャパンマ医学学術登山隊 (KUMREX'90) —医学学術計画—

松林公蔵
高知医科大学老年病科

京都大学ヒマラヤ医学学術研究計画 (Kyoto University Medical Research Expedition to Himalaya; KUMREH) は、文部省国際学術研究費、厚生省シルバーサイエンス研究助成金などの補助を受け、1989年より着手された。その第3次隊として、京都大学シシャパンマ医学学術登山隊 (Kyoto University Medical Research Expedition to Xixabangma; KUMREX'90) が組織され、1990年春、中国チベット自治区シシャパンマ山域を中心に、約3ヶ月にわたって高所生理学ならびに高所民族に関する疫学調査を主体とする医学学術調査を展開した。以下はその学術概要の報告である

1. 成果の概要

本医学学術研究の成果は、個々のテーマごとに詳しく、それぞれの専門学会誌あるいは本誌別項に報告されるはずである。また本研究は多岐膨大にわたっているので、現在まだデータを解析中のものもある。したがってここでは、その要点を示した。

1) 高所における血液中酸素ならびに二酸化炭素濃度の変動

American Medical Expedition to Everest (AMREE) において、エヴェレスト頂上における計算上の動脈血酸素分圧 (PaO_2) は 28 mmHg 、二酸化炭素分圧 (PaCO_2) が 7.5 mmHg 、 pH は 7.76 と報告されている¹⁾。われわれがベースキャンプ (5020m) に入ったときの隊員の PaO_2 は $27-43 \text{ mmHg}$ に分布しており、登攀終了時のそれは $41-46 \text{ mmHg}$ であった。同じく PaCO_2 は、入山時 $18-32 \text{ mmHg}$ 、登攀終了時 $17-31 \text{ mmHg}$ であった。また pH は、入山時 $7.48-$

7.61 、登攀終了時 $7.40-7.58$ であった。この成績自体は格別新しいものではないが、人体では、酸素解離曲線にしたがって、すでに 5 千メートルを越えた時点で著明な低酸素血症があらわれることをよく示している。また順応により PaO_2 がこの程度上昇することが明かとなった。また、 5 千— 8 千メートルの過程では、酸素分圧の低下は僅かなものであって、むしろ二酸化炭素分圧の低下が問題となる。これはすなわち、高所では酸素を供給しない限り酸素分圧をあげることに限界がある以上、いかに過呼吸ができるかということが、順応の鍵をにぎっている。従来のフィールドの様な計算ではなく、 5 千メートルレベルでの動脈による血液ガス分析により、直接この事実を裏づけたことになる。

2) 動脈血酸素飽和度の覚醒時と睡眠時の変動

今回、のべ 84 地点・人にわたる睡眠時の動脈酸素飽和度の連続モニタリングを施行した。動脈酸素飽和度は、すべての場合において睡眠時で覚

醒時よりも有意に低下し、これが高所における睡眠障害と関連していた。0.5 l/min程度の小量の酸素吸入で、睡眠中の動脈酸素飽和度は著明に上昇し、また睡眠障害は改善された。とくに、睡眠時無呼吸は換気応答との関連で重要である。

3) 高所滞在における眼底所見の変化

眼底検査を、出発前京都、往路のベースキャンプ到着後10日目、登頂後ベースキャンプ帰着2日目の都合3回にわたって実施した。その結果ベースキャンプ到着時にはすでに、約半数の隊員に眼底出血を認めた。また、高所経験者と未経験者の比較では、未経験者の方に出血の割合が高かった。しかし、眼底出血による症状を訴えたものは皆無であった。本結果は、浅野らのコミニズム峰における眼底所見の結果と符合するが、この事実は高所性眼底出血が、どの程度まで病理学的意義を有するかという点について新たな問題を提起するものである。

4) 登攀前後の胃内視鏡所見

出発前京都と登攀活動が終了しベースキャンプへ帰着した時点の2回、胃内視鏡検査を全隊員に対して施行した。その結果、被検者25名中4名(16%)に新たな胃病変(胃潰瘍初症2例、十二指腸悪化1例、出血性び爛1名)を認めた。高所では、低酸素環境自体が生体にとってストレスとなり、これが胃病変を形成する可能性が示唆された。

