

# 運動と環境

### 1 低圧 / 低酸素および高圧 / 高酸素環境下での生理応答

人類の多くは、海面レベルに近い低地に定住している。言い換えると、ほぼ1気圧の環境に適応して生きている。このような人が高い山に登れば、気圧の低下（低圧）や、それに伴う酸素分圧の低下（低酸素）に曝されることになる。反対に、水中に深く潜る場合には、高圧や高酸素の環境に曝される。

このような気圧や酸素分圧の変化に対して、人体は耐えたり、順応したりする仕組みを備えている。そしてそれがうまく機能すれば、8848 mのエベレスト山頂（約0.3気圧の低圧低酸素環境）に、酸素ボンベを使わずに登頂することができる。また、深度100 m以上の水中（10気圧以上の高圧高酸素環境）に、酸素ボンベを使わずに潜ることも可能である。一方、そのような仕組みがうまく働かなかった場合には、高山病や潜水病といった障害が起こり、死亡する危険性もある。

このような特殊環境に対して人間はどこまで耐えられるのか、という科学的あるいはスポーツ的なチャレンジが行われる一方で、特殊環境を人間の身体能力を改善するための刺激として活用する試みも行われてきた。その代表例が、スポーツ選手が行う高所トレーニングである。また最近では、低圧/低酸素環境を利用して一般人の健康増進を図ったり、高圧/高酸素環境を利用した医療やコンディショニングも行われている。

本章の前半では、低圧や高圧、また低酸素や高酸素といった特殊環境に対する生理的な反応、順応、障害などについて概説する。そして後半では、特殊環境へのチャレンジ、およびその有効活用の代表例として、それぞれ高所登山と高所トレーニングを取り上げ、その実際について紹介する。

#### 【1】低圧 / 低酸素環境での生理応答

##### ① 高度の上昇と人間の身体

人間による高度への挑戦は、古くから行われてきた。紀元前の中国の古文書には、ヒマラヤの山岳地帯を「頭痛山脈」と名づけた記述があり、当時から高地を旅行する人びとが高山

病に悩まされていたことがうかがえる。時代が進むと、気球、航空開発、宇宙開発など、さらに高い高度への挑戦が行われた。またスポーツとしては、アルプス、アンデス、ヒマラヤなどで高所登山が行われてきた。

図12-1は、高度の上昇による人体への影響を示したものである。高度が上がるほど人体にとって厳しい環境になるという点では同じでも、ある高度に徐々に曝されていく場合と、急激に曝露された場合とでは、その影響は大きく異なる。この図では、前者の例として高所での登山や旅行に適用される基準、後者の例として労働衛生の分野で用いられる基準を示し

