

# ヒマラヤ高所住民の心臓生理学的特徴

陣内陽介

高知医科大学老年科

ヒマラヤ山脈北面の中国西藏自治区シガツェ(Shigatse)地区、ティンリー県 (Tingri;4432m)に永住するチベット族28名とヒマラヤ山脈南面のネパール王国ナムチェ・バザール (Namche Bazaar; 3,400m)村に永住するシェルパ族28名、計56名 (男34:女22、平均年齢51歳)を対象に、高所住民の心血管系生理学的特徴を明かにすることを目的として、身長、体重、酸素飽和度、心電図、心エコー図、血液学的検査を施行した。比較対照として高所経験のない、性、年齢を対応させた日本人56名を用いた。結果として1)高所住民の拡張期血圧は日本人と比べ高かった。2)心電図上、第Ⅱ誘導のP波高は、高所住民の方が高かった。3)心エコー図上、左室拡張末期径は高所住民の方が小さかった。4)高所住民では、酸素飽和度と心電図上、第Ⅱ誘導のP波高、拡張期血圧はそれぞれ負の相関が認められた。

## 1. はじめに

平地住民が高所において、低酸素に曝されることによりさまざまな生理的变化を受けることはよく知られている。しかし、生下時より低酸素状態に生育する高所住民がどの様に低酸素状態に適応し、その結果としてどのような生理学的特徴を有するのか十分に解明されていない。今回、ヒマラヤ高所住民を調査する機会を得たので、身体所見、酸素飽和度、心電図、心エコー図、血液学的検索を用いて、その生理的特徴について検討を行った。

## 2. 対象

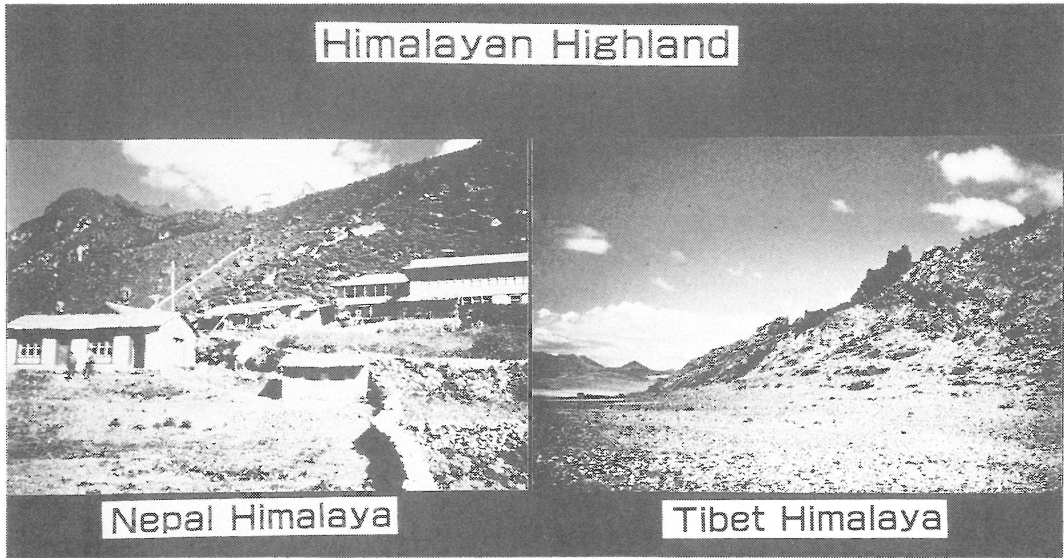
ヒマラヤ山脈北面の中国西藏自治区シガツェ (Shigatse)地区、ティンリー県 (Tingri;4,342m) (図-1右側)に永住するチベット族28名 (図-2右側)とヒマラヤ山脈南面のネパール王国、ナムチェ・バザール村 (Namche Bazaar;3,400m) (図-1左側)に永住するシェルパ族28名 (図-2左側)、計56名 (男34:女22、平均年齢51歳)である。比較対照として性、年齢を対応させた高所経験のない日本人56名 (男34:女22、平均年齢51歳)を用いた。なお、対象はすべて35歳以上とした (表-1)。