5) 高所滞在時における心臓エコー所見

高所滞在時の心臓エコーによる左心室の局所壁運動を、Center-line methodを用いて登山前の平地のそれと比較検討した。その結果、高所滞在時には登山前に比して中隔の動きが低下しており、これは低酸素による肺高血圧症による右室負荷の反映と考えられた。一方、左心室の後側壁の動きは登山前と比べてむしろ高所で増大しており、これは中隔の動きの低下に対する代償的变化と考えられた。

6) 高所登山後の脳における酸素代謝とぶどう糖

代謝

シシヤパンマ峰登頂者2名について、登山終了後2カ月と4カ月の時点で、京都大学医学部のPositron Emission CT (PET) を用いて、脳の酸素および糖代謝を測定した。2名に共通して、脳血流の低下、酸素摂取率の上昇を認め、糖代謝には変化なかった。すなわち、下山とともにRebound効果によって血流は低下するが、脳細胞の酸素摂取能はいぜんとして感受性が高まったままであり、低酸素による酸素摂取率亢進効果が残存していると考えられた。脳血流の値に比してぶどう糖代謝が正常にとどまっていることは、高所ではぶどう糖代謝が亢進していた可能性が推測される。この結果から高所では、脳血流の増加と酸素摂取率の上昇に加えてぶどう糖代謝の亢進が示唆された。

7) 低酸素下における増血能亢進の動態

高所に滞在すると低酸素に反応してヘマトクリットが著明に上昇することはよく知られている。今回の平均のヘマトクリットの最高値はC3滞在中で、 $65.5 \pm 3.0\%$ (47-70%)であった。一方、造血系を刺激する引金となるエリスロポイエチンは、最初の低酸素暴露によって著明に上昇し、その高さに順応すると急速に低下し、さらにより高い地点で再び低酸素刺激を受けると再度著明に上昇した。

低酸素刺激にともなうエリスロポイエチンの動態はこのように波状の変化を示していた。また、エリスロポイエチン刺激と末梢ヘマトクリットの間の指標である網状赤血球の動態を比較することにより、低酸素刺激にもとづく造血効果の経日的変化が明らかとなった。

8) 高所における血小板機能の変化

高所ではヘマトクリットの上昇によって易血栓形成状態が存在すると考えられる。それでは、血栓形成に対していま一つの因子である血小板機能はどのようなになっているのかというのが、本検討の主旨である。血小板活性因子である血小板第4因子(PF4)、 β -トロンボグロブリン(β -TG)、および血小板機能を調節するプロスタグ

ランディンであるトロンボキサンB2(TXB2)、6-ketoPGF1 α (6-PGF1 α)を各高度において測定した。その結果、高所では前値に比して、PF4、 β -TG、TXB2のいずれも上昇を示し、6-PGF1 α は変化しなかった。これは、高所においては血小板も活性化されており、より血栓形成傾向に働くものと考えられた。しかし、著明な血液濃縮とそれに加えて血小板凝集能亢進が認められるにもかかわらず、実際に高所で脳血栓や心筋梗塞が多発するといった報告が少ないことを考え併せると、血栓阻止傾向に働く未知のシステムが存在して、血栓の発生を抑止している可能性などが推測される。

9) ヒマラヤ山脈北面チベット族と南面シェルパ族の身体学的所見の比較検討

ヒマラヤ山脈北面チベット族156名(平均年齢39歳)と南面シェルパ族155名(平均年齢41歳)を対象とした。調査集団の年齢については両群間に差はなかった。体重は、男性では差がないが、女性ではシェルパ族の方が重かった。身長は、チベット族の方が男女ともに高い傾向を示した。血圧には両群間で差は認められない。チベット族居住圏の方が、シェルパ族居住圏よりも千メートル高いために、脈拍、動脈血酸素飽和度(SpO₂)、ヘマトクリット(Ht)は、すべてチベット族の方が有意に高値を示していた。