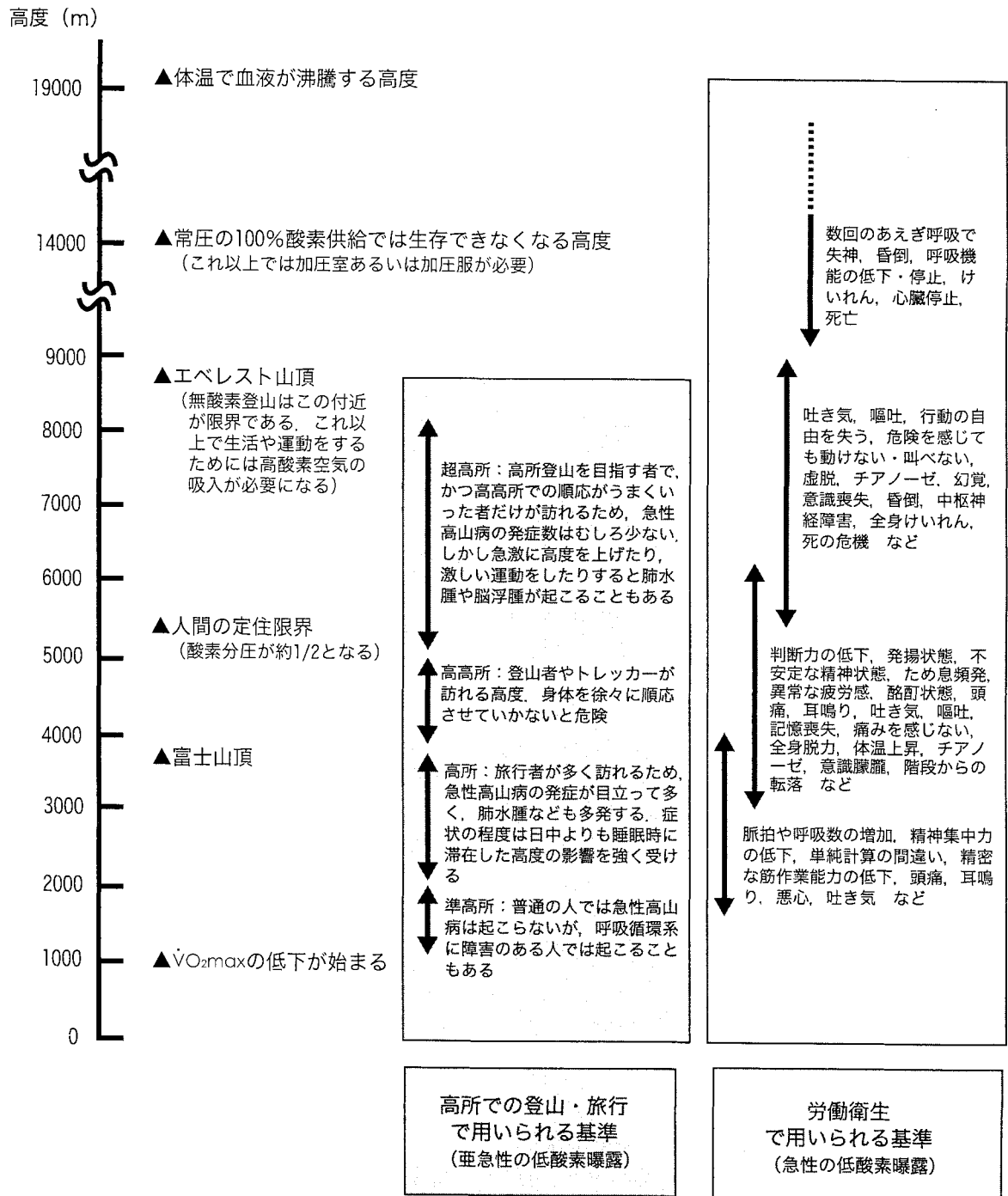


図12-1 高度の上昇、あるいはそれに相当する低酸素環境への曝露による人体への影響  
高所での登山・旅行については、Hultgren, H.N., High Altitude Medicine, 1997<sup>1)</sup>、労働衛生については、酸素ダイナミックス研究会編、『新酸素欠乏症等の防止』1991<sup>2)</sup>の記述を抜粋してまとめた

た。後者については、実際の高地ではなく、それに相当する1気圧の低酸素環境に曝露された場合を意味している。

高所登山のように何日もかけて高度を上げていく場合には、低酸素環境に身体が順応することができるため、8000 m台の高度までは人工的な酸素の補給を受けずに到達することも可能である。反対に、労働中に何らかの事故で突然、低酸素環境に曝露された場合には、2000 m台に相当する環境でも障害が起こる可能性がある。

一方、高度がさらに上昇し9000 m以上になると、順応の有無にかかわらず、酸素濃度を高めた高酸素空気を吸入しなければ生存は難しくなる。そして14000 m以上になると、たとえボンベから100%の純酸素を吸入したとしても、低すぎる気圧のために、生命を維持するのに最低限必要な、肺胞内の酸素分圧を確保できなくなる。また、19200 m以上の高度では、気圧の低下に伴う沸点の低下によって、37°Cの体温で体液が沸騰してしまう。したがって14000 m以上の高度では、加圧服（宇宙服）あるいは加圧室の助けを借りなければ生存できない。

