

| | |
|------------------|---|
| Title | 高所における医学的考察 |
| Sub Title | Medical observations at high altitudes |
| Author | 辰沼, 広吉(Tatsunuma, Hirokichi) |
| Publisher | 慶應義塾大学体育研究所 |
| Publication year | 1961 |
| Jtitle | 体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.1, No.1 (1961. 9) ,p.55- 90 |
| JaLC DOI | |
| Abstract | |
| Notes | |
| Genre | Departmental Bulletin Paper |
| URL | https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00010001-0055 |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

高所における医学的考察

辰 沼 広 吉*

はじめに

1. 調査方法ならびに成績

2. 考察ならびに総括

むすび

はじめに

ヒマラヤにおける生体の変化に関して興味を持ち始めたのは1931年バウラーのカンチェンジュンガの報告書を読んでからである。その中でハルトマンの生理学的考察は生理学の著しく進歩した今日ではすでに古典に属しているとはいえ、その中に記載されている成績は高所で実測されたものとしての価値を見いだすのである。彼らの血液塗抹標本による白血球百分率と詳細な隊員の運行表は、生体の変動を知る手がかりとなった。

マナスル登山の計画ができた当初、生理学に関する委員会を作つてはという案もあったが、私はむしろカンチェンジュンガの報告書の実測値を中心に諸先輩の意見を尋ねまわったほうが有効であると考えた。そして得られた結論は、人間が酸素の少ないところに行くのだから酸素を持っていったならば良かろうということであった。しかし8,125メートルの山に当面して具体的にどういう方法をとったならば、最も安全にまた最も合理的に登山を遂行できるかという問題に関して決定的な証明をもつた根拠はなかったのである。そこでその対策を求めるために第一に環境の調査、第二に異常環境が与える生体の反応を知り、次の事項について具体的な方法を求めるところにヒマラヤにおける医学的考察の意味があると考え、三次にわたる登山の間続けられた。

- (1) いかなる登山方法が高度馴化のために合理的であるか。
- (2) 高所で体力を維持する方法。
- (3) 隊員の適性を知ること。

しかしこれらの事項に答えるためには、いくつかの難点がある。第一は登山と同様な自然環

* 慶應義塾大学体育研究所教授

高所における医学的考察

境を実験室内で作ることが困難であると同時に、動物実験だけにたよるわけにはゆかない。第二は登山中多くの調査を実施するためには、重量ならびに疲労の点から制約を受ける。第三は登山中の測定値では条件が不ぞろいであり、多くの例数と正確な対象を作りにくい。

1. 調査方法ならびに成績

1. 環境調査

生体に最も強く影響する第一の因子は大気中の酸素分圧であり、この変動は登山方法が決定する。すなわちわれわれの行動がそれである。

第二は空気の温湿度、日較差と輻射熱で、1953年マナスル氷河を下降しているとき、雲が切れ日射が強くなると急に呼吸困難を感じたので、輻射熱の測定を加えた。アクチノ・メーター、ロビッチ自記日射計、携帯用紫外線計 ($310\mu\mu\sim400\mu\mu$) を用いた。輻射熱に關係のあるところを抜萃しよう（第1, 2, 3, 4表）。気温は暖帶の低地旅行から高度の上昇とともに低温域によ

第1表 5,600mにおける環境調査成績

| 月・日 | 時 間 | 乾球温度 | 湿度(%) | 最低温度 (°C) | 最高温度 (°C) | グローブ温度 (°C) |
|------|-------|-------|-------|--------------|--------------|----------------|
| 5—9 | 8.00 | — 3.0 | 72.4 | —14.0 | +18.0 | 36 |
| | 10.00 | — 0.1 | 64.4 | — 2.2 | + 4.0 | 26 |
| | 14.00 | + 1.0 | 88.0 | — 1.0 | + 8.0 | 35 |
| 5—10 | 8.00 | — 4.0 | 85.4 | —10.0 | + 8.5 | 26 |
| | 10.00 | — 2.8 | 83.9 | — 2.8 | + 4.0 | 11 |
| 5—11 | 14.00 | + 5.0 | 79.8 | —10.0 | +10.0 | 28 |
| | 8.00 | — 3.0 | 46.9 | —10.3 | +12.0 | 6 |
| 5—12 | 10.00 | + 5.0 | 70.2 | — 4.0 | +14.0 | 25 |
| | 14.00 | — 1.0 | 62.5 | — 4.0 | +14.5 | 24 |
| | 10.00 | — 0.5 | | — 5.0 | + 4.0 | 6 |
| 5—13 | 8.00 | — 6.0 | 54.0 | — 9.0 | +11.2 | 28 |
| | 11.00 | + 4.0 | | — 6.0 | +11.0 | 37 |
| 5—14 | 8.00 | + 2.2 | 44.4 | —10.0 | +26.0 | 36 |
| | 8.00 | — 1.0 | 62.5 | — 6.0 | +16.0 | 22 |

第2表 カトマンズ—ガネッシュ・ヒマール間の環境調査成績 (1954) (測定時12.00)

| 場 所 | 高 度 | 月 日 | 気 温 | 気 湿 | 乾 カ タ 値 | 湿 カ タ 値 | グローブ温度 |
|-------------|--------|------|--------|-----|---------------|--------------|----------|
| カトマンズ | 1,400m | 3—23 | 30.5°C | 58% | 1.95 | | 51.0°C |
| チャーリン・フェディー | 850 | 3—25 | 22.0 | — | 4.48 | | 27.0 |
| アルガト・バザール | 745 | 3—26 | 29.5 | 45 | 3.64 | 18.6 | 37.0 |
| マジヤ・ガオン | 1,000 | 3—29 | 27.0 | 45 | 1.6 | 13.4 | 38.5 |
| パンシング | 2,110 | 4—1 | 16.0 | 88 | 9.5 | 9.0 | |
| ニヤツク | 2,400 | 4—3 | 18.5 | 60 | 16.1 | 44.0 | 29.0 |
| ビムル | 2,160 | 4—4 | 23.5 | 44 | | | 36.0 |
| ニヤツク | 2,760 | 4—5 | 17.5 | 55 | | | 29.2 |
| C. 1 | 2,400 | 4—12 | 22.0 | 71 | | | 28.0 |
| C. 2 | 4,950 | 5—4 | 15.5 | 67 | {10.8 18.0 | 22.0 32.3 | 25.0(日向) |
| B. C. | 5,650 | 5—11 | 4.5 | 53 | {17.6 28.4 | | 27.0(日向) |
| | 4,000 | 5—21 | 23.0 | 80 | 0.8 | | |

高所における医学的考察

第3表 ガネッシュ・ヒマールにおけるアクチノ・メーター示度 (1954)

| 月 日 | 8h 30m | | 11h 30m | | 14h 30m | | 17h 30m | | |
|------|--------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | 黒 | 白 | 黒 | 白 | 黒 | 白 | 黒 | 白 | |
| 4—24 | 39.0 | 30.7 | 46.5 | 39.2 | 47.5 | 40.5 | 16.2 | 14.8 | |
| 25 | 8.4 | 5.9* | 49.5 | 41.9 | 52.3 | 44.8 | 43.8 | 36.9 | |
| 26 | 39.0 | 36.2* | 51.4 | 43.5 | 52.7 | 44.5 | 44.3 | 36.7 | |
| 27 | *37.3 | 26.7 | 44.4 | 37.4 | 47.5 | 40.5 | *39.7 | 21.1 | |
| 28 | 32.1 | 24.5 | 45.5 | 38.4 | | | | | |
| 29 | | | 47.0 | 39.4 | 45.2 | 36.5 | *40.8 | 30.0 | |
| 30 | 30.0 | 22.2 | 43.8 | 35.0 | 45.4 | 38.0 | 33.4 | 24.6 | |
| 5—1 | 38.1 | 29.8 | *43.7 | 31.9 | 46.7 | 39.5 | 31.6 | 23.8 | |
| 2 | 37.3 | 26.9 | 47.5 | 40.3 | 50.8 | 42.3 | | | |
| 3 | | | 30.4 | 23.2 | 39.2 | 31.2 | | | |
| 4 | 35.7 | 26.5 | 50.5 | 42.5 | 48.8 | 41.8 | 31.3 | 23.0 | |
| 5 | 34.7 | 25.7 | | | | | 49.0 | 41.5 | |
| 6 | 36.4 | 27.1 | 52.8 | 44.4 | 51.6 | 42.5 | 8.8 | 7.5* | |
| 7 | 40.3 | 32.0 | *44.2 | 32.5 | 48.2 | 38.8 | | | |
| 8 | 38.0 | 28.2 | 45.1 | 38.7 | 47.2 | 39.0 | 51.8 | 41.5 | |
| 11 | | | | | *60.5 | 49.3 | *49.3 | 34.5 | 以上 B.C. |
| 12 | 40.2 | 30.8 | 55.2 | 45.5 | *60.6 | 48.3 | *59.5 | 43.4 | |
| 13 | *41.0 | 29.3 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | *43.4 | 30.0 | | | | | | | 以上 C.2. |
| 16 | 35.2 | 30.0 | 46.3 | 38.5 | 48.4 | 39.8 | 18.6 | 15.0 | |
| 17 | 33.2 | 28.3 | 47.5 | 39.0 | 50.3 | 41.3 | | | |

*が数値の右にある時は白球と黒球の差が5°C以下の場合で、差が10°C以上の時は左につけてある。

第4表 気温、気湿、グローブ温度、輻射熱、紫外線、カタ冷却力 (1956)

(測定時間 11.30 測定時 快晴)

| 場 所 | 高 度 | 乾球温度 | 湿球温度 | グローブ温 度 | 輻 射 热 (ロビッチ) Cal/cm ² /day | 紫 外 線 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ | カ 冷 却 力 |
|-------|-------|------|------|---------|---|------------------------------------|----------|
| カトマンズ | 1,470 | 21.7 | 16.5 | 32.2 | 300.0 | 4,950 | 5.0 |
| B. C. | 3,850 | 14.7 | 10.3 | 37.0 | 807.3 | 6,460 | 7.3~24.8 |
| C. 2 | 5,600 | 7.8 | 5.3 | 35.2 | 879.5 | 7,600 | 8.7~34.9 |
| C. 5 | 7,200 | -1.3 | -3.0 | 27.8 | — | 7,980 | |

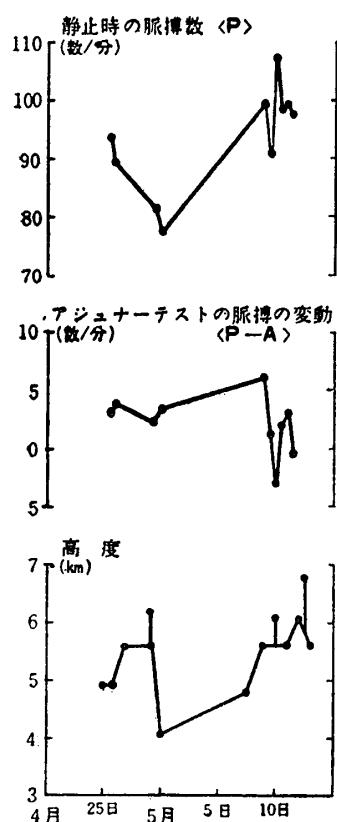
び、5,600メートルで最大日較差は36.0度、最低湿度は44.0パーセントである。輻射熱は高度の上昇とともに高値を示し、アクチノ・メーターは5,600メートルで黒球値最高60.6度、ロビッチ輻射熱計は最高1日879.5 Cal/cm²/day、紫外線は7,200メートルで7,980 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ である。

第三は風で、高所はいわゆるジェット・ストリームの影響を受ける場合が多いが、さいわい風圧は空気の量が減少するため高度に反比例して減少する。たとえば平地で27.7メートルの風が吹くと全身に感ずる風圧は約31.0キロであるが、高度8,000メートルでは9.7キロに低減することになるし、体から奪われる熱量も、これに比例して少なくなるのは有利である。微風状態でグローブ温度計は7,200メートルで27.8度、空気の温度に比較してきわめて高値を示している。生体が環境から受けける影響のうち、気温、気湿、風速の三因子を総合して受ける感覚を示すためにカタ冷却力を利用すると、平常心地よく感じる値は安静時乾カタ冷却力は5.0であるが

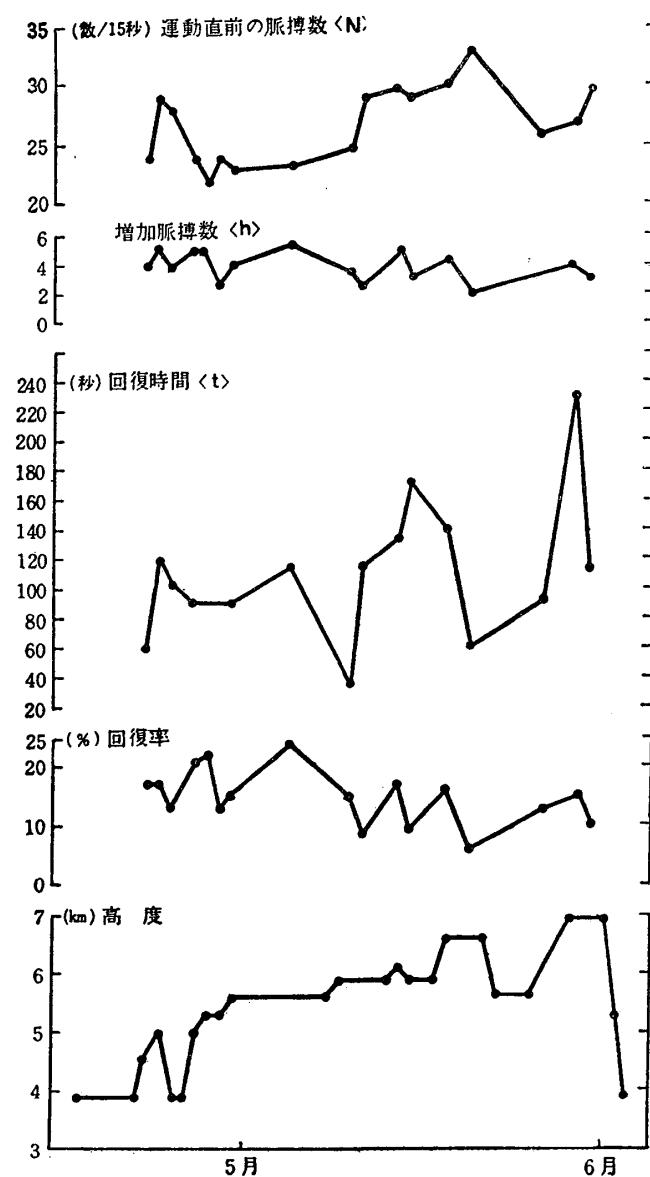
3,850メートルで7.3~24.8, 5,600メートルで8.7~34.9という値を得た。決して人間の住みやすい環境ではない。