10) ヒマラヤ高所住民における血圧・年齢相関

ヒマラヤ山脈南面と北面の3地域で、標高3400-4500メートルに累代にわたって居住する高所住民4部族について、人種差、地域差との関連のもとに年齢と血圧値との関係を検討した。対象は、(1)ネパールヒマラヤ、ナムチェ(3400m)に居住するネパール族高所住民55名(平均年齢34歳)(N群)、(2)同じくナムチェ在住シェルパ族155名(平均41歳)(S群)、(3)中国領ティンリ地区(4300m)在住チベット族156名(平均39歳)(T群)、中印国境アリ地区(4500m)在住チベット族35名(平均53歳)(WT群)である。欧米文明との接触の度合は、WT、T、S、Nの順に希薄である。加齢

に伴う血圧の有意の上昇は、N、S、Tの順に弱くなり、WT群ではまったく認められなかった。現在、血圧に関する国際比較から、食塩の摂取量が極端に少ない地域では加齢にともなう血圧の上昇が認められないことが明らかにされている。しかしチベット族で、食塩の摂取量が極端に少ないとは考えられず、むしろ運動量の多さなど別の因子を考慮する必要がある、血圧と加齢の関係に新たな問題を提示するものと考えられた。

11) ヒマラヤ高所住民における血清脂質

ヒマラヤ山脈南面と北面の3地域で、4部族において血清脂質ならびにApolipoproteinの特性を検討した。対象は、上述した3地点、4部族である(N、S、T、W)。血清脂質の面からの動脈硬化の程度、すなわち動脈硬化指数(atherogenic index; Total-Cho-HDL-C/HDL-C)はN、S、T、WTの順に低値を示した。また、Apolipoprotein-B/Apolipoprotein-AIの比も同様の傾向を示した。血圧と脂質、ヘマトクリット、SaO₂との間には相関がみられなかった。加齢にともなう血圧の上昇や、血清脂質からみた動脈硬化の程度は、低酸素環境や遺伝的人種差よりもむしろ、後天的ライフスタイルの文明化により修飾されている可能性が高いと考えられた。

12) ヒマラヤ高所住民の心臓生理学的特性

慢性低酸素下に居住するヒマラヤ高所住民の心臓生理学的特徴を明らかにする目的で、心電図ならびに心臓エコー検査を実施し、日本人の対照と比較検討を行った。対象は、35才以上の中国チベット自地区ティンリー村(4,300m)に住むチベット族27例(平均年齢51歳)とネパール王国ナムチェ・バザール村(3,400m)に住むシェルパ族27例(平均年齢51才)の計54例(HL)と、年齢・性に対応させた対照日本人27例(平均年齢51才)(J)である。身長、体重、血圧、指尖酸素飽和度(SaO₂)、心電図、心エコー、血清脂質を測定し、対照日本人と比較検討した。高所住民では50例中10例(20%)に拡張期高血圧(≥ 95 mmHg)認めた。HLでは、P波高(II誘導)がJより有意に高く、SV1+RV5、V1のR波高、心

駆出率(EF)、Fraction shortening(%FS)はJより有意に低かった($P<0.01$)。HLでは SaO_2 と拡張期血圧($r=-0.40$, $P<0.01$)、 SaO_2 とP波高($r=-0.37$, $p<0.05$)、 SaO_2 とQRS軸($r=-0.48$, $P<0.01$)に負の相関が見られた。左房径はHLのうち拡張期高血圧を示すものが有意に大きかった($P<0.01$)。高所住民では、拡張期血圧の上昇、右心系の負荷を認めた。