ところで低地でも、低気圧や台風などが接近して気圧が急激に低下した場合には、関節痛やリウマチが悪化することがある（気象病）。この場合、気圧や酸素分圧の低さではなく、その急激な「変化」に身体が対応できないことが原因となる。

以上のように、高度の上昇に伴い、①気圧の低下、②酸素分圧の低下という二つの要因が関わるだけでなく、③それぞれの変化のスピードも人体に影響を与える。さらに、①～③の影響には大きな個人差もあるため、複雑な様相を呈することになる。

## ② 高所環境に対する人体の反応、順応、障害

高所では、大気の酸素分圧が低下する。この影響を受けて、高度に応じて体内は低酸素状態（hypoxia）となる。図12-2は、0 mから3500 mに相当する4種類の低酸素環境で、安静およびさまざまな強度で運動を行った時の動脈血酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）を示したものである。高度が0 mの場合、安静時のSpO<sub>2</sub>は100%に近い値を示し、最大運動時にもあまり低下しない。しかし高度が上昇すると、その程度に応じて安静時のSpO<sub>2</sub>は明瞭に低下する。また同じ高度でも、運動強度が高くなるほどSpO<sub>2</sub>はより大きく低下する。

その結果、図12-3に示すように、高所では有酸素的な運動を行った場合、最大酸素摂取量（ $\dot{V}O_2\max$ ）や最大作業能力は低下する。また高度が上昇しても、同じ強度の運動をするための酸素需要量は変わらないという性質があるために、最大下運動時の相対的な強度は上昇することになる。その結果、図12-4

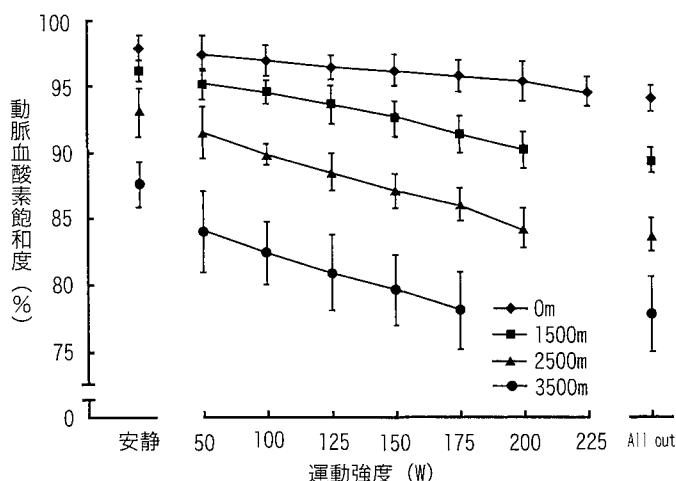


図12-2 低地および1500 m、2500 m、3500 mの高度に相当する低酸素環境下での安静時、およびさまざまな強度の運動時における動脈血酸素飽和度

(奥島と山本, 2009)

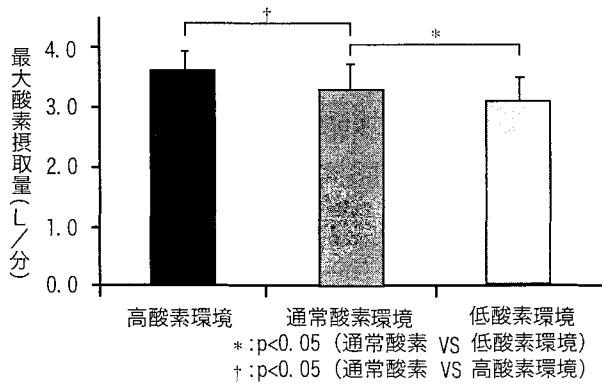


図12-3 低酸素、通常酸素、高酸素環境下でのカヤック運動時における最大酸素摂取量  
低酸素は高度2000 m相当、高酸素は低地の1.5倍の酸素分圧の環境で運動を行っている。(一箭と山本, 2009)

