

クムジュン・カトマンズ・日本における小中学校検診（１） — 血圧の比較 —

瀬戸嗣郎、神谷一郎、井上真、森忠三、T.M.Amatya*

島根医科大学小児科

*トリブバン大学生理学教室

ネパールの高所住民シェルパ族の小児、カトマンズの住民ネワール族の小児の総合的検診を行い、成人病リスクファクターについて日本の小児と比較検討した。本編ではその中で血圧に焦点をあて、最も血圧の高かったクムジュン的小児については、低酸素環境との関連を考察した。

1 はじめに

心筋梗塞をはじめとする心疾患、脳出血などの脳血管障害は、わが国の死亡原因の２位、３位を占め、悪性腫瘍、糖尿病などともに成人病と一括して称される。いずれも動脈硬化（血管壁の弾力性が失われるため血行を阻害したり出血の原因となる）が根底にあることが多い。その動脈硬化促進危険因子として肥満、高血圧、糖尿病、高脂血症などが挙げられる。

近年、小児成人病という概念が提唱され始めた¹⁾。すなわち、本来成人になってから明かとなってくる本態性高血圧、成人型糖尿病、高脂血症（高コレステロール血症）などの発現が若年化したものを指したり、あるいはそのような動脈硬化促進因子（成人病リスクファクター）がすでに小児期に萌芽として存在することを意味したりする。血圧やコレステロール値は遺伝によって規定される部分もちろん大きいですが、一部の人を除いては、食生活、生活環境、ライフスタイル、ストレスなどの後天的な諸因子の影響をより強く受けると考えられている。したがって成人病リスクファクターの存在とその背景因子を小児期において検討することは、成人病の予防に役立つ可能性を有すると期待される。

すでに我々はおもに血圧について）の調査

を過去１０年余り重ねてきた。これは小児の現状の把握のみならず、縦断的な時系列の検討を主たる目的としたものである。固定したフィールドにおいて、同一サンプルがどのように変化していくのかを追跡する、言い換えれば、個々人のリスクファクターを追跡し、将来の成人病発症との関連を究明することが目的である。この手法は、個人レベルでの検討に優れているが、背景因子の解析には困難な点があると考えられる。現今の日本人、とくに小児のライフスタイルが以前にくらべ均一化してきている印象を受けるからである。そこで今回、成人病リスクファクターについて、生活環境、食生活などの隔絶した集団同士を横断的に比較することを企図し、ネパールの高所住民、低所都市住民の調査を行い、日本の小児と比較検討した。このような研究分野では、すでに成人を対象とした世界の各地域の横断的比較研究は、本誌の松林隊の調査活動のみならず多方面で精力的になされているが、小児期に対象を絞ったものは稀である。同一地域の成人のデータと総合することによってライフサイクル全体を比較することはきわめて興味深い。

一方、全く異なる視点であるが、低酸素環境が成人病のリスクファクターのひとつである血圧にどのような影響を与えるのか、３つのグループを比較することで検討した。この発想の基点となっ

たのは、ヒマラヤ登山において超高所で低酸素環境に曝されると、血圧の著明な上昇がみられる現象である。おもに寒冷による末梢血管収縮と低酸素による交感神経系の賦活によるものと考えられる。このような環境要因の人体生理に及ぼす影響を集団間の比較検討によって明かにするためには、成人の調査よりは小児を対象とした調査のほうが有利といえる。まず小児は長い生活歴を持たないため、個々人の生活習慣や病歴などに左右されにくいことが利点として挙げられる。さらに小児では対象の年齢を一致させやすく、かつ同一年齢、同一体型では本来生理的に似通った状態にあるはずだからである。

本編では、1991年第3次ネパール調査隊において、成人病リスクファクターに焦点を当て、学童を対象とした種々の検診項目を調査してきたもののうち、血圧について報告する。

2 調査地域と調査対象

本誌の”ネパール・クンプ医学学術調査隊の概要”において今回の医学調査の全般的な経過については述べたので、詳細はその報告を参照していただくとして、学童検診の対象となった母集団の背景を表1にまとめた。

日本における調査は1990年度のものである。鳥根医科大学の近くにある、いずれも公立の学校の学童で、家庭の経済状況等の社会的背景は日本の平均とみなせる。地理的には地方都市であるが、昨今の日本の地方都市の例にもれず、ライフスタイルとしては都市型に近いと考えていい。