1 3) ヒマラヤ山脈北面チベット族と南面シェルバ族の神経行動学的機能の比較検討

コンピュータを用いた視空間認知・運動協応動作スコア(VCP S)は、(1)視空間認知能力、(2)反応運動時間、(3)手指の正確巧緻運動能力、(4)簡単なルールを理解する理解力、といった非言語的能力を評価するものである。この得点は、年齢と逆相関し、一般的知能と正相関することが知られている。チベット族とシェルバ族では年齢に差がなく、VCP Sの得点にも有意差が認められなかった。これはすなわち、両群間では動脈血酸素濃度には差がありながらも、集団としてみたとき、視空間認知運動能力には差がないということであり、この程度の脳の低酸素状態では認知・行動面には影響を受けないことを物語っている。コンピュータをみるのは、両部族ともに初めての経験であるが、簡単な説明でルールは直ちに理解され、本法は、言語を用いずに知的能力を評価する方法として有力である。また、パネルに列んだボタンの付け外しに要する時間で手指の巧緻運動を評価するButton-Scoreも、両群間で差がなく、少なくとも認知・運動能力に関しては、集団としてみた場合、チベット族とシェルバ族のあいだには有意差を認めなかった。

1 4) その他

ここに概要を記した以外にも、高所滞在時における諸種ホルモンの変化や事象関連電位、ドップラー法による脳血流の変化、高所住民の内分泌学的特性や各種ウイルス抗体の保有率、などのデータがえられている。これらのテーマは追って報告されるはずである。

2. ヒマラヤ医学学術研究計画

京都大学ヒマラヤ医学学術研究計画は、低酸素下における人体の順応機構の解明と慢性低酸素下に永住する高所住民の低酸素適応の機序ならびに、疾病疫学や加齢の実態を明らかにすることによって、現代医学の問題点となっている事柄を新たな視点から捉えなおすことを究極の目的としている。第3次隊であるKUMREX'90は、第一次調査、第二次調査の成果をもとに、これらをさらに発展させるために、その内容は大きく分けて以下の4つの柱から成り立っている。

1) 急性低酸素暴露下における人体の生理学的変化の検討

これは、主として1988年に名古屋大学環境医学研究所低圧実験室において、繰り返し実施した。検討項目は、心電図、血液酸素飽和度など一般生理学的指標に加えて、血液学的指標、各種ホルモンの変動である。この主旨は、急性の低酸素負荷に対する生体の基本的反応をまずおさえておき、フィールドにおける低酸素順応過程でえられる知見と対比検討するためである。

2) 亜急性低酸素暴露下における病態生理学的変化の多角的検討

ヒマラヤ8千メートル登攀の過程で人体に生ずる生理学的変化を、臓器系統別に評価し、病的状況と生理的順応の機構を解明することが本検討の目的である。まず、個々人に健康手帳を配布し、登攀の全期間中、毎日の自覚症状、血圧、脈拍、動脈血酸素飽和度などの記載を隊員全員に義務づけ、これと諸種の生理学的所見や生化学的変化との比較検討を行った。

生理、生化学的検査を実施したポイントは原則として、1) 出発前京都、2) 成都(498m)、3) ラサ(3650m)、4) シガツェ(3900m)、5) ベースキャンプ(BC;5020m) 6) 前進キャンプ(ABC;5640m)、7) C2(6340m)、8) ラボキャンプ(C3;6920m)、9) C4(7430m)、10) 最終医学研究用キャンプ(C5;7770m)の計10ポイントの高度である。

検索項目を表1および表2に示した。また使用した医療機器はまとめて表3に掲げておく。

被検者は隊員全員で、年齢は21歳から64歳に分布しており、平均36歳、男子30名、女子2名である。

4) ヒマラヤ地域高所住民に対する疫学的研究

シシャバンマ登山が終了した後、ヒマラヤ地域に永住する高所住民を対象に疫学的研究を行った。これは、慢性低酸素下に居住する高所住民の低酸素適応に対する生理学的機構を明らかにするとともに、その生理学的特性や特殊な自然環境の中でのライフスタイルと疾病状況の実態を解明することを目的としている。隊員の中から、臨床家3名、

臨床検査技師1名、文化人類学研究者2名、環境問題専門家1名の計7名で疫学研究組織を編成した。調査地域は、ヒマラヤ山脈北面、中国チベット自治区ティンリー県ラチュー村在住チベット族166名と、ヒマラヤ山脈南面、ネパール王国クンプ地域、ナムチェバザール村在住のシェルバ族155名、および同ネパール族55名の計376名である。検索項目は、病歴問診、身長、体重、脈拍、血圧、動脈血酸素飽和度、などの身体生理学的所見にくわえて、心電図、超音波ドップラー法による心機能測定、コンピュータを用いた神経行動学的機能検査を行った。また、了承のとれた者からは、頭髮の採取と採血を実施した。頭髮は放射化分析により食物摂取状況ならびに遺伝人類学