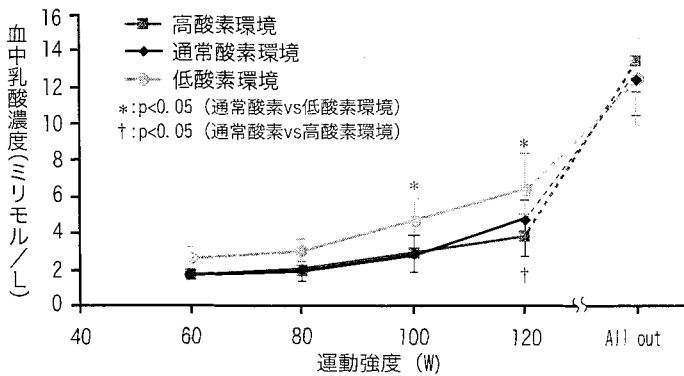


図12-4 低酸素、通常酸素、高酸素環境下でのカヤックによる最大下および最大運動時における血中乳酸濃度  
実験条件は図12-3と同じ (一箭と山本, 2009)

表12-1 AMSスコア

5種類の自覚症状について、それぞれ0~3までの4段階で点数化して評価する (Lake Louise acute mountain sickness scoring system, 1993)

<b>〈頭痛〉</b> 0: まったくなし 1: 軽い 2: 中等度 3: 激しい頭痛 (耐えられないくらい)	<b>〈めまい・ふらつき〉</b> 0: まったくなし 1: 少し感じる 2: かなり感じる 3: とても感じる (耐えられないくらい)
<b>〈食欲不振・吐き気〉</b> 0: まったくなし 1: 食欲がない、少し吐き気あり 2: かなりの吐き気、または嘔吐あり 3: 強い吐き気と嘔吐 (耐えられないくらい)	<b>〈睡眠障害〉</b> 0: 快眠 1: 十分には眠れなかった 2: 何度も目が覚めよく眠れなかった 3: ほとんど眠れなかった
<b>〈疲労・脱力感〉</b> 0: まったくなし 1: 少し感じる 2: かなり感じる 3: とても感じる (耐えられないくらい)	

スコアと呼ばれている。

AMSは通常数日で消失するが、時には悪化して高所性肺水腫 (high altitude pulmonary edema: HAPE) に発展し、死亡することもある。低酸素環境では肺の血管が収縮し、肺動脈

に示すように、乳酸性作業閾値 (LT) のような最大下作業能力も低下してしまう。

高所に滞在した場合、低酸素環境に対して人体はさまざまな順応 (acclimatization) をしようとする。その代表的なものが換気の亢進と増血である。前者の順応は、高所に到着後ただちに起こり、当座の酸素不足を解消しようとする。この反応には、末梢の化学受容体 (頸動脈体) が関わっている。一方、後者の順応は3週間程度をかけて徐々に起こる。この反応には低酸素誘導因子 (HIF-1) と呼ばれる転写因子が、造血ホルモンであるエリスロポエチン (EPO) を分泌させるような遺伝子誘導を行い、赤血球を増やす。

ところで、高所に到着後、換気亢進をはじめとした順応がうまく機能しなかったり、十分に追いつかない場合には、その数時間後に急性高山病 (acute mountain sickness: AMS) が起こる。これは頭痛を中心として、吐き気、めまい、疲労感などを伴う症状である。AMSは、普通の人では高度2500 m以上で起こるが、人によっては1500 mくらいから起こることもある (図12-1)。また、高度3500 m以上に急速に到達した場合には、ほとんどの人に起こる。表12-1は、AMSの程度を自覚症状から評価するために、国際的な合意のもとに使われている指標で、AMS

圧が上昇する（肺動脈高血圧）。この影響で、肺胞内に体液がしみ出して貯まり、水におぼれたのと同様、呼吸ができなくなってしまう症状がHAPEである。これは4000 m前後の高度で多発し、中年や女性よりもむしろ若い男性に多く発症する。このほかに、脳内の水分のバランスが崩れて起こる高所性脳浮腫（high altitude cerebral edema: HACE）も、生命を脅かす重篤な高山病の一つである。