カトマンズの学校は私立の小中学校であり、経済的に豊かな階層の子弟が通っている。衣服、学

校での食事をみても、日本の私立学校と変らない印象を受けた。カトマンズは1400mに位置するため気候は温暖。この学校の生徒は、人種的にはほとんどがインド・アリア系で、カーストがそれぞれの族名を持っていて複雑だが、先住民であるネワール族が過半数を占める。少数のチベット系生徒も存在したが、今回の検討では一括してこのグループに含めた。

クンプ地方クムジュンの小中学校はヒラリー卿が設立したものであり、近郊のチベット系シェルパ族の子弟が通ってくる。この地域では唯一の小中学校であり、社会的階層としては選別されていないので母集団との偏りはなく、彼の地として平均的とみなされる。3800mの高所に存在する。検診の際にパルスオキシメータを用いて動脈血酸素飽和度を測定した。92.2±2.1% (87-97%)であり、カトマンズの96-97%と比べても、軽度の低酸素状態にあることが明かであった。また、高低差の激しい道を長距離歩行する日常生活は、運動量の面でもカトマンズのみならず日本とはかけ離れた生活習慣といえる。

以上、各対象群の特性を述べてきた。人種(遺伝性)、社会的背景、自然環境のどれをとっても相互に異なる。どの因子が各生理現象にどの程度荷重しているかの解析は困難であるので、以下には今回の調査の一次資料として、各グループ間を単純に比較検討する。

3 学童検診項目と調査対象数

検診は小児科医3名を含む5名の日本人医師がネパール人の協力を得て行った。表2に検診項目の内容を示した。日本で行っている学童検診の方

表1 学童検診の対象

学校名	所在地	人種	社会的背景	自然環境
塩冶小学校、 出雲第2中学校、 出雲地区高等学校	出雲	日本人	平均的	平地、 やや寒冷
Little Angel School	カトマンズ (ネパール)	ネワール族 (アリア系)	やや ハイクラス	高原、温暖 (1400m)
Khumjung Second School	クムジュン (ネパール)	シェルパ族 (チベット系)	平均的	高地、寒冷 (3800m)

表2 検診項目

問診 (I D, 既往歴、現病歴、家族構成)	血圧
身体計測 (身長、体重、胸囲、上腕囲、 上腕長、腹囲、大腿囲、下腿囲)	呼吸機能
皮下脂肪厚 (上腕外側、肩甲下部、 腋下中部、腹部、下腿外側)	動脈血酸素飽和度
	心臓超音波検査
	血液採取
	診察

表3. 調査対象数と年齢分布

	総数	男子	男子の年齢分布 (才)				女子
			6-7	9-10	12-13	15-16	
日本	386	386	100	85	101	100	—
カトマンズ	172	170	9	43	68	3	2
クムジュン	163	96	6	27	35	18	67

法にすべて統一して行った。

調査対象数と年齢分布を表3に示した。カトマンズでは主に男児を調査したので、日本386名、カトマンズ170名、クムジュン96名の男児のみを比較対象とした。年齢分布については、日本では各年齢層で均等のサンプル数を得られたが、カトマンズ、クムジュンにおいては6-7才、15-16才の年齢層のサンプル数が少なく、参考資料として提示した。統計解析はANOVAで群間の独立性を確かめたのちunpaired student t-testを用い、9-10才、12-13才の2つの年齢層において各グループ間で検定した。

4 血圧測定

血圧はマニュアルと自動血圧計の2つの方法で測定したが、ここではマニュアルで測定したデータを比較する。安静座位で2回測定し、収縮期血圧の低い方を採用した。同じ収縮期血圧であれば脈拍数の低い方を採用した。日本では、使用するマンシェットの幅を上腕囲に応じて取り替えた。小学生では、1年生の一部に6cmを使用した以外はほとんど9cmを使用。中学生では、主に12cmを使用。ネパールでは全例に9cmのマンシェットを使用した。のちにネパールの小児の上腕囲の測定値をみれば、比較対象となった9-1

0才、12-13才のグループにおいてはほぼ適性のマンシェットの使用であった。この点についてもネパールの6-7才、15-16才のグループには、不適格なマンシェットを使用したサンプルが含まれているので、参考データとしてあつかった。

5 結果

1) 脈拍数 (図1)