主なる生活環境である天幕内部は特異であって 1953年5月26日の正午, 5,600メートルでは, 外気温5.0度(蒸気圧は5.25ミリバール, mb), グローブ温度24.0度, 風速毎秒2メートルのとき天幕内気温18.0度(蒸気圧10.80mb)であった。この前夜の最低気温は摂氏零下14.0度であったから, 日較差は32.0度となる。

第2図 各高度におけるアシュナー・テスト(1953)



第1図 各高度における行動中の脈搏の消長(1953)



2. 脈搏, 呼吸, 歩調, アシュナー・テスト

脈搏の測定は、正確を期するためには安静時に行なわなければならぬが、酸素不足の刺激に応ずる生体反応を知るため酸素債の著しくない運動を負荷し、その後の脈搏の消長を測定した。代表例をあげれば第1図であって、運動前の脈搏は第1回目の登行には著しく増加するが、2回目に増加しないのは馴化の現象で

高所における医学的考察

あろう。6,000 メートルを越えれば高度とともに増加する。増加脈搏数は 5,900 メートルで減少する時期がある。6,600 メートルで運動直前脈搏数と直後の増加数が逆の関係となっているのは、酸素不足に対する心臓の代償作用の結果平常の脈搏が増加しているために、負荷による増加が不能となった状態で、これ以上の負荷はできないということである。回復時間は増加脈搏数とほぼ並行していて、5,600 メートルで馴化のため著しく短縮しているところがある。

各高度におけるアシュナー・テストは第2図で9名の平均値である。5,600 メートルで逆転しており同時に安静時脈搏も減少しているのは、副交感神経緊張あるいは自律神経機能亢進を意味している。

5,600 メートルで炭酸ガス3パーセント混入酸素を毎分3リットル流量で補給し負荷を一定(腕立伏15回)にして測定すると第5表のごとく運動中休止中連続使用の場合回復時間が短縮している。

3,900 メートルならびに7,200 メートル近くにおける純酸素と炭酸ガス3パーセント混入酸素の効果は第6表で、流量は毎分3リットルが能率よく自覚的にも楽である。7,200 メートルでの脈搏の消長にはほとんど変化がないのは、測定するまでに相当の時間を要しているため、すでに下降したときの値を記載しているものと思われるが、この高度以上になると必ずしも運動負荷による脈搏の増加率は小さくなってくる。

第5表 5,600mにおける負荷時の脈搏の消長(1956)

腕立伏15回 (n=4) O₂+CO₂ ボンベ使用、流量3リットル/分

| | 平常脈搏数 (P) | 負荷による増 加脈搏数(h) P × 100(%) | 回復時間(t) |
|-----------|--------------|---------------------------------|---------|
| 酸素補給しない場合 | 15 | 5 | 33 |
| 休止中 使用 | 14 | 3 | 21 |
| 運動中休止中使用 | 14 | 3 | 21 |

第6表 各高度における、酸素ならびに炭酸ガス3%含有

酸素補給器使用による呼吸、歩調、脈搏の消長(1956)

於 7200m(小原)

| | 呼吸数 | 歩調 (歩数) | 登 行 所要時間 | 脈搏(5秒間隔10秒間測定値) |
|--------------------------------------|-----|------------|----------------|----------------------|
| O ₂ ナシ | 51 | 50 | 2分-30秒 | 24-23-23-23-23 |
| O ₂ 3l/分 | 50 | 50 | 1-0 | 17-18-17-18-19-16-17 |
| O ₂ +CO ₂ 3l/分 | 52 | 50 | 1-05 | 20-18-19-18-17-18 |

於 3900m(辰沼)

| | | | | |
|--------------------------------------|----|----|------|-------------------------|
| O ₂ ナシ | 20 | 50 | 1-45 | 20-19-16-13-13-12-12-12 |
| O ₂ 3l/分 | 23 | 68 | 1-45 | 21-18-14-12-13-12-12-12 |
| O ₂ +CO ₂ 3l/分 | 19 | 62 | 1-48 | 21-18-15-13-13-12-12-12 |

しかしこの事実は、過度の運動負荷すなわち酸素債の急激な増加が心臓を極度に害し危険に

おちいることを意味するので十分注意しなければならない。

1953年には5,900メートルで、1956年には5,600メートルで不整脈を呈するものがあったが、おそらく血中炭酸ガス濃度の動搖による副交感神経中枢の変調か、副腎皮質機能不全のためにによるものではないかと想像される。

3. 自覚症状

調査用紙を渡しこれに記入する方法で、最も簡単で隊員の身体状況を管理すると同時に高山病の発現の状態をうかがうことができる。調査の項目は身体的症状、精神的症状、神経感覚的症状の3群についての次の26問である。すなわち心疼痛、息切れ、起座呼吸、不整脈、頭痛、便秘、下痢、吐気、食欲不振、腹痛、空腹感、満腹感、神経痛、咳嗽、喀痰、頭がぼんやりする、いらいらする、惰眠、不眠、どわすれする、あきっぽい、陽氣、不安、夢、あくび、めまい。このうちおもな症状は次のようなものである。

頭 痛

高所における必発症状の1つであって、電撃様疼痛、鈍痛、頭重感、頭部筋肉痛等種々なものがある。原因はもちろん酸素分圧の低下によるが、これに関連して細胞外液の減少または細胞内液の増加による頭痛も考えられる。

不 眠

高所における苦痛の1つでその原因として考えられるものは、1. 寒冷、2. 頭痛その他の自覚症、3. 寝具の不備、4. 呼吸困難、5. 不安等である。また逆に嗜眠をきたすことがしばしばある。同一高度に長く滞在するような場合に多く、食欲不振、恶心、脱力感等とともに発症するもので細胞外液の減少症状に似ている。

咳 咳

ほとんどすべての隊員にみられ、激しいときには、エオジン嗜好性白血球、淋巴球の増加がみられるので副交感神経の緊張を考えなければなるまい。また同時に皮膚に蕁麻疹様発疹を起こして瘙痒感になやむことがある。

下 痢

1953年の第1次登山の場合、5,600メートルにはいると翌朝下痢をおこすものが多く、また長期にわたりこの高度に滞在すると下痢の続くことがある。高度からくる自律神経平衡障害で消化不良ならびに水分、無機物質の排泄が全身的に悪影響を及ぼし口渴感を訴え食欲も減退し著しく消耗する。

神 絏 痛

1952年の踏査隊員でクレバスに落ち、頭部に外傷を受けたものが翌年の第1次マナスル登山

の際、著しい疼痛を来たしその周辺に脱毛を生じた。また一般に神経痛を発症することがある。比較的年長者に多く下山後もなお続くのであって、酸素の増減による刺激で内分泌の障害が起こったものと想像される。

鼻出血

5,900 メートルで鼻出血で悩んだものがある。酸素不足による細胞壁透過性の増大によるものと考えられる。

心悸亢進

第1次登山のとき、ノース・コル、6,950 メートルから出発の際隊員の1名は呼吸困難、眩暈、心悸亢進のため行動不能となり天幕にかえり休養をとり、翌日 6,600メートルに下降したが、脱力感が長く続いた。酸素債が心臓の能力を上回った結果であろう。

凍傷

第1次マナスル登山の際、最後の登頂隊はすべて足指に著しき疼痛を訴え、指先は紫色を呈し、皮膚温は低く帰りの旅行まで続いた。酸素不足からくる血管寒冷反応の失調であろうが、もともと副交感神経緊張の場合は凍傷になりやすいといわれる。

その他の症例

ガルツェン・ミクチエンはサーダーとして高所に活躍中、咳嗽著しくベース・キャンプに下り休養をとった。当時の白血球百分率は第7表で淋巴球增加、エオジン嗜好性白血球の増加、平均核数2.11で気管支炎症状を呈していたが、数日後再び高所天幕にはいることができた。彼は、ベース・キャンプに下れば、必ず直るということをよく知っているのである。

53年の通訳のディリーは、5,600 メートルに1週間滞在中食欲不振となり摂食不能の状態が続き、シェルパに背負われてベース・キャンプに下降した。その際風雨に会い体温を奪われ著しく衰弱し、チアノーゼを呈し浅表呼吸をいとなみ不安の様相をみせ体温は低く、脈搏 108を算し微弱、応答不十分にして歩行全く不能であった。淋巴球は少なく中性嗜好性白血球増加しエオジン嗜好性白血球消失、平均核数 2.53（第7表）で、ベース・キャンプに最後までとどまって回復をはかった。同君は翌年秋フランスのマカルー隊に参加して肺炎のため死亡したと伝えられた。

1954年の第2次登山の際、高年者に激しい胃痙攣を起こしたが生来副交感神経緊張型のもので高度の上昇とともに悪化した。

第3次マナスル隊員中1名は、5,600 メートルに第2キャンプ完成のため肉体的過労ならびに睡眠不足のため肺炎を発病した。6,200 メートルで急激な呼吸困難と咳嗽に始まり、本人は「なんとか助かりたいというよりもなんとか楽になりたいというほうが本当の気持だったかもしれない」と告白している。当時の脈搏は145～150を算し、喀痰、食欲不振、起座呼吸が続

第7表 ディリー、ガルツェン高山病

罹患中の白血球百分率

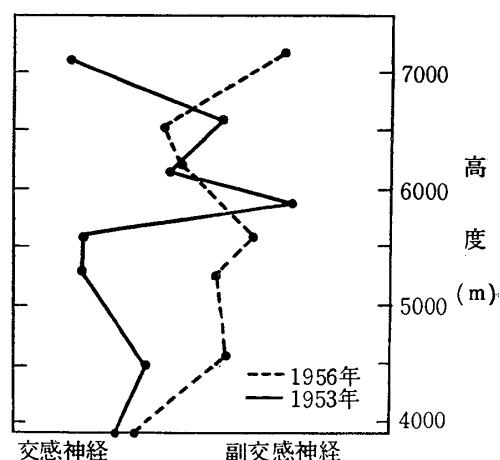
(1953年5月18日 ベース・キャンプにて)

| | ディリー | ガルツェン |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 脈搏 | 108 | 90 |
| 体温 | 35.5°C | 36.5°C |
| 好塩基性白血球% | 0 | 0 |
| エオジン嗜好性% 白血球 | 0 | 6 |
| 中性嗜好性白血球% 1 2 3 4 5 | 14 40 12 20 3 | 12 28 13 1 1 |
| | 平均核数 89(2.53) | 平均核数 55(2.11) |
| 淋巴球% | 10 | 38 |
| 単核細胞% | 1 | 1 |

第3図 発現症状を自律神経から

みた高度分布%

(1953~1956)



き、5,900メートルから5,600メートルに下ったことを正確に記憶していない。アクロマイシン、酸素補給器の利用は功を奏したが、強心剤には注意をしなくてはならない。ヒマラヤにおける疲労の回復は容易なことでなく、極度の疲労に落入ることはもっとも危険であると考えなければならない。

第1次マナスル隊員中ほぼ同一行動をとったもの5名についての調査用のデータを平均すると、第3図実線で4,500メートル、5,900メートル、6,600メートルの高度に交感神経緊張の状態があり、その前後は副交感神経緊張状態が続くらしい。第3次マナスル隊員中、高度に経験を有するもの5名については同図破線であって比較的に安定している。7,200メートルでは酸素使用の効果がうかがわれる。

すなわちこの高度の近傍に自律神経失調の時期がみられる。7,200メートルを越えれば副交感神経緊張が強くなるのは凍傷その他に關してきわめて状況が悪いことを物語っている。また高度に対し経験を有するものは、自覚症が著しく少なくなっている。頭痛、下痢も少なく食欲もよくなっている。