### ③ 低圧 / 低酸素環境の有効利用

低酸素環境に対する人体の順応を利用して、身体能力を改善しようとする試みの代表例が、スポーツ選手の間で盛んな高所トレーニングである。これについては[2]で詳述するが、その基本は増血を利用することにある。このため、一般的には2000 m台の高地に長期間滞在してトレーニングを行うことになる。

ただし最近では、増血を目的とせず、乳酸代謝、換気応答、緩衝能力などの改善をねらいとした高所トレーニングも行われるようになってきた。またそれに伴って、トレーニングの高度や期間、方法などにも多様化が見られる。

高所環境はまた、古くから疾患者の治療や、一般人の健康増進にも活用されてきた。19世紀のオーストリアの臨床医師エルテル（Oertel）は、肥満者や心疾患の患者を高地に連れて行き、運動をさせることで治療を行った。この方法は現在のヨーロッパでも、エルテル療法または地形療法（Terrain Kuren）と呼ばれ行われている。

また旧ソ連を発祥地とする独特な高所トレーニング法として、間欠的低酸素曝露（intermittent hypoxic exposure: IHE）がある。これは低酸素発生装置を用いて作った高度2000～6000 m台に相当する低酸素空気を通常空気と交互に数分間ずつ、計1～2時間にわたり吸入するものである。IHEは、スポーツ選手の高所トレーニングや登山者の高所順応トレーニングの他、健康の維持増進（慢性疲労やストレスからの回復）や、疾患の治療（心臓血管系の疾患、高血圧、高コレステロール、アレルギー、喘息）など、さまざまな用途に用いられている。表12-2はそれぞれの目的に応じたIHEの処方例である。

以上のように、高地や低酸素環境の積極的利用についてはさまざまな可能性がある。しかし、生理学的な背景については明らかになっていない部分も多く、今後の研究対象として興味のある分野である。

表 12-2 登山者、スポーツ選手、患者がIHEトレーニングを行う際の動脈血酸素飽和度の目安  
(Hellemans, 2004)

	1 週目	2 週目	3 週目
登山者	84～88%	80～84%	76～80%
スポーツ選手	88～92%	84～88%	80～84%
患者	92～96%	88～92%	84～88%

## [2] 高圧 / 高酸素環境での生理応答

### ① 高圧と人間の身体

人間による高圧環境へのチャレンジの代表例として、潜水があげられる。深く潜るほど水圧は増し、約10 m潜るごとに1気圧が加わっていく。海面上にはすでに1気圧の空気圧がかかっているため、10 m潜れば2気圧、20 m潜れば3気圧の高圧を受けることになる。

臓器、血液、筋肉など、固体や液体でできた組織は、高圧の影響をほとんど受けない。しかし、肺や耳腔など空気の入った器官では、ボイルの法則により、水深が大きくなるほど圧

縮される。そして単純計算では、水深30 mくらいで肺は破裂してしまうことになる。ただし実際には、空気補給のためのボンベを使わない素潜り（閉息潜水）にし、それを使うスクーバ潜水にし、それよりもはるかに深くまで到達することができる。

閉息潜水については、スポーツとしてのチャレンジが行われてきた。マイヨール（Mayol, J.）は1976年、49歳のときに水深100 mへの到達に成功したが、これは水深30 mで肺がつぶれてしまうという従来の理論に根本的な見直しを迫る偉業であった。彼の潜水中の身体の様子を科学者が分析した結果、横隔膜が胸郭内部にまで押し上げられ、肺が10分の1程度に圧縮されて、外界の圧力と平衡を保っていることが明らかになった。なお現代では、閉息潜水の記録は200 m以上にも達している。

一方、スクーバ潜水の場合は、深度の変化に合わせて、その時どきの水圧に釣り合った気圧の空気がボンベから供給される。したがって、水圧で肺がつぶされてしまう危険は少なく、水深500 m以上まで潜ることも可能となる。しかしその一方で、潜水深度が増すほど、高い酸素分圧や窒素分圧の空気を呼吸することになるため、酸素毒や窒素酔いへの対策が必要となる。また、急速に浮上した際には、血中に溶け込んだ窒素が気泡化して血管を塞いだり（減圧症）、呼吸をせずに急浮上した場合には、肺が破裂するといった危険性もはらむことになる。