サンプル数が少ないので、ネパールの6-7才と15-16才のデータは参考資料であり、検定の対象から除外する。日本のデータにみられるように、脈拍数は低年齢において多く、年齢とともに減少していく。統計的に処理できる9-10才と12-13才の集団において、ネパールと日本を比較する。9-10才では、日本 85.6 ± 11.4 /分 ($n=85$)、カトマンズ 88.3 ± 14.3 ($n=38$)、クムジュン 90.6 ± 13.7 ($n=27$)であり、クムジュンが最も高かったものの相互に有意差は認められなかった。12-13才では、日本 80.1 ± 8.8 ($n=101$)、カトマンズ 80.2 ± 10.4 ($n=63$)、クムジュン 85.2 ± 9.4 ($n=28$)であり、日本とクムジュン間およびカトマンズとクムジュン間に有意差が認められた ($p<0.05$ 、以下も同様)。すなわちクムジュンにおいて、他の2地区に比べ有意に脈拍数が多かった。

図 1

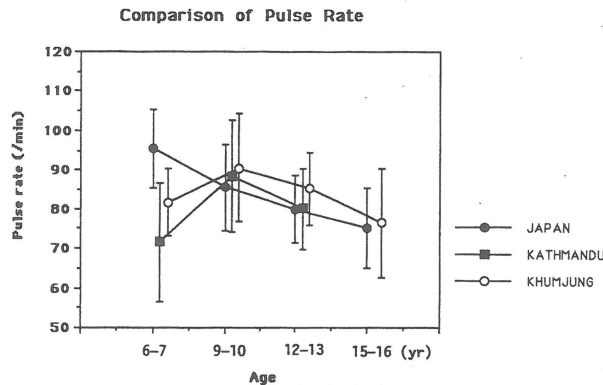
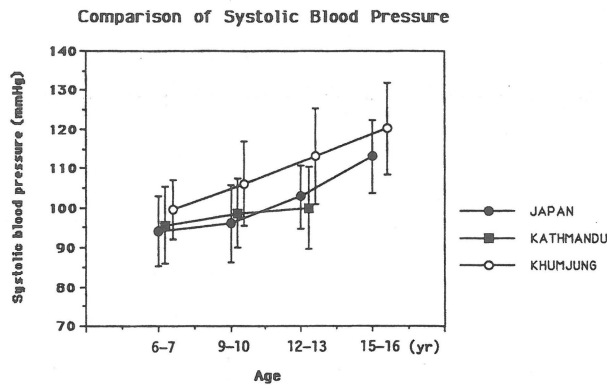


図 2



2) 収縮期血圧/最高血圧 (図2)

収縮期血圧は年齢が高くなるにつれ、体格が大きくなるにつれ上昇する。どの年齢層においても、クムジュンが最も高かった。日本とカトマンズの間には差は認められなかった。9-10才では、日本 vs クムジュン： 96.0 ± 9.7 mmHg (以下、単位は省略) vs 106.1 ± 10.6 ($p < 0.05$)、カトマンズ vs クムジュン： 98.6 ± 8.7 vs 106.1 ± 10.6 ($p < 0.05$)とクムジュンにおいて有意に高かった。この傾向は12-13才の年齢層でも同様であった。日本 vs クムジュン： 102.8 ± 7.9 vs 113.1 ± 12.2 ($p < 0.05$)、カトマンズ vs クムジュン： 100.0 ± 10.4 vs 113.1 ± 12.2 ($p < 0.05$)。

3) 拡張期血圧/最低血圧 (図3)

拡張期血圧も加齢とともに高くなる。9-10才では、日本 52.2 ± 11.8 、カトマンズ 55.4 ± 6.7 、クムジュン 58.6 ± 8.5 であり、収縮期血圧ほどの大きな差はないがクムジュンで最も高く、日本とクムジュン間に有意差が認められた。12-13才では、日本 61.4 ± 8.7 、カトマンズ 55.0 ± 6.6 、クムジュン 64.1 ± 7.8 であり、クムジュンで最も高く、カトマンズで最も低かった。日本 vs カトマンズ、カトマンズ vs クムジュンにおいて有意差が認められた。

4) 脈圧 (図4) と平均血圧 (図5)

脈圧(最高血圧-最低血圧)は、9-10才ではクムジュンで有意に大きかった。個々の数値は日本 43.9 ± 11.2 、カトマンズ 43.2 ± 6.9 、クムジュン