表 1

|                               | 高所住民<br>(3400m-<br>4,342m) | 日本人<br>(control)<br>(sea-level) | p-value |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------|
| No. of subjects               | 56                         | 56                              |         |
| AGE (yr)<br>( $\geq 35$ y.o.) | 51.0 $\pm$ 9.6             | 51.0 $\pm$ 9.6                  | ns      |
| M:F                           | 34:22                      | 34:22                           | ns      |

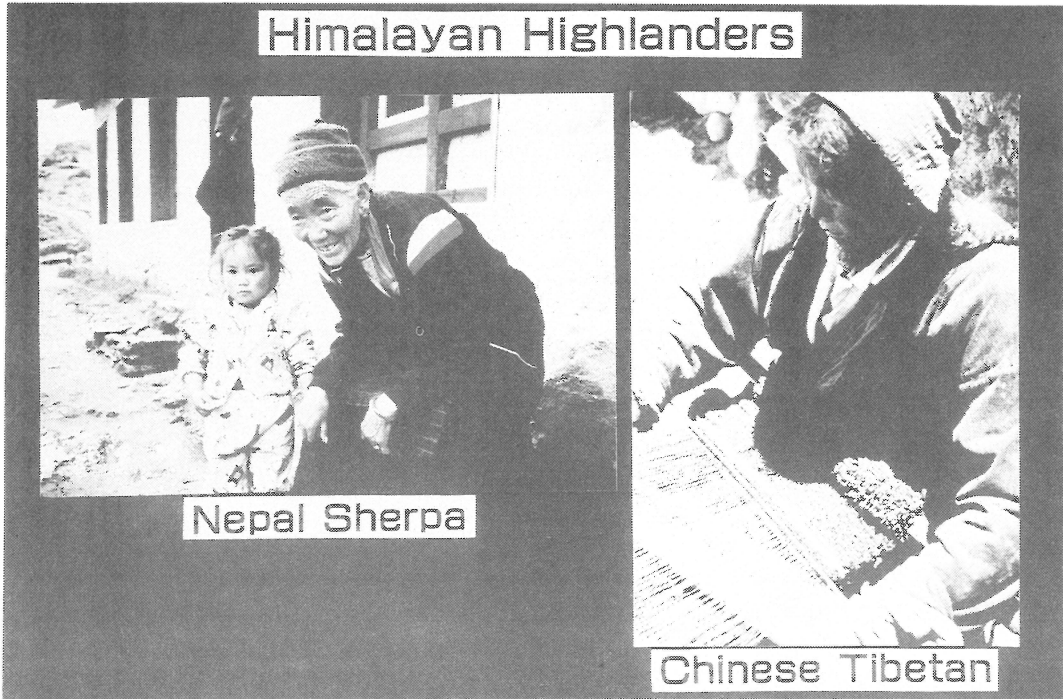
対象は3,400mから4,342mに居住する高所住民56人と比較対照として用いた日本人 (平地居住民) 56名。対象はすべて35歳以上で、平均年齢は、51.0 $\pm$ 9.6歳、男性34名、女性22名である。

図1 調査地域の概観



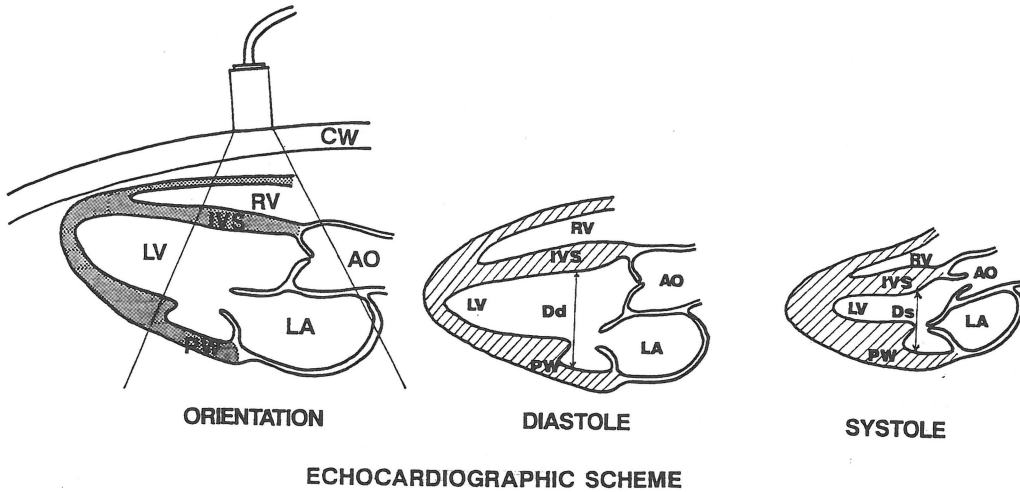
左はネパール王国ナムチェ・バザールの、右は中国西藏自治区ティンリーの風景を示す。ナムチェ・バザールの緑豊かな景色が印象的なのに対し、ティンリーでは緑のほとんど見られない荒涼とした光景が印象的である。