## ② 高圧 / 高酸素環境の有効利用

### (1) 常圧高酸素環境の有効活用

スポーツ選手に対して常圧（1気圧）の高酸素ガスを吸入させ、運動パフォーマンスの改善や、疲労回復の促進を図ろうとするアイデアは、古くから検証されてきた。ただしこれは、どんな場合にも有効なわけではなく、効果が高い場合とそうでない場合とがある。

運動中に高酸素ガスを吸入すると、 $\dot{V}O_2\text{max}$ が増加し、最大作業能力も改善する（図12-3）。また、最大下運動時の生理的負担度も軽減される（図12-4）。このように、運動中における高酸素ガスの吸入は有効である場合が多い。

一方、安静時に高酸素ガスを吸入しても、次のような理由で効果は小さい。血液は、ヘモグロビンに酸素を結合させて体内の各組織に運搬しており、その飽和度を表す指標が $SpO_2$ である。この値は、低地で安静にしているときには100%に近い値（約98%）を示す（図12-2）。このため、安静時に常圧の高酸素ガスを吸入しても、ヘモグロビンに結合できる酸素（結合型酸素）の量はほとんど増えず、人体に好影響を与えることはあまり期待できない。

一方、肺機能に障害がある患者や肺機能の衰えた高齢者など、安静時でも $SpO_2$ が低値を示す人にとっては、高酸素ガスの吸入は有効である。通常、安静時の $SpO_2$ が90%を下まわるようになると、在宅酸素療法が適用される。

また登山者がヒマラヤの8000 m峰に登る際、しばしば酸素ボンベから高酸素ガスを吸入するが、この理由も似ている。この場合、登山者の肺機能には問題はないものの、大気中の酸素分圧の低下によって、 $SpO_2$ が大幅に低下してしまうので、それを補うために行われる。高所登山中の酸素補給は、行動時よりもむしろ睡眠時のほうが有効である。睡眠中には、呼吸中枢の活動低下や横臥姿勢の影響により、体内への酸素の取り込みが著しく低下してしまうからである。

## (2) 高圧高酸素環境の有効活用

高圧の高酸素空気は、常圧の高酸素空気に比べて扱いが難しいので、一般的に利用されることは少ない。しかし医療の世界では、高圧酸素治療という分野がある。これは、2～3気圧の高圧室に高酸素ガスを供給し、その中に患者を入れて治療するものである。一酸化炭素中毒、脳や脊髄の障害、心筋梗塞、重い感染症、火傷や凍傷、ガン、減圧症など、さまざまな症状が治療の対象となる。

前項で述べたように、常圧の環境で高酸素ガスを吸入しても、血液中のヘモグロビンが運搬する結合型酸素の量はほとんど増えない。しかし高圧の環境で高酸素ガスを吸入した場合には、ヘンリーの法則により、その圧力に応じて血液中に直接溶け込む酸素（溶解型酸素）の量が増える。その結果、より多くの酸素を組織に供給することができ、人体への好影響が期待できる。

なお最近では、1.5気圧程度の環境を作るビニール製の加圧バッグが開発され、この中に通常の空気または高酸素ガスを供給し、スポーツ選手の疲労やケガの回復促進に利用されるようになってきた。また高所登山時にも、重症高山病の治療用として、図12-5のような人力で加圧するバッグが携行されている。重症高山病の最良の治療法は、ただちに高度を下げることであるが、現実には難しい場合も多い。そのような時にこのバッグを用いると、その場で0.1～0.2気圧程度の加圧（高度にして1500～2500mの下降に相当）ができ、症状の改善にも効果がある。

(山本正嘉)



図12-5 高所登山時に携行し重症高山病の治療に用いるビニール製の加圧バッグ  
足踏みで加圧する。(Duff, J.氏提供)