図 3

Comparison of Diastolic Blood Pressure

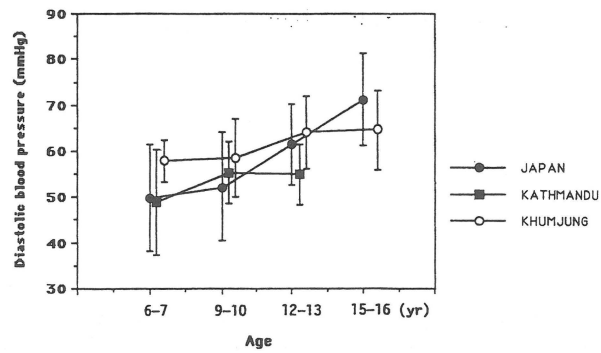


図 4

Comparison of Pulse Pressure

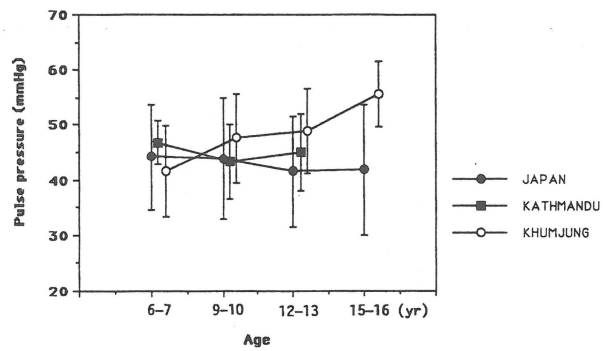
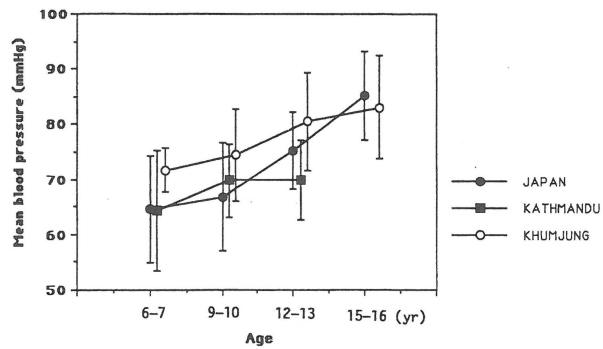


図 5

Comparison of Mean Blood Pressure



ン 47.6 ± 8.1 。12-13才では、全ての組み合わせで有意差が認められ、クムジュン 49.0 ± 7.8 、カトマンズ 45.1 ± 7.2 、日本 41.5 ± 10.1 の順に大きかった。

平均血圧については拡張期血圧 $+(1/3 \times \text{脈圧})$ で計算した近似的なものを図5に示した。これまでのデータから予測されるように、2つの年齢層においてクムジュンで最も高かった。カトマンズと日本の間では有意差は認められなかった。

5) 収縮期血圧と拡張期血圧の分布(図6、図7) 日本の12-13才の小児、カトマンズ、クム

ジュンの11-13才の小児の収縮期血圧の分布を図6に示した。日本とカトマンズでは同様の分布がみられ、100-110 mmHgのクラスが最頻値であった。一方、クムジュンでは100 mmHg以下の人数が少なかった。120 mmHg以上の人数が30%を越え、他の2地区に比較して分布の上からも高い方にシフトしていた。

同じ年齢層の母集団において拡張期血圧の分布をみると(図7)、今度は日本とクムジュンがほぼ同じパターンを示し、カトマンズにおいて分布が低い方に偏っていた。

図6

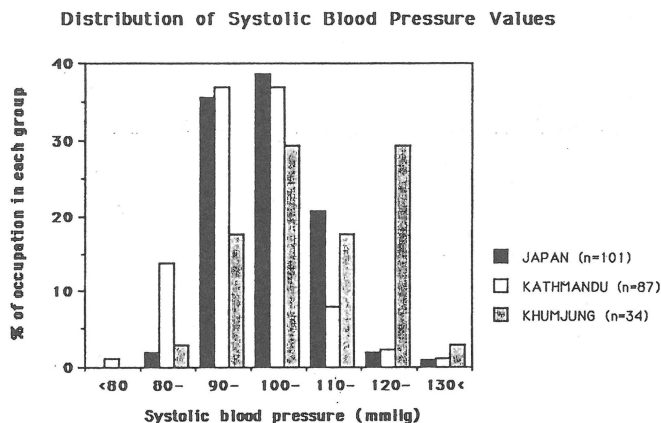
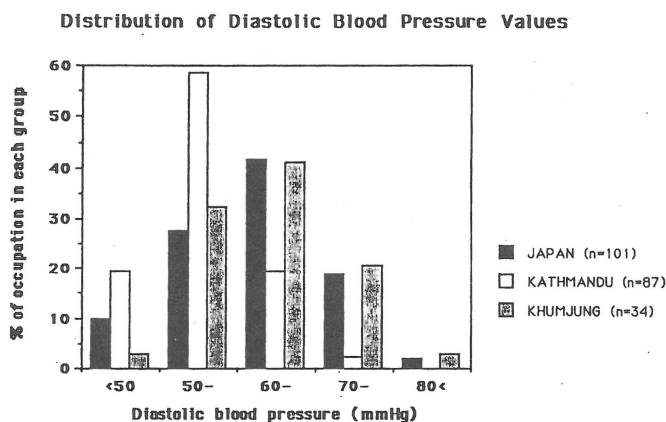