図2 高所住民のプロフィール



左はナムチェ・バザールの老婆と子供のスナップ。ナムチェ・バザールはトレッカーが多く、かなり強く西洋文明と接している。右はティンリーの女性のスナップ。ティンリー県は、ナムチェ・バザールとは違い西洋文明との接触は少ない。われわれが診療所開設中、60歳以上の受診は少なく、また年齢より高齢に見えることが印象的であった。

図3 心エコー図の模式図



左は傍胸骨長軸像で、胸壁に触端子が触れている。CW:chest wall (胸壁)、IVS:intra-ventricular septum (心室中隔)、Ao:aorta (大動脈)、LA:left atrium (左心房)、LV:left ventricle (左心室)、PW:posterior wall (左室後壁)  
中央は拡張末期の傍胸骨長軸像。Dd(diastolic dimension)は左室拡張末期径。  
右は収縮末期の傍胸骨長軸像。Ds(systolic dimension)は左室収縮末期径。

### 3. 方法

各被検者の同意のもとに、問診、身長、体重、血圧、脈拍測定等の一般理学的検索と血液学的検索を行った。血圧測定に関しては、タイコス血圧計を用い、安静坐位にて測定した。拡張期血圧は、コルトコフ音のスワン第5点を採用した。動脈血酸素飽和度は、パルスオキシメーター（ミノルタカメラ株式会社製、Pulsox7TM）を用いて第2指指尖より経皮的に測定した。心電図は、日本光電株式会社製ECG-6303、心エコーは、フクダ電子株式会社製U-2000、3MHzのプロローベを用いて経胸的に測定した。

心電図は、心拍数（HR）、第II誘導のP波の幅、第II誘導のP波の高さ、P-R間隔、QRS波の幅、QRS軸、SV1+RV5、V1のR波の高さ、V1のR/S比、移行帯（transitional zone）、胸部誘導でのT波の逆転を測定し、心エコー図は、大動脈基部径（Ao）、左房径（LA）、心室中隔厚（IVS）、左室後壁厚（PW）、心室拡張末期径（Dd）、心室収縮末期径（Ds）、%Fractional shortening（FS）を測定しそれぞれ

比較検討を行った。

### 4. 結果

身体所見では、身長は高所住民の男の方が日本人より高かったが、その他には差は見られなかった。拡張期血圧は、高所住民で高値であった。酸素飽和度は、日本人について施行していないが明かに有意差があると思われる（表-2）。心電図所見では、心拍数は高所住民の方が速く、第II誘導のP波高は高所住民で高かった。SV1+RV5、V1のR波高は、高所住民で低かった（表-3）。心エコー図所見では、左心房径、心室中隔厚、左室後壁厚、左室拡張末期径、%FSは、高所住民の方が小さかった（表-4）。また、高所住民では拡張期圧と酸素飽和度（図-4）、第II誘導のP波の高さと酸素飽和度（図-5）に相関関係がみられた。

### 5. 考案

拡張期血圧は、高所住民で日本人より高く、また高所住民では酸素飽和度と、拡張期血圧に負の相関関係がみられることより、低酸素状態は拡張期血圧を上昇させる要因である可

表 2

|                        | 高所住民        | 日本人         | p-value  |
|------------------------|-------------|-------------|----------|
| 身長 (cm)                | M 167.0±7.8 | M 161.5±6.9 | p<0.01   |
|                        | F 153.7±7.1 | F 152.6±5.9 | ns       |
| 体重 (cm)                | M 61.0±8.7  | M 62.2±9.2  | ns       |
|                        | F 58.8±9.1  | F 52.1±6.9  | ns       |
| 収縮期血圧(mmHg)            | 120.0±16.7  | 127.7±19.1  | p<0.05   |
| 拡張期血圧(mmHg)            | 85.0±14.9   | 77.4±13.2   | p<0.01   |
| S p O <sub>2</sub> (%) | 86.5±5.1    | (97.0)      | (p<0.01) |
| Hematocrit (%)         | 55.0±12.0   |             |          |