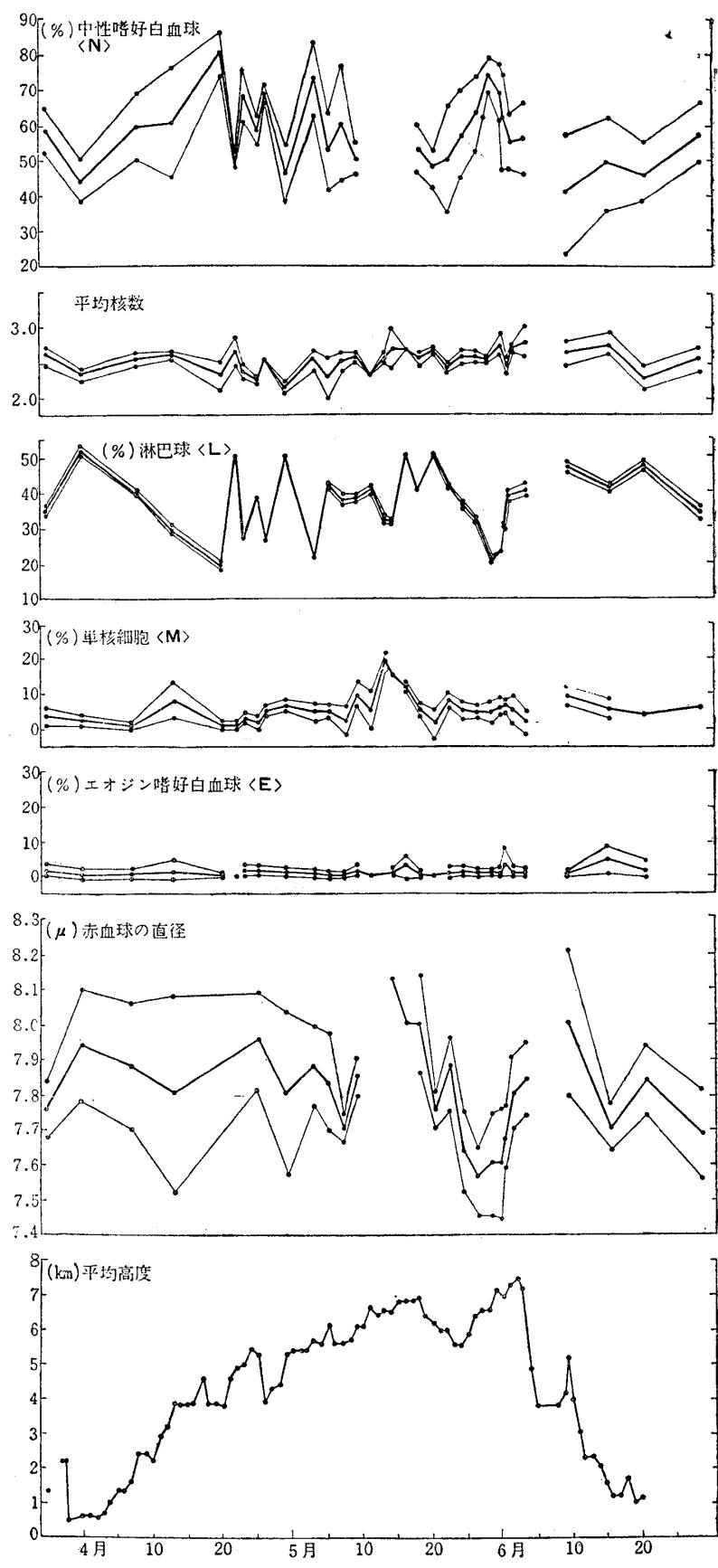
4. 血液塗抹標本

指頭から採血し塗抹標本を作りメタノールで固定し、帰国後染色をほどこし赤血球の直径、白血球百分率を求めた。第1次マナスル隊で比較的同一行動をとったものを集め3群とした。すなわち加藤グループ(第4図)、高木グループ(第5図)、シェルパ・グループ(第6図)である。