表1 研究検査項目 I

(1) 循環器系	
	12チャンネル心電図
	24時間ホルター心電図
	24時間血圧モニタリング
	インピーダンス法による心拍出量
	超音波カラードップラー法による心機能
(2) 呼吸・代謝系	
	パルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度
	血液ガス分析
	スパイロメーターによる呼吸器能
	呼気ガス分析
	最大酸素摂取量
	睡眠時無呼吸モニター
(3) 神経系	
	睡眠時脳波
	ドップラー法による頭蓋内血流速度
	聴性脳幹反応
	事象関連電位
	コンピュータを用いた神経行動学的機能
	眼底カメラ
(4) 消化器系	
	胃消化管内視鏡
(5) その他	
	超音波法ならびに電気抵抗法による皮下脂肪厚測定

的解析に供するものである。採血は一般肝・腎機能に加えて、ヘマトクリット、血清脂質、血清アポタンパクなどを測定した。採血の結果は、医学的コメントをつけて被研者個人に返却還元した。

5) 猿類の高所適応に関する生理学的研究

人体の低酸素順応に関する生理学的研究を行うにあたり、いま一つの霊長類である猿類の順化機構も併せて考究するのが、本研究の目的である。5千メートル以上に達した猿類はいまだかつてないと考えられている。高所では猿類も人類同様の行動様式、生理学的変化を示すであろうか。ある

いはまったく別個の反応を示すのか、明かではない。本研究は、京都大学霊長類研究所の松林清明助教授が担当した。寒冷地適応に優れた日本猿2頭を、慎重な配慮とケアのもとにヒマラヤに同行し、その過程で諸種生理学的ならびに血液学的検索を実施した。

3. 終章

人類の歴史には、たゆみなく繰り返されてきた政治的葛藤、あるいはそれと表裏してある深い文化的いとなみとはまた別の、それ自身が人類の目的であるような激しい欲求と行動の軌跡が刻まれ

表2 研究検査項目 ⅠⅠ

(1) 血液学的	ヘマトクリット、網状赤血球 エリスロポエチン 血小板関連因子 (血小板第4因子、 β -TG, 6-ketoPGF1 α 、TXB2)
(2) 血液生化学	血液生化学一般
(3) 内分泌学的	心房性利尿ホルモン カテコラミン 血漿レニン活性 アルドステロン コルチゾール ACTH オビオイドペプチド アンギオテンシン変換酵素 など
(4) 免疫学的	ツベルクリン反応 末梢リンパ球機能検査
(5) その他	血清ミオシン 2、3DPG ビルビン酸 乳酸 検尿