身体所見では、高所住民の男性の身長は日本人より高かったが、体重には差は認められなかった。

女性では、日本人と高所住民との間には、身長、体重ともに差は認められなかった。収縮期血圧は、日本人がやや高かったが、拡張期血圧は高所住民の方が高かった。酸素飽和度は高所住民しか測定していないが、日本人と較べ明かに低いと考えられる。

表 3 心電図所見

|  | 高所住民<br>(n=56) | 日本人<br>(n=56) | p-value |
|--|----------------|---------------|---------|
| H R (beats/min)                          | 74.0±13.8      | 68.2±11.2     | p<0.02  |
| P width in II (sec)                      | 0.08±0.01      | 0.08±0.01     | ns      |
| P height in II (mm)                      | 1.3±0.5        | 0.9±0.4       | p<0.01  |
| P-R interval(sec)                        | 0.16±0.02      | 0.16±0.02     | ns      |
| Q R S width(sec)                         | 0.08±0.01      | 0.08±0.01     | ns      |
| Q R S axis(degree)                       | 58.9±37.5      | 52.0±25.3     | ns      |
| S V <sub>1</sub> + R V <sub>5</sub> (mm) | 22.7±9.4       | 27.8±5.2      | p<0.01  |
| R in V <sub>1</sub> (mm)                 | 1.8±1.5        | 3.1±2.0       | p<0.01  |
| R/S in V <sub>1</sub>                    | 0.26±0.30      | 0.31±0.19     | ns      |
| T ransitional zone                       | 3.1±0.7        | 3.1±0.6       | ns      |
| T wave inversion<br>in precordial leads  | 0.6±0.8        | 0.6±0.6       | ns      |

表 4

|            | 高所住民<br>(n=56) | 日本人<br>(n=56) | p-value |
|------------|----------------|---------------|---------|
| A o (cm)   | 2.9±0.4        | 3.0±0.4       | ns      |
| L A (cm)   | 3.2±0.5        | 3.4±0.4       | p<0.05  |
| I V S (cm) | 0.87±0.12      | 0.94±0.15     | p<0.05  |
| P W (cm)   | 0.83±0.11      | 0.94±0.13     | p<0.01  |
| D d (cm)   | 4.3±0.4        | 4.6±0.4       | p<0.01  |
| D s (cm)   | 2.9±0.4        | 2.8±0.4       | ns      |
| % F S (%)  | 31.8±5.1       | 39.7±6.0      | p<0.01  |

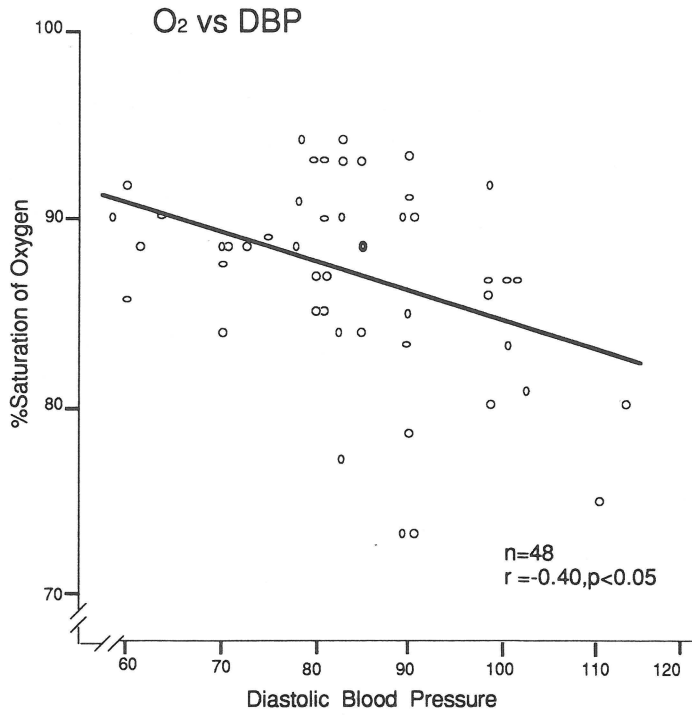
心エコー図所見：左房径(LA)、心室中隔厚(IVS)、左室後壁厚(PW)、左室拡張末期径(Dd)、左室拡張期径(Ds)、左室壁運動の指標となる%FS(%fractional shortening; [Dd-Ds]/Dd)は高所住民の方が小さい。しかし、心電図所見と同様、すべて正常範囲内である。