赤血球の直径は、過労で血液に炭酸、乳酸等の物質が増加して血球のPHが下がると、

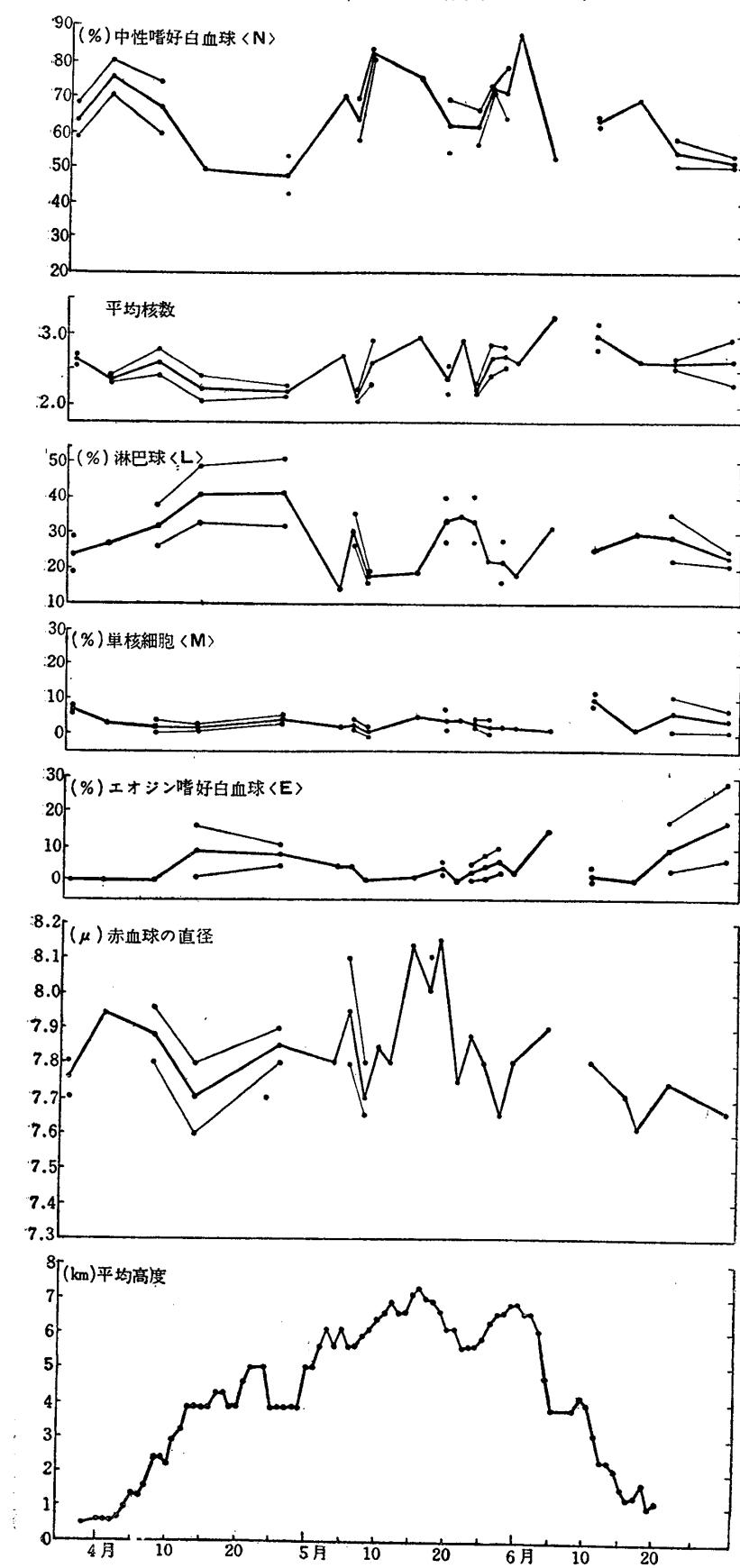
高所における医学的考察

第4図 白血球百分率の変移（加藤グループ）n=5



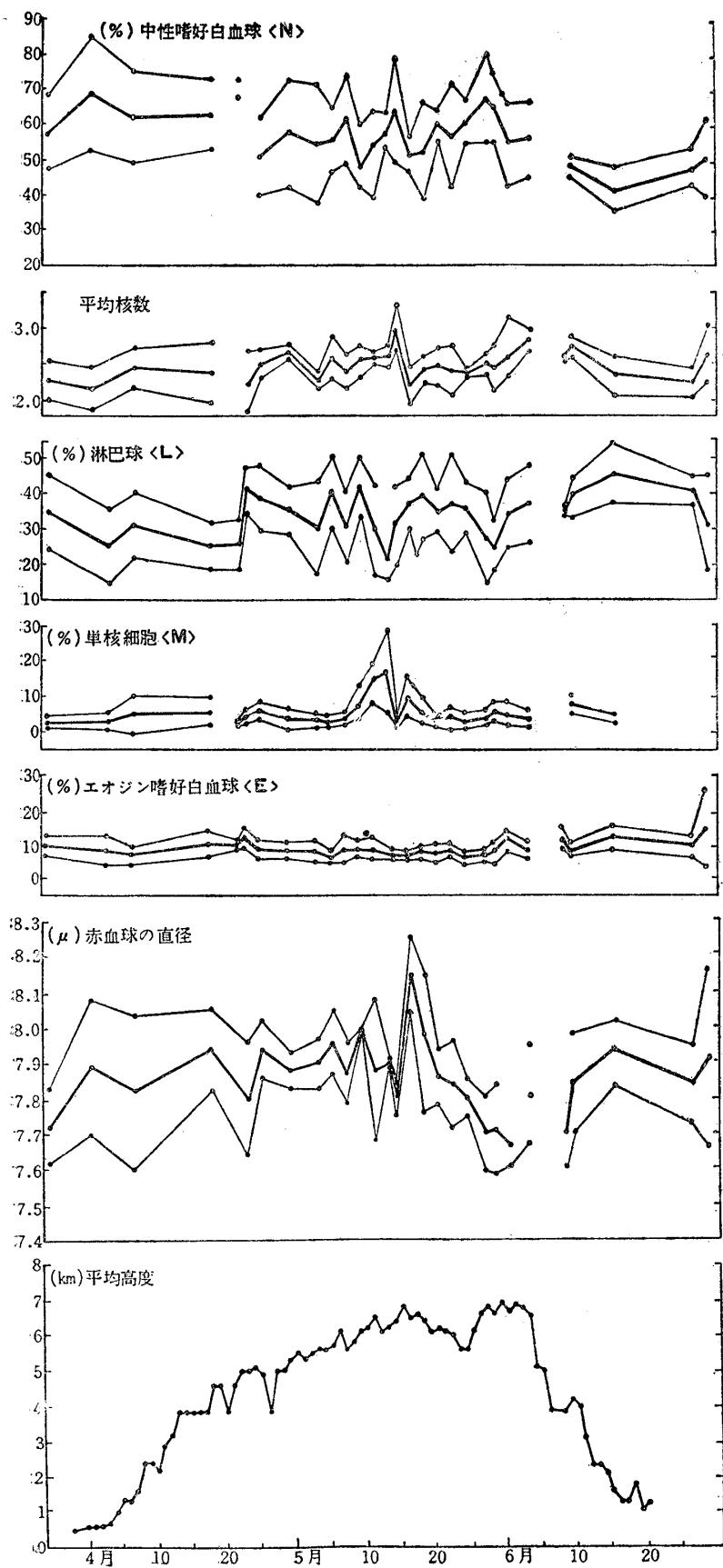
高所における医学的考察

第5図 白血球百分率の変移（高木グループ）n=6

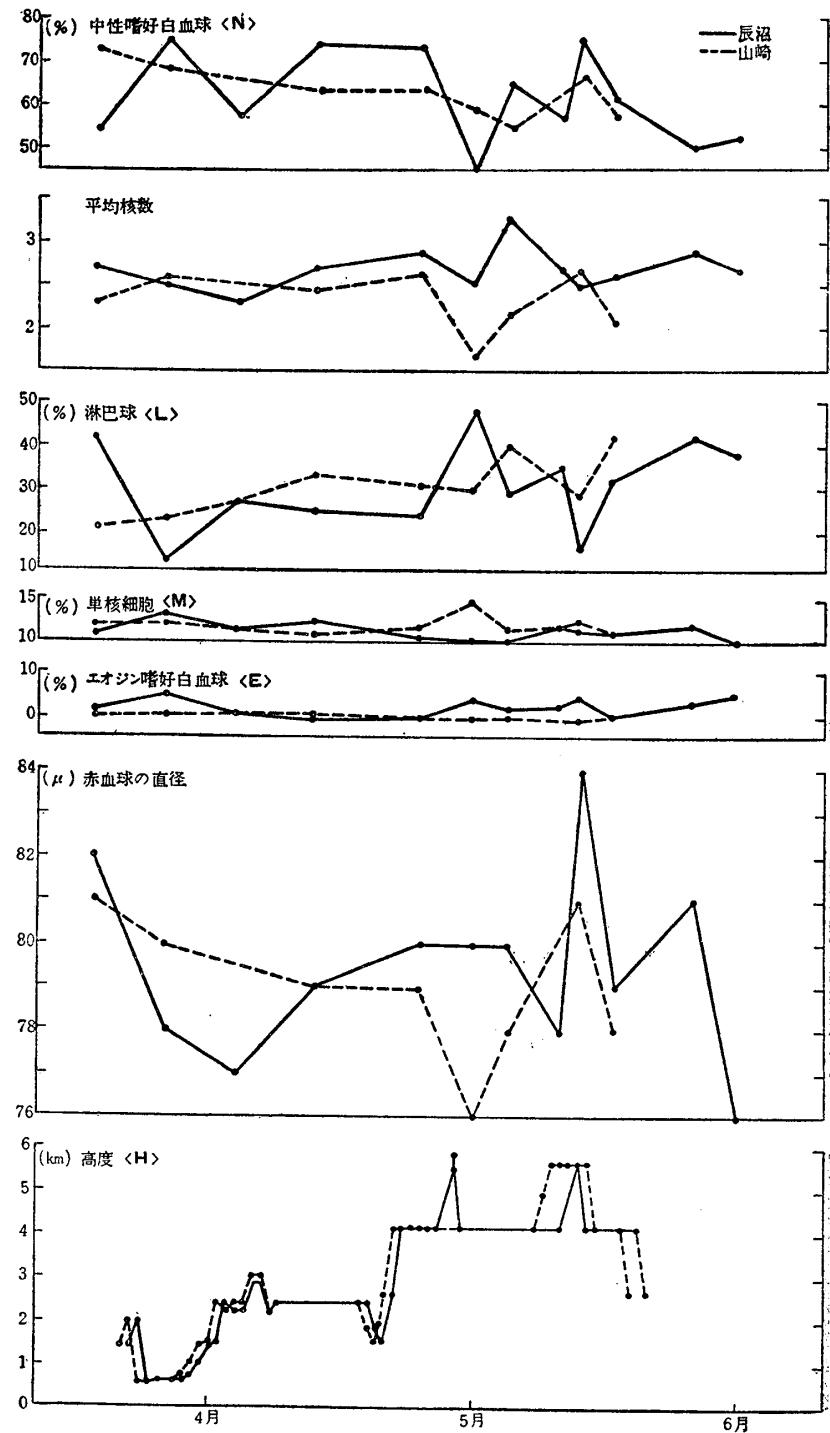


高所における医学的考察

第6図 白血球百分率の変移（シェルパ・グループ）n=11

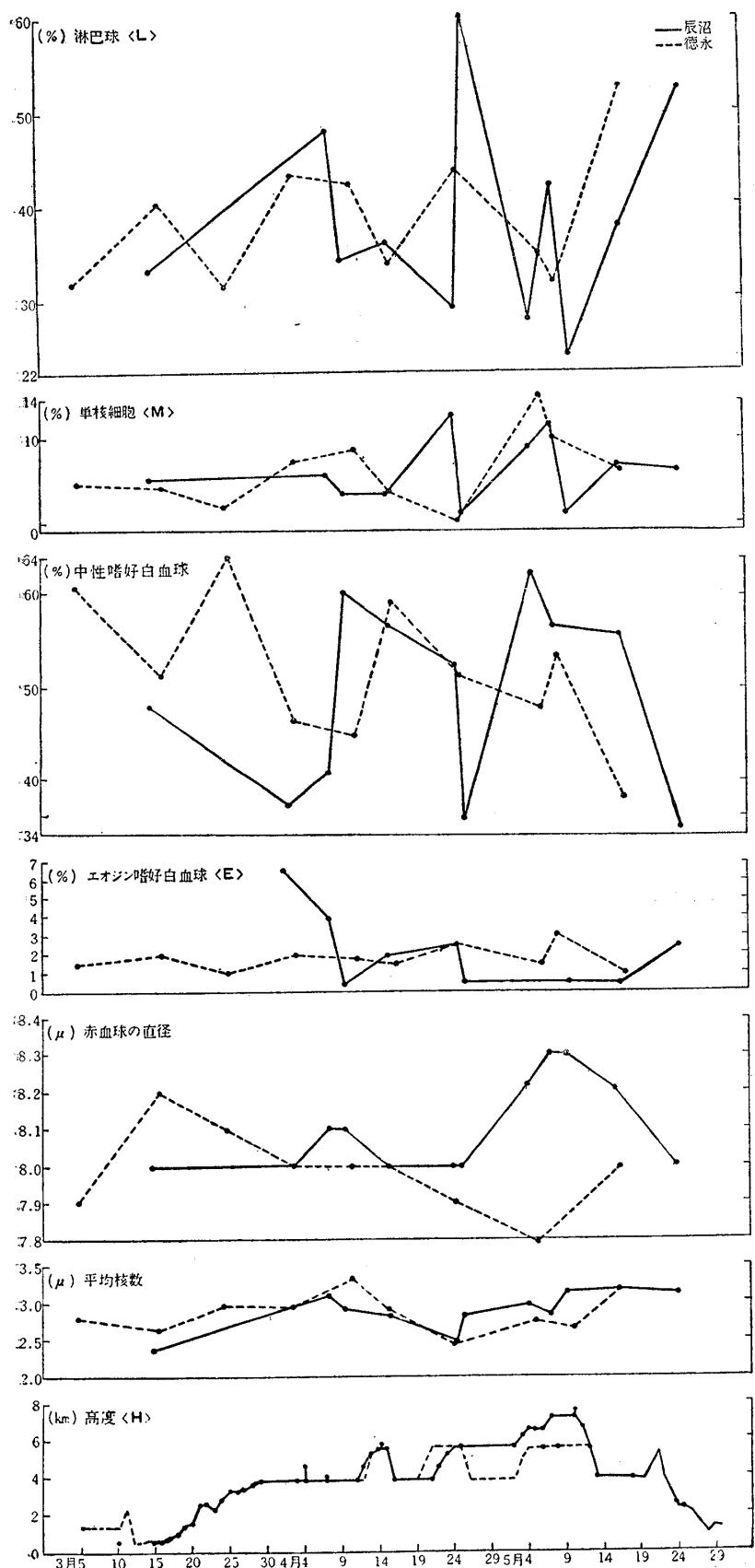


第7図 白血球百分率の時間的変移 (1954)



高所における医学的考察

第8図 白血球百分率の時間的変移 (1956)



$H_2CO_3^-$, OH^- の移動がおこって、血漿中 Cl^- が血球内に入り、同時に水もはいるので血球は膨大しアチドージスとなり、その逆はアルカロージスとなる。

平均核数の増加は、骨髄の血球の形成の低調なることおよび全身的機能の低下を意味する場合が多い。この点からみるとすべての隊員およびシェルパはベース・キャンプ出発後30日目の近傍に全身的低調の時期がある。中性嗜好性白血球の増加は一般に肉体的過労の場合で、高度の上昇時に増加する。

エオジン嗜好性白血球の増加は一般に副交感神経緊張、あるいは骨髄造血機能の低下を意味し、逆に消失は副腎皮質の機能脱落を意味する。40歳台隊員は高度に比例して増加の傾向にある。

淋巴球の増加も内分泌の変調、副交感神経緊張、骨髄機能低下等を意味するが高度の上昇ならびに下降が1つの刺激であるかのごとくに変動する。ことにベース・キャンプに下ってから著しく増加を続け中性嗜好性白血球百分率とは逆の関係である。事実下降後自覚的に特異な症状、たとえば下痢、発熱、食欲不振、神経痛等をおこすことがしばしばある。

単核細胞（モノチーテン）は、30歳台の隊員は23日目の近傍に増加するが40歳台の隊員では変化を認められない。

1954年の第2次登山における辰沼、山崎の白血球百分率ならびに赤血球直径は第7図である。この年の行動はサマ問題のため2,400メートル以上の地点に16日間滞在したため、第1次マナスル登山の場合と多少異なるが、ベース・キャンプから起算して20日目と33日目に赤血球は膨大している。中性嗜好性白血球は旅行中に増加し登行開始の時期に減少している。エオジン嗜好性白血球は前回同様下山後増加の傾向にある。淋巴球は第1回登行に増加し、第2回登行には減少している。前回と異なる点は1回の登行高度が急激であるため生体の反応が異なったと考えられる。平均核数はベース・キャンプにはいってから10日目に減少し、辰沼は5,650メートルにはいって増加している。単核細胞は高度の上昇にややおくれて増加する。

第3次マナスル登山での白血球百分率は、第1次の場合とだいたい同様なので、高度に対する経験を有するもの（辰沼）と経験なきもの（徳永）（第8図）の比較例をあげる。

この両者は後半で赤血球直径と平均核数が逆の関係になっているのは、徳永が5,600メートルで不整脈を呈したので、いったんベース・キャンプに下り休養をとって再び5,600メートルに上ったため、平均核数の増加ならびに赤血球の縮小をきたしたものである。すなわちアルカロージスにかたむき、骨髄過形成の状態になったものと思われる。その他淋巴球、エオジン嗜好性白血球は前回と同様の傾向を示している。

5. 血清蛋白量

高所における医学的考察

指頭から血液をとり、毛細管に吸いとり、この両端を蝋で封じ金属製の筒に入れ約1メートルの紐に継ぎ、手でこれを回転し上澄を作る。この上澄を蛋白屈折計にとって含有量（パーセント）を求める。

好酸球数

染色液はヒンケルマンを用い測定時間は午前11時30分である。

唾液PH

試験紙（PH6.2～8.1）を口腔に入れ反応を起こさせ後に比色する。

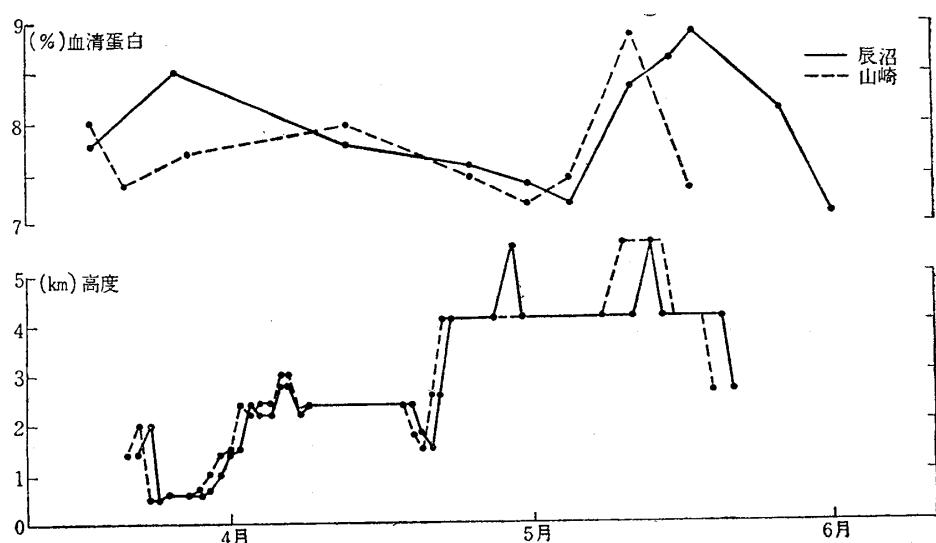
体温

舌下温度で婦人科用体温計である。安静時に測定した。

第8表 唾液PH、血清蛋白、好酸球、体温、誘導値の高度変化（1956）（辰沼）

| 月日 | 場所 | 高度m | 唾液PH | 好酸球 | 血清蛋白% | 舌下温度°F | 誘導値 |
|------|-----------|-------|------|-------|-------|--------|-----|
| 2-20 | カルカッタ | 7 | 7.0 | 111.0 | | | |
| 3-6 | カトマンズ | 1,400 | 7.0 | 65.6 | | | |
| 3-16 | アルガト | 745 | 7.0 | 94.3 | 7.2 | | |
| 4-3 | B.C | 3,850 | 6.8 | 72.2 | 7.8 | | |
| 4-8 | B.C | 3,850 | 6.6 | 35.4 | (8.0) | 98.1 | |
| 4-10 | B.C | 3,850 | 6.4 | 44.5 | (8.2) | | 5.0 |
| | B.C***C.2 | 3,850 | 6.7 | 66.7 | 6.9 | 98.20 | |
| 4-25 | C.2 | 5,600 | 6.2 | 22.5 | 7.4 | | 2.5 |
| 4-26 | C.2 | 5,600 | 6.4 | 50.0 | 6.8 | | 2.0 |
| 5-5 | C.4 | 6,550 | 6.2 | 16.2 | 7.8 | 97.40 | 1.8 |
| 5-8 | C.5 | 7,200 | | 72.2 | | 96.80 | |
| 5-10 | C.5上部 | 7,300 | 6.0 | 0 | 7.3 | 97.85 | |
| 5-17 | B.C | 3,850 | | 122.0 | 7.3 | | 2.5 |

第9図 血清蛋白質の高度変化（1954）



高所における医学的考察

血清蛋白は一般に正常値を維持しているが（第8表），これは体液の恒常性維持の力がいかに強力なものであるかを知ることができる。1954年の第2次登山では（第9図）高度の上昇とともに急激に含有率の増加を見る。この場合は，1回の上昇高度が急激なために，おそらく脱水現象が起きたものと思われる。

血液中好酸球は，外的刺激の加わった生体は下垂体副腎皮質系が活動し，副腎皮質ホルモンの分泌が高まり好酸球数が減少するのである。それは負荷作業に対する生体の変動ならびに恒常性維持への努力を追究することになる。第8表，好酸球の項で5月8日，7,200メートルにはいって72.2と増加しているのは，酸素の夜間使用によるものであり，5月10日に零となっているのは第6キャンプ7,800メートルへのサポートに出発したとき，酸素補給器の故障に気づかず登行を続行したため激しい呼吸困難におちいり，やむをえず第5キャンプ7,200メートルに引きかえして午前11時半に測定した値である。きわめて強い刺激が加わったのであろう。一般に好酸球，唾液PH，体温は下降する。

隊員の唾液PHは第9表で，村木の第2キャンプ5,600メートルでの7.0以外はいずれも低い値となっている。辰沼がベース・キャンプからの帰路3,850メートルから5,200メートルのラルキヤ峠をこえて，暑い低地旅行を経てポカラにいたる間の唾液PHを測定した結果，唾液PH値は良く恒常性を維持していることがわかった。低地旅行は一般にこの恒常性を維持できる程度に行進しなければならない。

第9表 隊員の各高度における唾液PH値（1956）(17.00測定)

| 月 日 | 場 所 | 高 度 | 楨 | 小原 | 今西 | 辰沼 | 千谷 | 加藤 | 村木 | 大塚 | 徳永 | 日下田 | 松田 | 依田 |
|------|-------|--------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4—2 | B. C. | 3,850m | | 6.6 | 6.6 | 6.2 | 6.6 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | | |
| 4—7 | " | " | | 6.6 | 6.4 | 6.4 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | | 6.2 | | |
| 4—16 | " | " | 6.0 | (8.0) | | | 6.4 | 6.2 | | | | | | 6.4 |
| 4—24 | C.2 | 5,600m | | 6.4 | | | 6.3 | | | 6.1 | | 6.1 | 6.3 | 6.2 |
| 5—5 | C.4 | 6,550m | | | 6.4 | 6.2 | | 6.2 | 7.0 | 6.2 | | 6.2 | | 6.2 |
| 5—8 | C.5 | 7,200m | | | | 6.2 | | | | 6.2 | | | | |
| 5—12 | C.2 | 5,600m | | | 6.1 | 6.2 | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.8 | 6.3 | | | 6.4 |

6. 疲 労 測 定

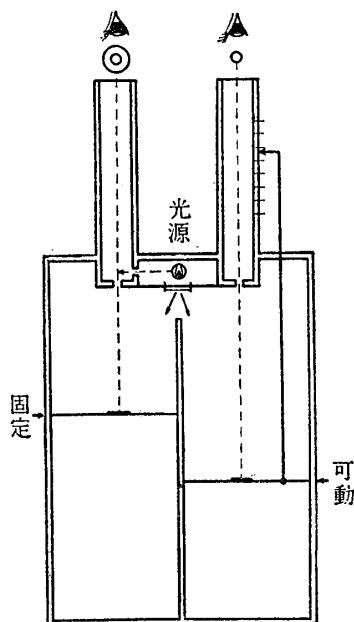
登山には大脳皮質の影響および酸化ヘモグロビン量が疲労に重要な関係があるので第10図のような装置を試作した。同一光源からの光束を灰色の固定板と可動板に当て，可動板から反射されるスポットと固定板からのスポットと同一の明るさになった点で止め針先の数字を読みとる。ただし固定板側は円筒の付着部に光源から直接光がはいるので，右眼にはスポットの周辺に明るいホーフが作られている。これは一種の誘導値の測定である（n=9：±0.58）。