表3 医療機器一覧

	重量	電力	設置	メーカー
心臓超音波装置(シマンソック SDU-800)	1.5t	1500w	BC	島津
心拍出量測定器(NCCOM3)	10kg	100w	ABC	Nomed
直記式3ch心電計	5Kg	100W	BC	日本光電
ホルター心電計	1Kg	乾電池	LC	日本光電
ホータブル超音波断層装置(U-2000)	20kg	300w	ABC,	フクダ電子
心電計 #1	3kg	乾電池	BC, ABC	フクダ電子
#2	5kg	乾電池	ABC	フクダ電子
#3	5kg	乾電池	ABC	フクダ電子
呼吸代謝計(Aeromonitor, AE-280)	30kg	120w	BC	ミナト
エルゴメーター	31kg		BC	ミナト
心臓テレメータ送信機	0.5Kg	乾電池	BC	フクダ電子
ハートモニター(DS-502)	7Kg	30W	BC	フクダ電子
終末呼吸分析器	7kg	45w	ABC	ハバトリックス
血液ガス分析器(model-188)	24kg	200w	BC	コーニング
校正ガスボンベ x4	5kg		BC	コーニング
レギュレーター	1kg		BC	コーニング
パルスオキシメータ #1	2kg	充電	BC	ミノルタ
(PULSOX 7-TM) #2	2kg	充電	ABC, LC	ミノルタ
#3	2kg	充電	ABC, LC	ミノルタ
#4	2Kg	充電	C4, C5	ミノルタ
#5	2Kg	充電	C4, C5	ミノルタ
スパイロメータ(AS-600)	5kg	60W	BC, ABC	ミナト
加圧ネプライザー #1	5kg	65W	BC, ABC	日商
#2	5Kg	65W	BC, ABC	日商
ホルター心電図モニター	2kg	乾電池	ABC, LC, C4, C5	日本光電
12ch記録計 #1	2kg	乾電池	BC, ABC, LC	日本光電
#2	2kg	乾電池	BC, ABC, LC	日本光電
データレコーダ #1	2kg	乾電池	BC, ABC, LC	
#2	2kg	乾電池	BC, ABC, LC	
神経刺激装置	1kg		BC, ABC	
前置増幅器	1kg		BC, ABC	
脳動脈血流ドブラ(TC2-64)	15kg	200W	BC, ABC	EME
眼底カメラ	20kg	300W	BC, ABC	キヤノン
超音波皮厚測定器(SUF101)	5Kg	乾電池	BC, ABC	セキスイ
インピーダンス脂肪量測定器	2Kg	乾電池	BC, ABC	ヤオミ
内視鏡ファイバー(XQ-20)	4Kg		BC	オリンパス
光源	12kg	150W	BC	オリンパス
吸引器	15Kg	500W	BC	オリンパス
血球計算器(CA-180)	10Kg	200W	BC, ABC	東亜医用電子
血液凝固計	10Kg	200W	BC, ABC	ヘムクロン
コンパクトpHメーター	1Kg		BC, ABC, LC	オキハ
遠心器1(16本用)	20kg	300W	BC, ABC	クボタ
2(8本用)	11kg	150W	BC, ABC	クボタ
3(ヘマト兼用)	15kg	300W	BC, ABC	クボタ
ヘマト遠心器(KH-120MII)	15kg	300w	BC, ABC	クボタ
ヘマト遠心器(KH-120II)	15kg	300W	BC, ABC	クボタ
ポータブルヘマト測定器	3Kg		LC	クボタ
マイクロ遠心器 #1	2kg	100	BC, ABC, LC	クボタ
#2	2kg	100W	BC, ABC, LC	クボタ
定量知覚計	0.5Kg		BC-C5	ハントー
ポータブル冷凍庫 #1	3kg	50W	BC, ABC	
(-20℃) #2	3kg	50W	BC, ABC	

		重量	電力	設置	メーカー
液体窒素ポンプ					
	SC20/20 #1	25Kg(full)		ABC	大阪酸素
	#2	25Kg(full)		ABC	大阪酸素
	#3	25Kg(full)		ABC	大阪酸素
	XC47/11 #1	55Kg(full)		BC	大阪酸素
#2	55Kg(full)	BC		大阪酸素	
	Dalik-18 #1	22Kg(full)		BC	大阪酸素
	#2	22Kg(full)		BC	大阪酸素
	Dalik-20	25Kg(full)		BC	大阪酸素
	SC4/3V #1	3kg(full)		ABC, LC	大阪酸素
搬送用大ポンプ	#1	70Kg(full)		BC	大阪酸素
	#2	70Kg(full)		BC	大阪酸素
ガモウバッグ		7kg		BC, ABC, LC	
吸入酸素節約装置		5kg		ABC, LC	
D-C コンバーター					
	#1	10Kg		BC	東京理工舎
	#2	5Kg		ABC	東京理工舎
	#3	5Kg		ABC	東京理工舎
	#4	5Kg		ABC	東京理工舎
	#5	5Kg		ABC	東京理工舎
	#6	5Kg		ABC	東京理工舎
	#7	5Kg		ABC	東京理工舎
スライダックス					
	#1	7Kg		BC	
	#2	7Kg		BC	
	#3	7Kg		ABC	
	#4	7Kg		ABC	
血圧計					
	#1	1Kg		BC, ABC, LC,	タイコス
	#2	1Kg		BC, ABC, LC	タイコス
	#3	1Kg		BC, ABC, LC	タイコス
	#4	1Kg		C4, C5	タイコス
	#5	1Kg		C4, C5	タイコス
聴診器					
	#1	0.1Kg		BC, ABC, LC,	アコマ
	#2	0.1Kg		BC, ABC, LC	アコマ
	#3	0.1Kg		BC, ABC, LC	アコマ
	#4	0.1Kg		C4, C5	アコマ
	#5	0.1Kg		C4, C5	アコマ
体重計					
	#1	2Kg		BC	
	#2	2Kg		ABC	
発電機					
	#1	30Kg	1500W	BC	ホンダ*
	#2	20Kg	750W	BC, ABC	ホンダ*
	#3	20Kg	750W	BC, ABC	ホンダ*
	#4	15Kg	550W	BC, ABC	ホンダ*
	#5	15Kg	550W	BC, ABC	ホンダ*
パーソナルコンピュータ					
	(PC-NOTE) #1	5Kg		BC, ABC, LC	NEC
	#2	5Kg		BC, ABC, LC	NEC
	#3	5Kg		BC, ABC, LC	NEC
	(PC-9801LV)	12Kg		BC, ABC	NEC