図7



6) 収縮期血圧の身長による補正 (図8)

血圧は体格の大きさによっても差を生じるものである。一般に同一年齢であっても体格の大きな子の方が高い傾向にある。したがって次編で井上が報告しているように、3つの地区の同じ年齢層における平均体重、平均身長が有意に異なるので、単純に血圧値を比較しては論じられない。身長順位はカトマンズ、日本、クムジュンであり、他地区に比べクムジュンでは有意に低かったからである。この体格の違いによる影響を解消するために、最近岸田が発表した修正方法を用い²⁾、あらためて収縮期血圧を比較した。修正血圧は、血圧/ $\sqrt{\text{身長}}$ で算出した。図8にみられるように、どの地区のデータにおいても、加齢に伴う血圧の上昇(図2)が身長増加によって相殺され、横軸にほぼ平行している。これは岸田の報告に一致するが、今回のような国際的比較研究ではきわめて有効な方法といえる。この修正血圧を比較しても、どの年齢層においてもクムジュンにおいて最も高いことが明瞭であった。日本とカトマンズの間には差がなかった。

5 考察

ネパールの2つの地区と日本の1地区で小児の血圧を測定し、相互に比較した。日本で言えば小学校高学年から中学生に相当する年齢では、低酸素環境の高地に住むクムジュンの学童の血圧が最

も高く、とくに収縮期血圧において顕著な差を示した(図2)。体格(身長)の違いを補正すれば、各地区の差がより鮮明となった(図8)。脈拍数もクムジュンにおいて最も多かった(図1)。

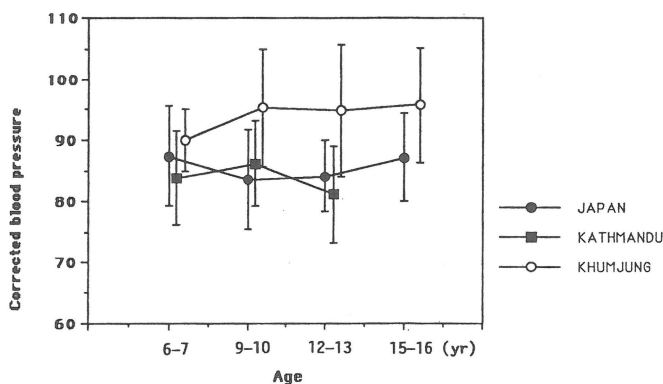
ここで述べる高血圧とは必ずしも現在の病的状態を指すのではなく、平均からかけはなれて高い例にしても、成人病リスクファクターとしての意味を有するにすぎない。小児の年齢別の血圧の上限値は、発表された論文を参考にすれば³⁾、6-9才では120/80 mmHg未満、10-13才では125/85 mmHg未満、14-17才では135/90 mmHg未満である。この上限値を越えるものは、クムジュンの9-14才の小児においても、91人中3例であり、しかも収縮期血圧のみが上限を越えていた。拡張期血圧はすべて90 mmHg以下であり、当然のことながら治療対象とはならない。

血圧は、遺伝(素因)因子に後天的な種々の環境因子が加わって決定される。小児期の血圧の決定要因として遺伝性がどの程度重要であるかは明かでない。今回は人種の異なる3つの集団を比較したわけであるが、シェルパ族が高血圧の素因を有しているのかどうか、今回のデータからは判断できない。同一生活条件の、たとえばカトマンズに住むネワール族とシェルパ族を比較するようなフィールドワークが必要であろう。