高所における医学的考察

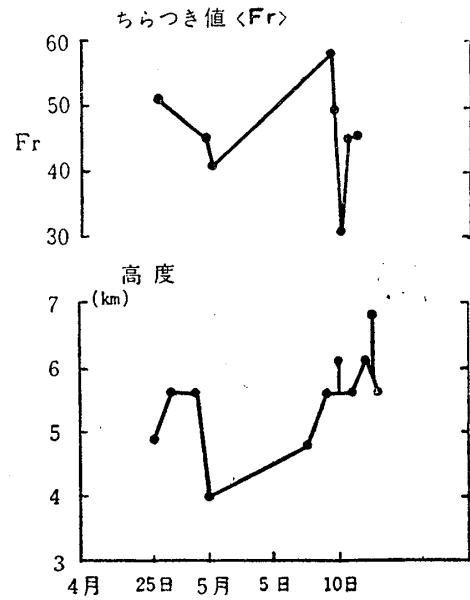
第10表 誘導値の時間、高度変化(1956)

| 月日 | 場所 | 高 度 | 楨 | 小原 | 今西 | 辰沼 | 千谷 | 加藤 | 村木 | 大塚 | 徳永 | 日下田 | 松田 | 依田 |
|------|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4—2 | B.C. | 3,850m | 3.6 | 1.8 | 2.7 | 5.0 | 5.0 | 2.5 | 2.5—3.0 | 2.6 | 0.0 | 2.5 | 3.6 | 6.5 |
| 4—7 | " | 3,850m | 2.0 | 2.6 | 2.4 | 5.0 | 7.0 | 1.8 | 1.3 | 2.2 | | | 2.7 | |
| 4—16 | " | 3,850m | | 4.8 | 5.3 | | 6.0 | 1.8 | 1.7 | 2.5 | 2.6 | | | 4.2 |
| 4—24 | C. 2 | 5,600m | 1.5 | 2.0 | | | 4.0 | | | 3.5 | 3.7 | 0.5 | | |
| 5—5 | C. 4 | 6,550m | | 1.1 | 1.6 | 2.5 | 2.0 | 7.8 | 1.9 | 2.5 | 2.1 | 7.5 | | |
| 5—8 | C. 5 | 7,200m | | 0.0 | 3.3 | 1.8 | | | | | | 8.0 | | |
| 5—12 | C. 2 | 5,600m | | | 1.0 | 2.5 | 2.2 | 5.8 | 1.0 | 2.5 | 1.0 | | | 3.2 |

第10図 誘導値測定器



第11図 ちらつき値の高度変化



全隊員の誘導値の時間、高度による変化は第10表で、加藤、日下田、徳永を除き、いずれも高度とともに低値を示す。4月24日、松田は第2キャンプで0.5という低値を示し、まもなく肺炎を発病した。辰沼は帰路、誘導値を追究したところ、日内変動は11時30分と17時30分が低値であった。

第11図は「ちらつき値」の高度変化であって5,600メートルに上った翌日低値を示しているが、アシュナー・テスト値の変動、自覚症の発現とよく一致しているのは興味のあるところである。

7. イヤー・オキシメーター

高所における血球酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビン比を知ることは重要であるが、この

高所における医学的考察

装置は重量の点で実施不可能であるためイアー・ピースには電源の軽減から CdS を用いたが、これでは酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビンの分割測定ができず結果的には血流状態を知るにすぎなかった。したがって一定の呼吸停止を負荷して下降したメーターの読みをとり、その下降率を求めた。とくに有意の差を見出さないが、今後改良してみる価値があると思う。

(注) 一定の光を耳殻に与え、これを透過した光の変化を CdS に感じさせ、電流の変化を作り電流計で読みとる。

8. 心理検査

登山に適した性格ないしは気質を明らかにする目的で、質問紙法による性格調査、桐原改訂意志気質検査、クレペリン内田作業素質検査、ロールシャッハ検査およびベンダー・ビジュアル・モーター・ゲシュタルト・テストを施行した。

I 質問紙法による性格調査

施行した者は18名である。質問紙は山角によって報告されたものを、後に山角、秋山、佐野が改訂したもので、クレッチャーマーの分裂気質(S), 循環気質(Z), 粘着気質(V)にヒステリーキ性格(H), 神経質(N)を加えて5つの類型としたものである。質問の作製はクレッチャーマーの考え方をもとにし、臨床的経験によって5つの類型をよく現わすと考えられたものを選んだ。

ここでは個々のものについての検討ははぶき一般的傾向について述べる。中央値を各類型についてとると第11表である。これらの結果は、隊員の一般的な性格は Z, V, S, N, H の順

第 11 表

| | 各類型の中位数(Me) | 平均値(M.̄) |
|-------------|-------------|-------------|
| 循環気質(Z) | 40.5 | (39.29) |
| 粘着気質(V) | 35.5 | (35.70) |
| 分裂気質(S) | 33.0 | (32.08) |
| 神経質(N) | 30.5 | (30.45) |
| ヒステリーキ性格(H) | 29.0 | (27.62) (%) |

第 12 表

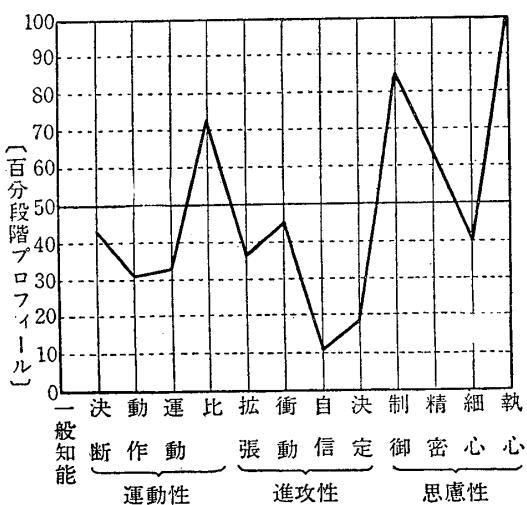
| 順位 \ 類型 | 循環気質(Z) | 粘着気質(V) | 分裂気質(S) | 神経質(N) | ヒステリーキ性格(H) |
|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|
| 1 | 66.6 | 16.6 | 8.1 | 8.1 | 0 |
| 2 | 12.5 | 50.0 | 16.6 | 12.5 | 8.1 |
| 3 | 8.1 | 25.0 | 25.0 | 20.9 | 20.9 |
| 4 | 8.1 | 4.1 | 33.3 | 29.1 | 25.0 |
| 5 | 4.1 | 4.1 | 16.6 | 29.1 | 41.6(%) |

で少なくなるような傾向を示している。各人の得点を多い順にならべるとそれぞれの類型の得点が1位から5位にわたって配列される。このように配列された得点を類型を表わす記号におきかえた場合に Z, V, S, N, H は各順位でどのくらいのパーセンテージを示すかを見たものが第12表である。これらの結果は隊員の一般的な性格は Z, V, S, N, H の順で少なくなるようである。また第12表について各順位で最も多いパーセンテージを示すものは、1位では Z の66.6パーセント、2位では V の50.0パーセント、3位では S が25.0パーセント、V も25.0パーセントで同率、4位は S の33.3パーセントについて N が29.1パーセント、5位では H が41.6パーセントとなっており、隊員の大部分は主として Z, V, S を中核とした性格があつて N や H の特徴を多くもっているものは少ない。

II 桐原改訂意志気質検査

11名についての検査成績は思慮型7、運動思慮型2、不定型と判定されるもの2名であつて、思慮型（抑制、目と手との協応、細密への関心および仕事への固執において高い段階にあり、その他において比較的に低い位置にあるもの）の多いこと

第12図 意志気質検査検査成績
(平均値のプロフィール)



は注目すべきことである。また11名の平均値の100分段階プロフィール（第12図）は意志的固執性を示す執心（100分段階の大なるほど意志的固執大、小なるほど拙速にして満足する）がすべて100であることも著しい特徴である。自信（自信力の大小をみる。自分の信ずるところを強く主張するか否かを見る）、決定（被暗示性、一度決定したことを容易に変えるかいなか、決定への固執を見る）および決断（決断の速さを見る）等の100分段階が低いのは日常われわれが使っている自信、決定、決断という意味からただちに隊員は自信、決定、決断の悪い自己不確実、優柔不断さの傾向をもつものと考えるべきではなく、むしろ思慮慎重であつて事態の急変に即応できるような反応をすることのために、このような傾向を示したものと解釈される。

III クレペリン内田作業素質検査

7名について施行した。その結果は作業量について6名はA級で1名はB級であった。曲線型については、定型と判定されるものではなく準定型（定型の特徴を部分的に欠くが、異常傾向を含まないもの）ないし準々定型（準定型につぐもので部分的にわずかながら異常傾向のうかがわれるものであつて、全体として定型傾向を失わないもの）と判定されるもの3名、準々定型と判定されるも

高所における医学的考察

の4名であった。とくに分裂気質の特徴を示す曲線型は見られなかった。

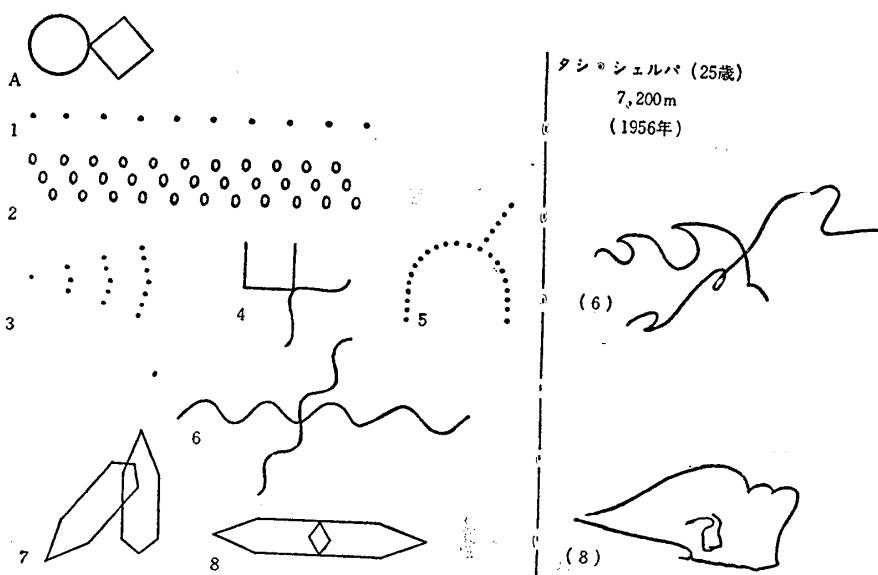
IV ロールシャッハ検査

被検者は隊員4名、シェルパ2名、場所はベース・キャンプ3,850メートルおよび7,200メートルである。隊員については反応語は11~8の間にはいるものが大部分で拒絶が3名に見られ、反応語24、拒絶のない1名も第8回版では「めんどうになる」という内省がみられ、高度による思考機能の低下をうかがわせるものがある。反応語が少ないので規定通りの整理法を適用することは控えるが2、3の反応語には満たされたがたかった欲求を反映しているのではないかと考えられるものがあった。シェルパの反応は通訳によって英訳させたもので、正規の整理法を適用せず2、3の点について記載するにとどめる。すなわち2名のうち1名は反応語10、拒絶なし、他の1名は反応語8、拒絶2で(第3、10回版)性反応が見られた。また2名とも反応内容の大部分は動物およびその部分であった。色彩、明暗についての反応は特記するものが認められない。

V ベンダー・ビジュアル・モーター・ゲシュタルト・テスト

ベース・キャンプ3,850メートルおよび第5キャンプ7,200メートルで隊員4名、シェルパ4名に施行した。図形の模写の方法に手違いがあったので規定の整理法によらず各图形とベンダーの標準との比較について記すことにする。隊員4名のうち2名のみが第13図、図1の模写で各々の点を等距離に模写しているものがあったほかはすべて成人の水準に達しており、隊員については全く病的標識等は認められなかった。心的機能を検査するこのテストの結果からは、隊員になんらの著しい変化が現われなかった。

第13図 BWM ゲシュタルト・テスト成績



シェルパ 4 名については、1 名が図 6 を成人の水準で模写したほかは、各図についていずれも 5 歳から 11 歳の水準に該当するものであって、図 8 を模写できなかった者 1 名、図 6 および図 8 に特異な模写图形を描いた者 1 名であった（年齢 23 歳）（第 13 図）。しかしシェルパの場合には、日常鉛筆をもって紙に描く習慣はきわめて少ないので、以上の結果からただちに心的欠陥を即断すべきでなく十分に文化的・社会的条件を考慮して結果を解決しなければならない。

2. 考察ならびに総括

三次にわたるマナスル登山から得た成績は、きわめて微々たるものであるが、これに加うるに、ヒマラヤにおける経験者の報告ならびに動物実験等の報告を集め、頭書の医学的考察の 3 つの目的に立ちかえりその解答を与えなければならない。そのためには多くの類推をもってしなければならないので誤りも介入する可能性もあり、今後の検討を期待するわけである。

1. いかなる登山方法が高度馴化のために合理的であるか

この問題はヒマラヤ登山の最も興味あるところであって、8,000 メートルを越える峰頂に達するには、大気中酸素分圧の低減と筋肉運動による酸素債の 2 つが刺激となって適応し、さらに馴化してゆく。生体は特殊な機構で環境のある程度までの変動による影響を全く受けない。これが人間の限度である。環境の変動がこの限度をわずかに越えると生体内には多少の変化が起き、これを極力少なくしようとする努力が払われる。この努力によって生体の一時的变化は元にかえる。この能力を生体の適応作用という。環境のある程度の変動が長期にわたると、適応作用が弱まり新しい環境に対する内部環境の恒常性が成立し生体が最初に持っていた限度に変位がおこり、新しい限度が成立する。

これが馴化である。そしてさらに生体の理化学的・組織学的構造にも限度があり、環境の変動が生体に作用してもその効果はただちに消滅される。この作用によって生体は物質上の消費がなされ、これが続くと体内の貯蔵物は消耗してこれを調整する。これを貯蔵力による限度と呼ぶ。また生体は、有機体としての調節力があつて減少した貯蔵物を漸次回復する。このためには神経系統、ホルモン系統の器官が活動する。これを調節力の限度という。これら 3 つの限度を越える時は生体の失調をきたしていわゆる衰退を起こすわけであり、限度内であれば生体の本来の行動を十分にいとなめる。したがってこの限度を決定することがこの医学的考察の任務である。

第一に大気中の酸素分圧に関しては、従来まで多くの実験と経験を有する航空医学の立場では 4,000 メートルを安全限界、6,000 メートルを危険限界と呼んでいるが、登山の場合にはこ