BC: Base Camp, ABC: Advanced Base Camp, LC: Laboratory Camp(C3)

ている。たとえ自らの生命をかけても、人類にとって未知なるものを知りたいという探検の営みである。そして探検という行為はまず、地理学的領域で開花した。すでに紀元前325年頃、ギリシャのピュテアスは北極をめざし、ツェレまで達していたという。それからじつに2200年たった1909年に、アメリカ人ピアリーが人類として初めて北極に到達することになる。一方南極は、1772年イギリス人クックの最初の試みから140年後の1911年、アムンゼンのノルウェー隊、スコットのイギリス隊、それに日本の白瀬隊がまさに期を同じくして競い、アムンゼンが最初の南極到達者となった。ここに南北の両極地は人類の手におちたのである。第3の極地といわれるヒマラヤ、地球上の最高地点であるエベレスト征服にいたる過程で、イギリスによってくりひろげられた偉大なるドラマはすさまじいものがある。北極をアメリカにとられ、南極をノルウェーに明け渡したイギリスは、この地球上の最高地点をめざすために、1921年以来、大きな隊だけでもじつに11回の遠征隊を送り出している。そのあいだには、おびただしい費用とすくなく人命が失われている。「なぜ登るのか」という質問にこたえて、“Because it's there”といったマロリーも、1924年エベレストの頂上に向かったまま帰ってはこなかった。1953年、エリザベス女王の戴冠式の前日にロンドンに届いた「英国隊エベレスト初登頂」の報は、全世界を熱狂させた。何か物質上の目的があったのか、あるいは領土的野心か、など、さまざまな角度から発せられる質問に対して、隊長ハントは、「ただ地球上の最高地点という単純な事実—このことがわれわれをかりたてる。問題は一切のくだらぬ比較を超越したものだ」と答えたという。ここに人類は、地球上のすべての極点をおさえたことになる。極地に到達しようとする試みが始まって以来、長い努力の歴史であったがついに幕がおりたのである。しかし、探検という仕事は、地球上において、これでおしまいにはならなかった。幕がおりたのは、単なる地理学的探検である。それは、生物学、人類学、地球物理学などのそれぞれの明確な科学的課