一方、血圧を左右する生理学的因子として、血

図8

Comparison of Corrected Systolic Blood Pressure



液の粘稠度、血液量、血管壁の弾性、心拍出量、末梢血管の抵抗性、とくに細動脈の血流に対する抵抗性などがあげられる。このうち動脈壁の弾性と末梢血管の抵抗性が高血圧の発生に重要である。動脈壁の弾性は言葉を換えれば動脈硬化の程度ということであり、食事性因子の影響を強く受けるが、健康小児においては成人ほど問題とはならない。もう一つの末梢血管の抵抗性に関しては、細動脈壁の過緊張による血管抵抗の増大が高血圧をもたらすが、内分泌性因子(ホルモン)、神経性因子などによって複雑に調節されている。

低酸素環境に暴露されることによって血圧が上昇することはすでによく知られていて、われわれもシシャパンマ峰の登山中に確かめることができた。その原因として、1)赤血球の増加(ヘマトクリットの上昇)⁴⁾による血液粘稠度の亢進、2)交感神経系の賦活、すなわちカテコールアミンの分泌増加、3)レニン・アンジオテンシン系の昇圧物質の増加⁵⁾と寒冷環境による末梢血管の収縮などが考えられる。

クムジュンのシェルパ族の小児にみられた高い血圧について低酸素環境との関連で考察すると、まず赤血球の増加は今回調べることができなかったが、血圧に影響を与えるほどの血液粘稠度上昇の存在は、否定はできないものの考えにくい。つぎに恒常的なカテコールアミンの分泌亢進の可能性である。図1に示したように、クムジュンの小児の脈拍数が他に比べ高い傾向を示したので、低酸素による交感神経系の緊張状態が存在することが推測される。過去にも、海拔3800mを越えれば、血液中あるいは尿中のノルアドレナリン(交感神経系ホルモン)の増加することが報告されている⁶⁾。クムジュンは丁度その高度に位置するため、交感神経系の賦活が血圧上昇を導いた可能性は十分に考えられる。慢性的な軽度の低酸素暴露が、実際に持続的な交感神経系ホルモンの分泌亢進をもたらしているのかどうか、尿中ホルモン量測定によって平均分泌量を検討する必要がある。最後のレニン・アンジオテンシン系ペプチドはきわめて強力な昇圧物質であり、低酸素の急性暴露により血中濃度が急激に上昇することが知られている⁵⁾。したがって、クムジュンにおいても間欠的な分泌亢進が起り得るであろうが、はたして恒常的な血圧上昇と結

び付くのかは不明である。

低酸素の問題以外には、食事性の因子、とくに塩分摂取量が血圧と深い関係を有するので、今後小児の領域での食物調査が大切と思われる。

日本とカトマンズでは血圧の差異は認められなかった(図8)。この点に関しては、両地区の小児は同レベルの成人病リスクファクターを持っていることになる。ただ、図7の拡張期血圧の分布をみれば、日本の方がやや高い方に分布している。現在検討中の血清脂質(コレステロール)を比較することにより、動脈硬化のリスクファクターの解析をすすめる予定である。

6 おわりに

小児期における成人病リスクファクターの一つ、血圧について、3地区の調査結果を報告した。収縮期血圧の高かったクムジュンについては、低酸素環境との関連について主に考察した。そして最も重要なポイントは、小児にみられるこのような相違が、成人の高血圧、動脈硬化に起因する疾患の有病率に反映するのかどうか、である。松林を中心に進められている成人/老人の検診結果と総合させることにより、今回の小児の調査の意義がより一層深まるとと思われる。

文献

- 1) 村田光範; 小児成人病の定義とその意味について。小児科MOOK 47, P.1, 金原出版, 1987.
- 2) 岸田憲二、羽根田紀幸、原田由利香、森忠三、岩谷一、西尾利一; 小児期血圧の身長による標準化。第56回日本循環器学会総会抄録集, P.103, 1992.
- 3) The National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee; Hypertension Prevalence and the Status of Awareness, Treatment, and Control in the United States-Final Report of the Subcommittee on Definition and Prevalence of the 1984 Joint National Committee. Hypertension, 7: 457, 1985.
- 4) 足立みなみ、瀬戸嗣郎; シシャパンマ峰登山中における造血動態の経時的検討。ヒマラヤ学誌, 2: 103, 1991.
- 5) 瀬戸嗣郎, 出水明、松沢哲郎; 低酸素環境下における人体の順応機構—血液学的研究。ヒマラヤ学誌, 1: 31, 1990.
- 6) J.P.Richalet; The Heart and Adrenergic System in Hypoxia. In "Hypoxia: The Adaptations," edited by J.R. Sutton, G.Coates and J.E.Remmers, B.C.Decker Inc, P231, 1990.