れに時間的因素が加わる。われわれの血液塗抹標本から類推すると、ベース・キャンプ（3,850メートル）を出発して約30日目6,600メートルの近傍に機能低下がみられ、それ以上の高度では副交感神経緊張の時期がある。高所におけるアチドージスは、呼吸性のものか代謝性のものかは決定しかねるが、症状から考えると細胞外液の減少をともなっている。血清蛋白からみると1回の登行高度が500メートルの時はなんら変化を起こさずよく恒常性を維持しているが、急激に1,400メートルにおよぶと著しく増加する。おそらくNaイオンの移動による脱水現象であって馴化のためには悪いことである。さらに誘導値の悪化、徐脈ならびにアシュナー値の変動が出現していることは、酸素分圧の低下による刺激が強すぎて適応能力の限度を越えると解釈される。しかしこの事実は500メートルではよく、急激な1,400メートル上昇では悪いということはわかるが、この間により正確に酸素分圧低減刺激の耐限度を求めるることはできない。同一高度に約8日間以上滞在すると下痢、神経痛、食欲不振等の高山病症状を現わす場合が多いことと同時に、エオシン嗜好性白血球增加、副交感神経緊張および骨髄機能の低下が考えられる。すなわち刺激がない状態であって、生体は常にわずかの刺激に対して心地良く感ずるものである。したがって同一高度に停滞する場合は、高度の上下あるいは多少の酸素債を作る運動を与えなければならない。この刺激に対する反応は自律神経の態度にも関係するので、個人差が認められるから適性の項にゆづる。酸素不足が馴化能力の限度を越えて不整脈、無欲状、徐脈、下痢等を発症したときはおそらく脱水により細胞外液の電解質の変動のおきたことが予想されるので、速かに4,000メートル以下に下るのがよい。一度下ることによって、以後高所で活動できるようになる。第8図に示すごとく明らかに赤血球の縮小、骨髄過形成の状態が再現している。4,500メートルと6,600メートルの高度では、血液ならびに自覚症に著しい変化を見出すので、この高度に対しては1回登行して1,2泊し再び下降することが望ましい。一般に昼は交感神経緊張、夜は副交感神経緊張の状態であって、この両者に対し酸素低減刺激を与えるという意味で一夜を過ごすことは合理的らしい。ヒマラヤに経験を有するものと、初回のものとの間には、馴化能力の点で異なるといわれており、またわれわれ隊員の中でも事実そうであった。経験者の代表的なのはシェルパであってわれわれ隊員とを比較してみよう。とともにヒマラヤ山中を歩いていて、たしかに歩調その他の点でわれわれよりも強力である。自覚症もたいして感じないらしい。しかし血液標本をくらべてみても特に有意の差を見出さないし、また現地人のそれをみても有意差はないのである（13表）。脈搏、呼吸数をみてもむしろわれわれより多い値のものもたくさんいる。ただ高度7,200メートルを越えるとシェルパの中にも優劣が出てきて、むしろ隊員のほうが優位の場合もある。この事実の説明はいささか困難であるが、6,600メートル高度近傍以下は、酸素低減により生体反応の態度すなわち自律神経あるいは内分泌系が容易に代償をしてゆくのではないかと考える。もともと生体は刺激に対してセリ

第13表 現地人の白血球 百分率 (1953—1956)

| 場 所 | 高 度 | 例数 | 中性嗜好性白血球 | 淋 巴 球 | エオシン嗜好性白血球 | 单核細胞 | 赤血球の直径 (μ) |
|-----------|--------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| サ マ | 3,700m | 37 | 56.4 (15.7) | 31.7 (11.9) | 3.03 (3.12) | 6.47 (4.80) | 7.69 (0.16) |
| ポ カ ラ | 1,120m | 35 | 45.3 (11.2) | 44.4 (12.6) | 5.91 (4.66) | 4.57 (2.52) | 7.78 (0.19) |
| ク デ イ 一 | 1,075m | 20 | 48.1 (14.3) | 42.6 (12.5) | 4.37 (2.88) | 6.63 (3.50) | 7.68 (0.18) |
| アルガド・バサール | 745m | 8 | 50.0 (13.5) | 44.5 (11.9) | 3.63 (2.87) | 2.88 (2.64) | 7.73 (0.12) |
| ビ 一 | 2,160m | 13 | 50.8 (14.0) | 43.1 (14.3) | 3.54 (2.39) | 3.38 (2.38) | 7.72 (0.10) |
| 不 明 | | 7 | 41.3 (9.0) | 45.9 (8.8) | 8.00 (2.77) | 6.15 (2.70) | 7.85 (0.17) |
| チャトラリ一 | 1,250m | 21 | 58.3 (10.0) | 3.50 (9.5) | 3.71 (4.22) | 2.29 (1.31) | 7.40 (0.15) |
| ハ ン ブ | 3,520m | 25 | 54.0 (11.4) | 39.3 (14.7) | 2.24 (2.77) | 2.72 (2.11) | 7.86 (0.22) |
| サルレーリ一 | 1,550m | 35 | 46.9 (14.5) | 40.7 (12.1) | 4.93 (2.77) | 6.06 (2.58) | 7.87 (0.27) |

() 内は標準偏差を示す

エのいう警告反応期、抵抗期、衰憊期の3つの時期があり、その時期により生体のすべての測定値は変ってくるのである。しかしあれわれの場合は各個人について、それぞれ各高度の同一環境条件下で同時期に測定しているため、それぞれ、近似的な値を得ているのも不思議ではない。したがって今後はさらに個人について時間的に追究検査をすれば隊員とシェルパの間に本質的な差を発見できるかもしれない。

第二の刺激である運動は歩調によって決定され、原則的には著しい酸素債を作つてはならない。4,000メートルでは毎分33歩で呼吸は17, 7,200メートルでは歩調23で呼吸23, 7,600メートルでは歩調16程度が酸素債が少ない。高所でこの限度を越えると脈搏の回復にきわめて長い時間を要する。また酸素の需要量はその速度によって変化する。しかし一定の距離を登行する場合、エネルギーの消耗は少し多くても疲労の蓄積をさけることができるならば、負荷登行時の経済速度を求めることができる。実際には負荷重量が大きくなると、登行時のわずかな歩調の相違がエネルギー消費のうえには非常に大きな増加をきたす。

一般に平地での負荷量は、体重の40パーセントとなっているが酸素分圧の低減から計算すれば8,000メートルでは40パーセントの約3分の1となるはずである。しかし体重70キロのものは8,000メートル近くになると約10キロしか負荷できないことになるが、酸素補給器を利用すれば経験上約20キロの負荷に耐えるし経済速度も約2倍となる。20キロのうち酸素補給器は約半量をしめるので、運搬できる荷は酸素を使用しない時の負荷量と等しくなるが、速度が約2倍となるだけ利益がある。

第1次マナスル登山(酸素補給器なし)で7,450メートルから7,750メートルへの登行直前直後

における個人の白血球百分率は、中性嗜好性白血球の減少および平均核数の左方転移を示し、酸素低減の場合の一般的な変化の連続で、その他に著変なく、自覚的には頭痛、咽頭痛ならびに斜面が急となった場合に呼吸困難を感じているものがあり、7,450メートルの天幕では比較的によく睡眠をとったようである。しかしプラトーの行動中本人はきわめて注意して写真をとったが、あとで二重写しだったことを発見しているのは、やはり思考機能の低下を物語っている。

第3次マナスル登山では、酸素補給器を用いたので条件が前回と異なってくるのであって、一般に激しい症状を訴えず睡眠もよかつた。サポート隊の村木が7,800メートルから7,200メートルへ酸素なしで下降した際、著しく疲労を感じたのは下るための体の慣性により歩調の増加をきたし、その限度を越えたものであろう。また頂上で1時間以上も酸素補給を中止しているが、からだに倦怠感を覚えているほか著変を訴えない。

第1次マナスルでは、酸素補給なしで7,450メートルから7,750メートルまで高度差300メートル、距離約850メートルを5時間要し、第3次マナスル第2登頂隊では酸素補給器（毎分2.7リットル）を使用して7,800メートルから8,125メートルまで高度差325メートル、距離約800メートルを2時間50分で登頂している。歩行速度は約2倍となる。しかし個人差と高度、斜度、歩調、酸素の有無を知って登行しなければならない。

2. 高所で体力を維持する方法

酸素について

酸素の少ない所に登って体力を維持するには、酸素を持って行けばよいというきわめて簡単な理論から出発するのであるが、従来その重量の点から種々論争の対象となっていた。しかしこの問題の論点は重量ではなくて、酸素の重要性に関する認識の問題である。しかし今までの登山形式から考えると、なかなか理解しにくいことであり、また酸素補給器に対する信頼感も薄かったのであった。事実過去2回のマナスル登山では、酸素ボンベの輸送がいつも遅れがちで登行を終了してしまった。今次使用した酸素補給器も重量を決定するボンベは、全く前2回のものと同様で登頂の成功を得たということは装備の軽量を意味するのではなく、酸素に関する認識の度が高まったと解釈される。

酸素の必要性に関する理由の第一は危険性の除去である。8,000メートルを越える異常環境では思わぬ事故をおこした例も少なくない。低酸素により大脳の異状症、精神的怠慢感、無頓着感、麻酔的睡眠等を起こすことは雪崩、クレバスよりもはるかに危険性をはらむのである。7,200メートルにおけるロールシャッハ・テスト、ゲシュタルト・テストでは病的状態は発見できなかつたが、思考機能の低下があったことならびに斜面の急角度となることによって、こ

こからの酸素の必要性は、十分に認められた。さらに精神的緊張勢力を保持して強力な正しい登行を遂行するためには非その必要性を主張したいところである。

第二は歩行速度の増加で、1日の登行距離が延びることは、高所に留る期間を縮小するため衰退現象を少なくすることができる。また6,600メートルを越えると第1図のごとく正常脈搏数の増加と運動負荷時の増加脈搏数の低減は、運動時生体の危険を意味するので、酸素の使用により歩行速度を高めると同時に、生体の限度を越す危険を避けることができる。

第三は凍傷予防で、高所では第3図のように一般に副交感神経緊張に傾いていることと新陳代謝が低調であり、また体温も下降しすべての反応が鈍る状態が想像できるので、こんな状態は最も凍傷を起こしやすいのである。もともとヒマラヤでの装備は完璧に近いものであり、気温も極端に下降しないにかかわらず従来各国の登山隊で凍傷のにがい経験をみている。またわれわれ第1次マナスル登山の際、7,750メートルに達したもののすべてが足ゆびの先端にはげしい疼痛を訴え皮膚温の低下をきたした。また睡眠時酸素補給器をはずすと急に寒さを覚え始めるのである。これらの事実は酸素が凍傷予防にきわめて有効であることを物語っている。

第四は十分な睡眠による疲労の回復である。高所では呼吸困難あるいは高山病の激しい症状のために睡眠を妨げられる。これがために睡眠剤を服用しても覚醒時酸素不足のため、頭痛その他の不快感が現われ行動の妨げとなる場合が多い。また1日の運動量は、ヒマラヤでは比較的に少なくただ酸素不足のために苦しく感じるからであって、こんな時はまず神経疲労が著しく発現するものである。さらに体力を維持する意味で就寝前に蛋白質を摂取して酸素補給器を使って新陳代謝を高めて就寝することは食欲不振の高所で重要である。蛋白質は寒冷環境では重要な役割を持ち、ことに睡眠時によく消化吸収され、さらに体温の調節に役だつ。

第五は医療用として常備しなければならない。ことに肺炎の場合に酸素補給器はきわめて有効である。酸素不足と空気の乾燥は肺炎に関してはまことに悪い環境で、突発的な発病の場合、患者をベース・キャンプまで移動することは不可能であるから、前進根拠地となる天幕には酸素補給器を常備しなければならない。

<酸素使用の限界高度> 以上の5つの点について酸素の必要性を説明したが、その使用限界が重量との関係で重要な問題となってくる。自覚症では5,800メートル、6,600メートルの2点で自律神経の失調をきたしていること、赤血球直径ならびに白血球百分率からすると、6,600メートルで機能減退がみられる。また馬渕の家兎低圧実験では6,000メートルで血中Caが減少しKが増加するが、組織にはCaが集積し逆にKは減少をきたすことを認めていた。われわれの場合も6,000メートル近傍における不整脈の発現等を考えるとき、この高度が自律神経平衡の失調期を想像せしめる。すなわち5,800メートルと6,600メートルの間に酸素補給器使用の第1限界があると思う。7,200メートルにおける性格調査の結果、病的状況は出でていな

いが精神機能の低下をきたすこと、ならびに可能な酸素債が少なくなるため歩調の乱れによって生体に変動を与えるくなる。またとくにマナスルの今回の登路では 7,200メートルから斜面が急になり（約35度くらい）、歩行速度が遅くなる点、さらに血液の解離曲線の問題、副交感神経緊張状態が強くなることにより、凍傷誘発の可能性が大きくなること等を合わせ考えると、マナスルでは 7,200メートル第5キャンプが第2の限界となる。そしてこの高度における酸素補給器の効果は、自覚症（第3図破線）ならびに好酸球の増加（第8表）その他で推察できる。

〈炭酸ガス含有酸素の使用価値〉 呼吸生理の本態が明らかでない今日炭酸ガス吸入による効果に明確な説明を与えることはできないが、とにかく高所では酸素分圧の低減からくる肺の換気により炭酸を体外に放出し、肺胞中の炭酸の消失は血液中の炭酸量の減少をきたし血液はアルカリ性へ移行するらしい。こんな場合に純酸素を与えると、呼吸深度を保持できないと同時に過激な場合は、腎臓の補償作用も追いつかないため細胞外液の消失あるいは自律神経の失調もおこるであろう。したがって炭酸ガス含有酸素も有効である場合がある。すなわち開放式補給器では過激な運動直後には有効であった。運動による呼吸促進については、古来種々論議のあるところで、呼吸中枢が炭酸ガスに対する感受性の増加もあるであろうし、血液中の PH 変動が頸動脈洞を経て呼吸促進を起こす場合もある。

第1次マナスルの酸素補給器のアクリル樹脂製外套は呼気の炭酸ガスの再吸入を考え、第2次のそれは開放型であるため、炭酸ガス 5 パーセントを加えたものを一部に加えた。しかし多少の口渴感があったので第3次マナスル登山では 3 パーセントとした。