題をもつての、学術探検の形をとる。医学もまた例外ではない³⁾。

われわれが高所を旅すると、5000メートル付近で激しい頭痛、嘔気、嘔吐といった高山病症状を体験する。さらに6000メートルをこえると脳浮腫、肺水腫などの致命的事態をまねくことも少なくない。これらの段階に無事順応しても、8000メートル以上では、人間はもはや正常な判断力を維持しかねる状態となる。すべて低酸素による人体の影響と考えられている。小数の登山家の事例と、ごく限られた半高所における観測から、かつて生理学は、人間が無酸素でエベレスト頂上に達することは不可能であると結論した²⁾。しかしながら1978年、メスナーとハーベラーは無酸素でエベレスト頂上に達したのである。この事実の生理学的うらづけを実証するために、1981年American Medical Expedition to Everest (AMREE)が組織され、6300メートルのキャンプで行った低圧下運動負荷試験の結果、計算上ではあるが、無酸素エベレスト登頂の生理学的可能性が算出されたのである。すなわち、人類によるエベレスト無酸素登頂という生理学上の特定の問題を解決するために、AMREEという医学学術探検隊が組織され、みずらの学説の問題点を身を挺して実験にうつしたのである¹⁾。しかしAMREE以後は、Operation Everest I, IIというように、低酸素生理学はヒマラヤではなく、巨大な低圧実験室で検討されることになる。低圧実験室でえられた多くの知見にもかかわらず、人間の低酸素に対する生理学的順応機構の詳細は未だ明らかでない。また、大気中の酸素濃度が平地の1/2となる標高5000m付近には、多くの高地住民が生涯にわたって生活しており、慢性低酸素下に永住する高地住民にどのような疾病がみられるのかも明らかでない。

一方、現代医学は、脳血管性痴呆、脳梗塞、心筋梗塞、慢性肺疾患などの臓器の低酸素症を病態の基盤とする諸種の成人病という困難な問題に直面している。他方、慢性低酸素環境下に居住する高所住民が健やかな生活を営んでいる現状を考えれば、現代医学は、病態生理学の考察対象を文明圏のみならず、地球的規模に広げる必要にせまら

れている。医学研究者自身が自らを被検者として、5000メートルをこえるチベットヒマラヤの高所において、人間の慢性低酸素に対する順化機構の未だ明かとなっていない部分を、呼吸、循環、脳・神経、行動生理の面から解明し、また同時に、高地に長年順化してきたチベット高地住民についても比較検討したいというのが、本研究の動機であった。

今回のKUMREX'90では、冒頭に掲げたように一応の学術的成果をおさめることができた。それはおそらく、医学研究者がみずから被検者として8千メートルに登頂する過程で生理学的研究を行ったというだけでなく、その視点の多様性、学際性、規模といった点からみて世界で初めての試みといってよいだろう。しかし、ヒマラヤをフィールドとした医学研究はようやく緒についたばかりである。このような研究的視点が、現代の既存の医学的パラダイムになんらかの新しい転換をもたらすことができるか否かは今後の課題である。

謝辞

本研究は、文部省国際学術研究（研究代表者：戸部隆吉；京都大学第一外科教授、課題番号－01041060）の助成を受け、京都大学学士山岳会、中華人民共和国登山協会（王鳳桐中国登山協会副主席、張江援連絡官、李舒平医師）、との共同で行われたものである。共同研究者および隊

員各位に感謝する。また膨大な血液データの測定をして戴いたSRL株式会社に深謝するとともに、貴重な医療機器の借用をお許し戴いた多くの関係企業に対して心より御礼申し上げる。なお疫学的研究にあたっては、中国チベット自治区ティンリー県衛生部、ネパール王国Tribuvan大学（T.M. Amatya医師）との共同で行われたものである。また、在ネパールー日本大使館、安野早己氏には、格別のご配慮と御助言を戴いた。ここに記して感謝の意を申し上げる。さらに、本研究遂行にあたっては、国内の多くの法人、個人の方々からご援助を戴いた。ご援助戴いた関係各位に、深謝を申し上げます。

文献

- 1) West JB: Science on Everest, 1981. In Hypoxia: Man at Altitude edited by Sutton JR, Jones NR, and Houston CS, Thieme-Stratton Inc. 1982, pp.118-124.
- 2) Pugh LGCE, Cill MB, Lahiri S, Milledge JS, Ward MP, West JB: Muscular exercise at great altitudes. J appl Physiol 19:431-440, 1964.
- 3) 梅棹忠夫：探検記－「エベレスト登頂」と「コンチキ号漂流記」。岩波講座 文学の創造と鑑賞（岩波書店） 第2巻 290-310, 1954