能性が考えられる。心電図上、高所住民の第Ⅱ誘導のP波の高さは日本人より高く、高所住民ではより大きな右房負荷がかかっていると思われる。また、高所住民では第Ⅱ誘導のP波の高さと酸素飽和度には負の相関関係がみられることから、低酸素により右房負荷が増すと考えられる。SV<sub>1</sub>+RV<sub>5</sub>、V<sub>1</sub>のR波の高さ

は、日本人の方が大きかったが、高所住民の胸壁が日本人の胸壁より厚いことによると考えられた。心エコー図上、左室拡張末期径は日本人より高所住民が小さかったが、高所住民の赤血球増多による血漿減少が示唆された。

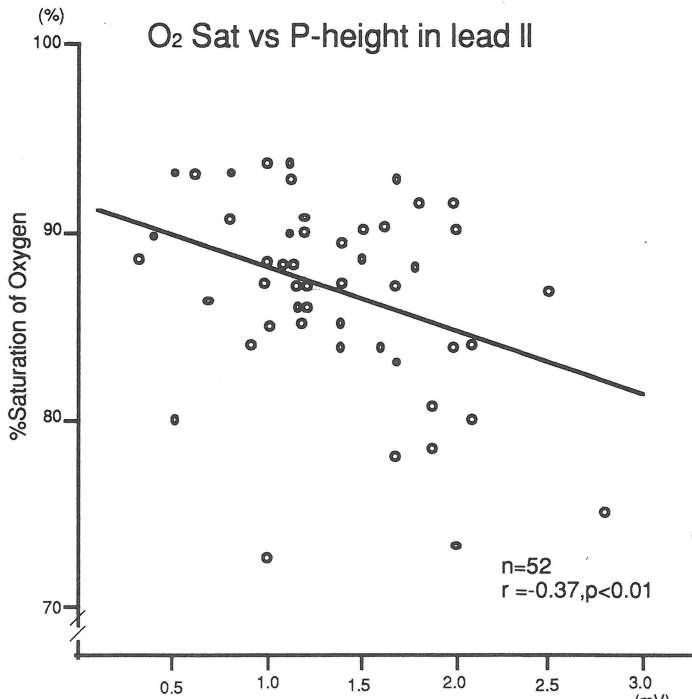
3,400m以上の高地に永住するヒマラヤ高所住民を、sea-levelに居住する日本人を比較対象

図 4



高所住民の酸素飽和度と拡張期血圧の相関を示す。相関係数は $r=-0.40$ で、低酸素になるほど拡張期血圧は高くなる。

図 5



高所住民の酸素飽和度とII誘導のP波の高さの相関を示す。相関係数は $r=-0.37$ で、低酸素になるほど、II誘導のP波の高さは高くなる。

として検討し、いくつかの差異は認められたものの、基本的にその平均値は日本人の正常範囲内の値であった。すなわち、高所住民はその低酸素状態に十分に適応し生活していることが示唆された。

## 6. 結語

- 1) 平地住民である日本人と比べ高所住民では拡張期血圧が高かったが、その要因としてより低酸素状態にあることが推測された。
- 2) 心電図所見では、右房負荷の所見は高所住民ではより強くみられた。
- 3) 心エコー所見では、左室拡張末期径は、高所住民の方が小さく、赤血球増多による血漿減少による変化が示唆された。
- 4) 高所住民においての高所における低酸素状態は少なくとも心電図所見、心エコー図所見からみる限りにおいては、心血管系に著明な影響を与えていないものと思われた。

謝辞：最期に調査にご協力戴いた中国登山協会、Dr. Li-Shupingと Nepal Tribuvan University Dr.T.M.Amatyaに深謝致します。