〈酸素補給器について〉 一般に人の最大酸素摂取量は、日本人男子は毎分 2～3 リットルでとくに鍛練された人で毎分 4 リットルとされている。そして登山の場合は酸素債の比較的少ない呼吸循環の安定した状態、すなわち正常に近い状態で行動しなければならないとすると、この酸素摂取量はさらに低い値でなければならない。その意味でわれわれマナスル（8,125メートル）の場合はボンベの重量の関係も大きな理由ではあるが、毎分 3 リットル流量とし実際に不足感はなかった。しかしながらマナスルより高い山（たとえばエベレスト等）へ登ろうとする場合には、ボンベの容量さえ許せば、毎分 4 リットルの流量で計画するにこしたことはないと思う。

ところが、ここに 2 つの問題がある。第一は、われわれの使用していた酸素補給器は開放式であって吸入時に外気も混入し、酸素濃度が変化するため、呼吸中枢に対する刺激が変ることである。これと同時に過換気は、肺胞内炭酸ガス濃度も低減せしめるから、酸化ヘモグロビンの解離状態も変動して、生体組織に対する酸素付与も悪くなり、さらに呼吸量も少なくなる。したがって炭酸ガス混入酸素もその補足として必要であり、できれば閉鎖式補給器のほうが理

想的である。

第二は、高所で行動するとき苦しく感じるのは、マスクおよび補給器の呼吸抵抗のためであることを知ったので、第3次の場合はこの抵抗を極力少なくするよう呼吸弁、呼吸袋、配管等の改良に努力した。

あらかじめこの抵抗値を測定すると

| | | |
|-----|-------|-----------|
| 吸 気 | 30l/分 | 4.4 m. m. |
| | 50l/分 | 7.3 m. m. |
| 呼 気 | 30l/分 | 4.6 m. m. |
| | 50l/分 | 7.6 m. m. |

で、いずれも水柱での圧で示してある。

8,000 メートル高度では、われわれの呼吸量は平地のそれよりも増加するが、空気の密度が下がるので抵抗は低い値を示すはずである。

高山病について

高所における隊員の一般症状すなわち食欲不振、恶心、脱力感、嗜眠、応答遅延、頭痛、口渴感等を経験するとき、体内の水分移動について考えなければならない。

水分移動に関して生体は、摂食、運動によって酸性代謝物を常に身体に負荷し、一方、肺、不感蒸泄により水を、腎臓、消化管から水および電解質を排泄し、その変化に応じ防禦作用をいたとなまなければならない。そのために3つの防禦作用がある。第一は、体液は化学的に過剰の酸またはアルカリを中和している。第二は、肺から酸性の代謝終末産物である炭酸を排泄する。第三は、腎臓で過剰の塩基および酸を排泄して、体液中の重炭酸結合塩基の濃度を正常に調節する。これらの調節器官が環境の変化すなわち酸素分圧、炭酸ガス、気温、輻射熱等の変動に応じて正常に機能を営める間は、生体の恒常性が維持されるわけである。たとえば高所で運動時に過呼吸を行なうと、これがために肺胞内の炭酸ガス張力を低下し、細胞外液の炭酸濃度を減少する。したがって重炭酸、炭酸の比が上昇してアルカローシスとなる。もちろんこの場合自律神経ならびに内分泌系にも変調をともない、第3図のごとき変化を引きおこすが、これが続くと腎臓の代償作用がおこって重炭酸濃度が低下し、酸塩基平衡が正常値に直される。かくして高度に馴化した生体は運動を継続できるのである。しかし酸素債が急激に増加した場合は、この順応能力を失うのである。第8表の7,200メートルにおける好酸球の消失、第7表のディリーの血液標本中のエオジン嗜好性白血球の消失、第9図の血清蛋白含有率の増加等は、馴化能力を失った場合の裏づけとなるものであろう。

こんな時は、たしかに頭痛をともない頭蓋内圧亢進を思わしめるような痛みである。つまり酸素不足という刺激のため、細胞外液の減少と細胞内液の増加を思わしめる。水ならびに電解

高所における医学的考察

質の適当な補給がなければならないが、特別の負荷時あるいは下痢以外は、生体はおそるべき恒常性維持への能力を有するものである。また高所で浮腫を起こすものもあるので、水分代謝に関しては簡単に解決されない問題が残るところである。

またこれらの変化が体循環に悪影響を与える。一般に高所でおきる循環障害の症状としては、頻脈、心拡大、赤血球增多（血液濃縮）で、特に急激な酸素欠乏で過呼吸にもかかわらず酸素摂取が行なわれないため肺鬱血を生じ右心室の負担が急増して心拡大を起こすものと考えられる。

赤血球が増加すれば、血液循環時間の延長を来たすので鬱血性アノキシアの原因ともなる。このように心拡大や血液濃縮が生ずれば、肺循環障害の明らかなことは当然で心拡大の前段階に肺鬱血、右心負荷という病態が必発するから、肺循環障害が先行するといつてもよいはずである。この状態に酸素消費量を高める筋肉労働、更に疲労、気管支炎等の病因が加われば尚更増悪する。

高所登山にみられる肺循環障害は、臨床的にはいずれも急性の肺鬱血、右心負荷、肺水腫、肺炎という病態である。すなわち強い呼吸困難、胸内苦悶感、胸痛、咳と痰、血痰、チアノーゼ、頻脈、発熱等が主な症状であり、これに心拡大が加わると重症となる。すなわち急性心不全となる場合は、(1)肺動脈圧が高まり肺胞内に浸出液が出てますアノキシアとなる。(2)更に右心室拡大を起こす。(3)ために左心室から流出する血液の酸素は減少する。(4)大動脈血圧は下降し始め、心不全となる。

従って治療法としては次のようなものがよい。

- (1) 加圧酸素を与える。
- (2) 重症の時は気管切開をして肺胞からの浸出物を吸引すると同時に、酸素に、アルコールアレベール、シリコン等の除泡剤を含ませて吸わせる。
- (3) 肺血管の透過性が昂まって肺胞内に特有の浸出液が出るから、抑制剤として P.A.M. あるいは副腎皮質ホルモンの静脈注射がよい。
- (4) 肺動脈圧を下降させるために自律神経遮断剤（メトプロミン、ネオフィリン、コルフィリン、クロルプロマジン）および瀉血が有効である。
- (5) 強心剤は使い方を考えなければならないが、速効性デキタリスおよびテオプロミンがよい。

また第3次マナスル、第2次登頂の際、第5キャンプ（7,200メートル）からシェルパは高山病の症状を呈するもの多く、サポートの目的を達し得なかったのは、6,550 メートル以上の高度に隊員は7日間（日下田は10日間）であったのに反し、シェルパは15日間の滞在であったことが原因としてあげられる。今後の計画立案には注意を要する事実である。

環 境

<衣服について> 日較差36.0度に及ぶ環境で、衣服気候を一定に保つためには困難な問題がいくつもある。一般に外気温が5~25度で湿度が40~80パーセントのとき、この衣服気候は31~33度で湿度は40~60パーセントである。さらにごくわずかの気流がある時人は最も爽快に感ずる。すなわち温熱調節中枢の機能は最小の努力で維持される。このような条件を維持するために汗あるいは凍結の問題を加味し、下着の通気性、熱伝導性を考え、衣服による体温の放散ならびに保温力を満たすために綿シャツの採用にいたった。このものは装備の項に説明されるから省略するが、皮膚に対する感覚の点で断面に凸凹のあるものが経験的に良好であった。そして綿シャツの上に着る着物の通気性が問題であるが、まだ決定されるにいたっていない。

<居住区である天幕について> 5,600メートルで日中気温5度のときに天幕内は18度に上昇するので、外気温がさらに高いときは天幕内にいることはきわめて苦痛である。もちろん輻射熱の影響であって天幕の色と質に關係する。すなわち熱線と紫外線という相反する性質をみたすものがよいわけである。そのために色は銀色をほどこすという案（布地に対し、アルミ箔をメッキして防水する方法）もあったが実行するにはいたらなかった。

<サン・グラスについて> 紫外線は、 $295\mu\mu$ 以下のものは角膜と結膜に吸収され激しい炎症を起こすが、このように短い波長になると高度の上昇にともなって著しく増加しない。 $295\sim380\mu\mu$ の紫外線は吸収されるが、人間の水晶体蛋白質は紫外線にたいする抵抗力は高いが、その塩類含有量が正常でなくなると $380\mu\mu$ 以下の光で凝固するようになるから高所では注意を要する。紫外線の実測で $7,980\mu\text{w}/\text{cm}^2$ が7,200メートルにおける最高であるから、経験上これの約4分の3量を平等に吸収するものでまに合った。

<生体に対して> 太陽輻射熱の生体に対する影響が大きいのではないかと予想して、第2,3次マナスルにその測定をえたわけである。実測上輻射熱は、5,600メートルで最高1日 $869\text{Cal}/\text{cm}^2/\text{day}$ 、紫外線は7,200メートルで $7,980\mu\text{w}/\text{cm}^2$ であるが、一般に紫外線は波長の短いものほど皮膚に炎症を起こし、また連続照射によって赤血球が増加する。また赤外線は皮膚に作用して水分に吸収され熱となり、脳や筋肉に伝導されやすいし透過性も大で1.5~4cmに及び諸臓器に直達するものもあり、輻射熱により急に呼吸困難が起ったのも不思議ではないわけである。また、5,600メートル付近で蛋白質濃度と血液の濃度が高まり、筋肉活動に伴う発汗で食塩を失い脱水状態にもなりうる。そして組織間隙水分の減少と低酸素下の炭酸ガスの過剰が起こると、体液のPHの下降を助長する。これが対策は夜間冷所で休養睡眠をとることが有効で、ヒマラヤではこの点有利である。

寒冷に対しては一般に酸素消費量は高まり、皮膚温は低下するのが常であり、常温低圧にす

ると直腸温の下降および皮膚温の上昇すなわち体内温度分布の変動をきたすといわれる。われわれは低温低圧室（零下40度，8,000メートル高度，90分間）で酸素補給器の試験をおこなった際も呼吸数の増加，誘導値の悪化をみた。また同時に実験にいくらかのまちがいをやっているのに気がついた。したがって寒冷に対し酸素を与えなければならないことは前にもしばしば述べたところであるが，このほかに気導喪熱量から見た寒気吸入による反応も考えなければならない。低温低圧室で酸素補給器を用いているにかかわらず大腿および足部から著しく寒さを感じたのであるが氣導からの熱量喪失によって該部の凍傷の可能性も十分に考えられる。これらの寒冷に対し酸素ならびに食塩の摂取が血管運動能力をより高度の低温条件下にまで維持せしめるらしい。

薬 剤

高度8,000メートルの酸素分圧環境にあって，生体が活動できるように維持するには，力量的に酸素と食料以外にとくに効果のある物質があるとは考えられない。ただ低圧耐性の拡大または延長という意味でいくつかの薬剤が取り上げられているにすぎない。久保は——低圧負荷によって肝電位の低下位置は低圧耐性の大きい場合ほど高くとどまろうとするといい——ポルフィリン，チトクロームC，オキシアントラニール酸，グルタチオン等の一系の肝物質をあげている。肝物質は新陳代謝，呼吸，造血等と重要な関係を有するので総合ビタミン，無機物，消化酵素とともに併用した。コハク酸とスマール酸の結合体で呼吸停止時間の延長，呼吸数の減少を見る。すなわち体内酸化機能亢進作用を有するようである。ウレタンは白鼠実験で，低圧効果的麻醉濃度の2分1の以下で呼吸抑制を伴うことなく有効である。ウレタンは大量服用となるので利用に少しく困難であった。第1次マナスルでは6,600メートルから隊員を4群に分け，1. 対象，2. 副腎皮質ホルモン，3. 肝製剤，総合ビタミンの大量，4. 呼吸酵素系物質の投与を試みたが有意の差は発見できなかった。これらのうち副腎皮質ホルモンは体温，水代謝に対し，メチオニンは筋肉の収縮ならびに回復時にフォスフォクレアチシンの分解，合成に利用されるために用いた。

自律神経に対しての薬剤は，高山病には著しい効果を持つが，使用法に注意しなければならない。バンサイン，ファイナリン，メチールエフェドリン，トラベルミン，ワインタミン，イソミタール，エンテリン等であった。同一系統のものであるが凍傷に対してイミダリン，プリスコール，ベゴライセンを携行したが使用にはいたらなかった。

頭痛にはアスピリン，グレラン等が功を奏するので，隊員はお守りのように大切に持つてあるいた。頭蓋内圧による頭痛には他に方法もあると思うがまだ試みていない。強心剤は数多く使用法も困難なもので，極度の心臓疲労を考え，ビタカンファーを用いることにした。ヂキタリス製剤は徐脈をともなう欠点がある。不眠には不安その他の中枢である大脳皮質から自律

高所における医学的考察

神経機能に及ぼす作用を麻痺させる意味で、メジナールを服用した。その他副交感神経を助長する意味で、パラアルデヒードも試みた。覚醒時に酸素不足から来る頭痛を覚えるので、従来強心剤として使用せられていたトランス・パイ・オキシカンファーが同時に睡眠中枢を刺激して睡眠をもたらすから、これにメチール・ヘキサビタールを少量配合したオキシパン錠を用いた。

高所でしばしばおこる減尿には、酸素消費の少ない食塩を、また腎臓血管拡張の意味でカフェインを投与した。しかし高々度における過剰の食塩は注意を要する。太陽輻射熱により生体の皮膚は極度に障害されるので、次の2種類の紫外線保護クリームを作った。

| | |
|------------------|-------|
| (1)oil base | 35% |
| MgO | 65% |
| (2)oil base | 44.2% |
| サリチル酸メチール | 4% |
| メチール・アントラニレート | 1.8% |
| TiO ₂ | 50% |

(1) は比較的透明で遮光能も高いがベタツキがある。

(2) は TiO₂ の強い被覆力で皮膚に拡がり、白粉をつけたように白くなる欠点がある。

食料ならびに栄養

体力を維持するために重要な問題である。第1次マナスルには種々栄養価の高い食品を持ち込んだが、高所でおこる食欲不振に悩まされ、とくに高度経験者が少なかったこともあるが摂食不能の状態におちいった。そこでいったいどういう食品が食べたいかという嗜好を尋ね、これを加味した料理が考えられたのである。この嗜好という現象は、われわれが日常生活に常食としているものを意味するのであって、たとえば米食にみそ汁は長年常用し、しかも飽きのないものである。この事実は一種の慣れの現象であって食欲不振のときも摂食できる場合が多い。それでも摂食できない場合は流動食がよく、ちょうど病人食を思うわけである。これはのどを通りやすい点と同時に水分の補給に関し合理的である。

食品には含水炭素、脂肪、蛋白のうちいずれが高所で重要であり、また消化吸収に便利であるかという問題で、とくに蛋白質は高所では重要な役割を持つ。一般に 6,000 メートルを越えた高度で生体構造の限度が運動によって破られた時、当然脂肪の燃焼にともなって蛋白質の燃焼がおこるはずである。とくに食欲減退しグリコーゲンの補給が少ない場合に起こるのであって、この補給をしなければならない。さらに、その特異動的作用が強く脱アミノ化の過程におけるエネルギーと、尿素形成の過程におけるエネルギーが約30パーセントに及び、寒冷時、筋肉を温め体温を維持する。しかし過剰の蛋白質は代謝の結果生ずる尿素の負担が比較的酸素消費量の高い腎臓にかかるのと、おもに夜間処理されるという意味で夕食時に蛋白質をとり、酸

素補給器を用いて睡眠する方法をとった。含水炭素は昼間多量摂取する方針で、葡萄糖を用いたが甘味の点で評判が悪く普通の砂糖と混合して使用した。はちみつは花粉を含むので特殊な作用があり、行動時の食料として寒気にも耐えきわめて有効である。電解質中食塩はことに重要であって、氷河上などの発汗、不感蒸泄をともなう場所で行動する時、また長期の下痢を起こすような時、またさらに高所で酸素消費の点から腎臓機能の減退を伴うような時は、この補給を考えなくてはならない。また寒冷に対しても食塩は耐寒力を増すのである。しかし一般に食物に加味される食塩が十分であれば、この補給がつくのであって多量食塩摂取に関しては、生体構造の限度を越えた場合には投与に関し注意をしなくてはならない。酸素不足から体内酸性物質の増加を予想するとき、その排泄のためにカルシウムの必要性があり、ことに第3次マナスルは日本食が主体であるためこの補給がなくてはならない。その意味でチーズ、ミルクを併用した。アルカリ剤の投与は、無酸素運動の能力を増進するものであって、多量の有機酸、アルカリ塩を含む野菜、果物は乾燥の形で利用した。乾燥リンゴはきわめて有効で、今後もこの研究に力を入れることが望ましい。理論的には以上のような方針であるが、実際高所では、いわゆる病人食を考えておかなければならない。それは食欲不振、下痢、便秘等に対してであって、香味の問題が重要である。香味は習慣によって変化し決定されるものであって簡単に変えられるものではなく、一方酸素低減によって生体の香味に対する感覚も異なってくるのである。第1次マナスルでは甘味に過ぎたので、第2、3次は鹹味を加えたのである。したいに鹹味を好むようになるということは味の強さに対する反応濃度の増加であろうが、一般に糖分の弁別濃度は1.2パーセント、食塩は0.4パーセントであるから鹹味を増すことは簡単である。その他疲労回復の意味で酸味を要求するようになる。香味は蒸気圧、溶解度、浸透圧にも関係するものであるから30~40度に加温することが有効である。

3. 適性の問題

生理学的適性

登山は、常に体力の80パーセントで行動する、ということになっていると同時に、ヒマラヤでは酸素債を可及的に少なく、いわゆる経済速度を保持しなければならないのであって、一般陸上競技のような体力のすべてを出しつくすということはないのである。したがってヒマラヤを対象に考えるときは、一般スポーツの適性検査では目的を達しないのである。われわれも出発前にあらかじめ心臓の機能あるいは肺胞内における酸素、炭酸ガスの分析等を試みたが、一応候補にあがったものはみな相当の登山経験を有するものであって、とくにこれらの点に関しては有意の差を見出さなかった。そこでわれわれの場合には、低酸素下に良く適応、馴化した状態においてさらに低酸素刺激すなわち酸素債を作るような運動を与えた時の生体の反応を追究

高所における医学的考察

しなければならない。しかしこれは方法の点で多くの困難性があるので不可能に近い問題である。

そこでわれわれは第1次マナスルの実測成績から、自律神経の態度が適性と関連のあることを知ったのでこの検査を加えた。これは適応能力を支配する生体の反応準備体勢の検査を意味するのである。項目は唾液の PH, 最高最低血圧, アシュナー・テスト, 脈搏, 呼吸数, 体温, 白血球百分率, 好酸球数等であるが, なお不完全であったので現在追試整理中である。高所における隊員の行動を比較してみると副交感神経緊張型は4,000メートル～5,600メートルの区間が悪く, ここを過ぎれば逆に強力となってくるが, 常に一定の刺激が加わらないと悪化する。交感神経緊張型は7,000メートル近傍まではよく以後は不明。自律神経不安定型は高山病の諸症状が出やすいが比較的馴化しやすい。安定型で少しく交感神経優位のものが適性を有するようと思えるが追試を終って報告する。

一般にスポーツ訓練者は, 平時副交感神経緊張に傾いている(徐脈, 低血圧等)が, この状態は無力体质の状態に類似しているから, スポーツ訓練者は高所におかれると無力体质者と同じく抵抗力が弱いといわれているが, 登山の場合は時間的因子が加わるので必ずしもそうでもないらしく, むしろ高所でよい場合がある。この状態は, 平時は無力性の状態であり, 疲労時には回復に伴う一時的現象であって, むしろ高所では不利な環境に際して, 心肺系に最も有利に活動しうる状態であるのかもしれない。

年齢に関しては, 一般的に機能は35～39歳から急激に低下し, 肺活量は22～24歳から, 筋力は22～26歳から, 歩行速度は45～49歳から低下するといわれている。高所でとくに重要な副腎の機能については年齢とともに減退するようであって, われわれの場合にもそれに該当する2, 3の症状をみた。

また血液の変化からみると, 高度を高めるとき30歳台のものは40歳台のものと比較すると安定していることからでも, 40歳台が限度であるように思える。

精神的能力では, 速度を要求されるものでは15～20歳台が最高で以後逐次低下するが正確さに欠け, 40歳台のほうがよいといわれている。また能力の最大発揮の年齢を考えると経験, 知識, 判断等が重要な役割をはたすのであって, ヒマラヤのような多くの面への接触を有する登山では, 広義での能力を有するものでなければならない。したがって機能面で最高の22～25歳のものから, 精神的能力の正確さと経験, 知識, 判断力を有する40歳台までで隊を構成するのが望ましい。

性格的適性

登山の適性のうちで重要な部分は, 性格の問題である。われわれの性格調査の結果を私の主観によって優劣を決定することは危険であるので, マナスル登山隊を母集団としてのその優劣

を決定した。結果は循環気質（Z），粘着気質（V），分裂気質（S），神経質（N），ヒステリ一性性格（H）の順位で大部分のものは循環気質，粘着気質，分裂気質を主とした性格であった。

ところが，はからずも最近グライト・バウエルの著述に同様の考えを見出したのである。彼はクレッチャマーに従って性格を考え「性格的一体格的体質を登山へのモチーフ」と考え「登山家の中に細長型，典型的細長型の群，闘士型の群を認めるが，典型的な肥満型はない」ということを述べ，このような相違の由来を，それぞれの気質の特徴に求めているのである。

そして分裂気質者は最も登山に向いているとし「登山は分裂気質に与えられた環境である」と述べ，それは分裂気質の，緩慢な動作，控え目の交際，仕事をする上の粘り強さ，根気，耐久力，全人格の没入といった基本的特徴に加うるに，循環気質がいろいろ注意をひかれることの多いのに対して，本気質は形に注意をひかれるので，あらい絶壁に意味深い構造を読みとることができ，目で絶壁を解剖し分析して，混乱した構造を剖見してそこに絶対的な道を見とができるからであり，これは分裂気質の現象であるとともに登山家の現象であると述べている。また彼は山の感動をみることのできないものは山にひかれることはなく，分析の素質のないものは登山家の働きを理解することができないとし，さらにこのような分裂気質の積極面のほかに仕事が順調でなくても気がつかず，感情の動搖をこうむらないような自分に対する感情の冷たさ，飢え・かわき・冷たさ・苦痛等に対する耐容性の大なること，気移りせず熱中できる等の消極面をあげて，登山に対する分裂気質の適性を強調している。そしてさらに登山家にも種々の移行型のこと，すなわち軽躁者や粘着気質等のあることを述べ「典型的な登山家の姿は細長一闘士型」であるとした。すなわち粘着気質（体型は闘士型）の課題への注意，分析的能力，神経質にならないこと，あまり敏感でなく，よけいな刺激に仕事をさまたげられないといった諸特徴の故に，粘着気質は信頼すべき同行者であるとしている。しかしながら分裂気質と対照的な特徴をもつ肥満者（気質は循環気質）は，登山の活動条件から考えて，登山家には少なく，せいぜい山案内や山スキーの強力となるくらいが関の山であるとまで極言している。

グライト・バウエルは以上のように考えているのであるが，彼のこのような考えはデータにもとづくものというよりは，クレッチャマーの考え方をもととしておこなった彼自身の思考の産物であり思索にすぎるきらいがある。

また，単独行者は別として，実際の登山家には彼の強調する分裂気質がそれほど多いかどうか疑問がある。少なくとも日本の代表的登山者と考えられる本調査の対象となった人たちの結果は循環気質（Z），粘着気質（V），分裂気質（S）を中心とした混合型であることを示している。われわれのデータは，循環気質が他の気質に比べて優位にあるような印象を与えるものであり，この点ではグライト・バウエルの主張する登山に対する循環気質の不適と矛盾するも

のである。

しかしあれわれの対象とした隊員の中に、体型的に肥満型に属すると判定されるものが含まれていないこと、質問紙法による性格調査の限界から他の気質のものの社会性や活動的な傾向が循環気質の特徴として現われ、そのために循環気質がより優位になっていると考えられるので、われわれの結果とグライト・ハウエルの考察とは必ずしも対立するものではなく、むしろわれわれの予想のごとく粘着気質、分裂気質を主とした混合型であると考えられる。また個々の例についてみた場合、他の気質に比べて循環気質の優位であったもの、あるいは神経質やヒステリーや性格の得点の高かったものに、軽度の適応障害を示したもののが認められたこともわれわれの予想を肯定するものと考えられる。しかしこの結論はわれわれの調査については妥当であっても、編成される隊の大きさ、その中の役割、隊内での人間的関係を考えると、粘着気質、分裂気質の多いもののみが適性を有するという結論を一般化することは、しばらく控えなければならない。

以上生理および心理の立場から登山者の適性について各個に述べたのであるが、適応能力を中心両者の相関を求める仕事が残されている。しかしこのためにはさらに多くのヒマラヤの経験を持たないかぎりは、単なる類推におちいるので今後の課題としたい。

トレーニング

ヒマラヤ登山のトレーニングは、酸素分圧の低下に対する適応能力のトレーニングでなければならない。そしてさらに時間的に負荷を与えなければならないので、最良の方法はヒマラヤにしばしば出かけることであり、登行前には、われわれの計画のように一度 5,000メートル～6,000メートルに登り、1～2日のトレーニングを経て4,000メートルで休養することが望ましい。

しかし平地でトレーニングを行なうとすれば酸素不足にたえる能力を養うため 100メートル～400 メートル全力疾走によって酸素負債を極大近くにし、次に活動的休養をはさんでふたたび全力疾走をくりかえす、いわゆる最近のインターバル・トレーニングである。これは酸素不足の時間が短いので、どの程度効果があるかわからないが、長年月反復実行すれば少しほとんど適応能力のトレーニングになるかもしれない。

むすび

第1次マナスル登山を基礎に進展した、医学的考察の目的の1つである高度に対する馴化ならびに衰退に関し、異常環境と適応能力をもった生体との間に軽率に恕限度を決定することは多くの危険をはらむのである。なぜならば生体の刺激に対する反応は複雑で個人差があり、

高所における医学的考察

酸素分圧の変化ならびに時間的経過はきわめて多くの要因を形成するものである。実際には6,000メートル近傍の失調高度までにいくつかの危険な生体の症状を経験している。7,200メートルにいたればなおさらのことである。

マナスルに関するかぎり、これらの変化に対して山登りの安全を期するためには、精神機能の低下が現われ斜度が急となる高度7,200メートルに医者と酸素を先に上げることがいちばん安全な方法であると考えた。したがって第3次マナスルはそうしたのであった。そして一般的に、いわゆる天才を除いては、人は生命に関する安心感によって強力になり、不安感によって弱くなるものである。安心感を与えることによって、より強力な登山隊が成立する。ヒマラヤはひとりの天才の独占するべきものではなく、一般登山人の楽しむもので、それがためにも医学、心理学の立場が必要である。

[参考文献]

- A. Loewy : Physiologie des Höhenklimas, 1932.
額田 敏：高所に於ける人体呼吸について、「山岳」第36年第1号, 1941。
Hartmann : Um den Kantsch, 1931.
原島 進：環境衛生学, 1950。
緒方維弘：寒冷と体温調節, 1949。
沖中重雄：自律神経系と臨床, 1948。
浅野誠一：体液の臨床, 1956。
久保秀雄：酸化還元電位, 1948。
大島正光：労働と年齢, 1955。
沼尻幸吉：労働の強さと適正作業量, 1955。
日本産業衛生協会：疲労調査法, 1955。
H. Selye : Stress, 1950.
A. Arnold : Lehrbuch der Sportmedizin, 1956.
K. Greitbauer : Die Gestalt des Bergsteigers, 1956.

[附 記]

この研究に関し文部省ならびに次の先生方に長期間ご援助いただきましたことを厚く御礼申し上げます。

石川七郎・今宮俊一郎・原島進・外山敏夫・大島正光・緒方維弘・岡本彰祐・鎌倉勝夫・川島四郎・吉村寿人・野村茂・久保秀雄・浅野均一・浅野誠一・秋山誠一郎・三浦豊彦・杉本良一

(イロハ順)