## 2 高所環境でのスポーツとトレーニング

ここでは高所環境（低圧/低酸素環境）にチャレンジするスポーツの代表例として高所登山を、また、高所環境の有効活用の代表例としてスポーツ選手が行う高所トレーニングを取り上げ、その実際について説明する。

### 【1】高所登山

#### ① 高所の分類と身体への影響

高所での登山や旅行を想定した場合、図12-1に示したように、一般的には高度2500m以上が高所の領域とされ、この付近からはAMSはもとより、HAPEなど重症の高山病も起こる。ただし高所に弱い人や呼吸循環系に障害のある人、高齢者などでは、1500m以上でも起こる可能性がある。つまり高山病は、海外の高山だけではなく日本の山でも十分に起こりうる。

図12-6は、富士山で登山をしているときの $SpO_2$ を示したものである。低地では全力で運動をしたとしても、 $SpO_2$ が90%を下まわることは少ない。しかし富士山では、歩行時で

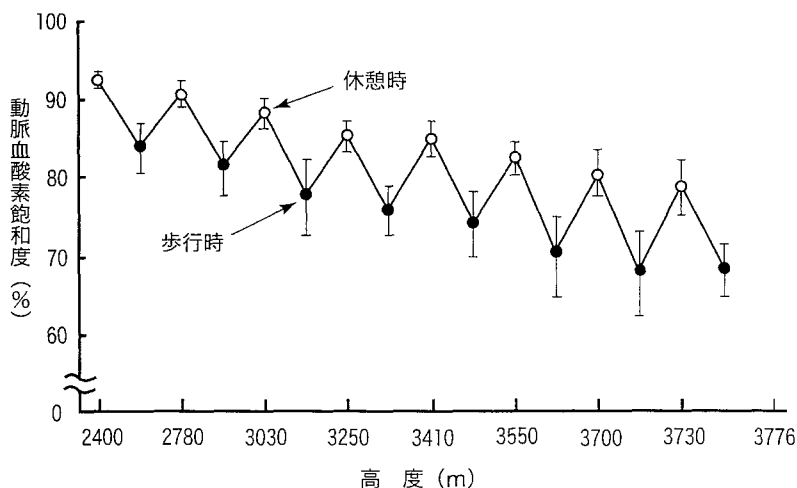


図12-6 富士山に登高中の動脈血酸素飽和度

高度が上がるにつれて、休憩時、歩行時ともに値は低下していく。(笹子と山本, 2010)

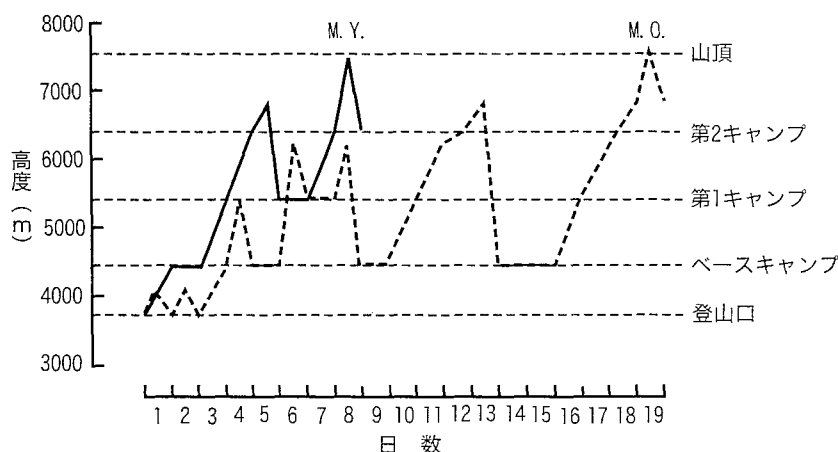


図12-7 ヒマラヤの7000 m峰登山時における行動パターン

ムスターグアタ峰 (7546 m) において、破線は約3週間をかけて登頂した一般的な例。実線は、日本で事前に低酸素室を利用して高所順応トレーニングを行い、1週間で登頂した例。(山本, 2005)

受け方には大きな個人差がある。また、同じ人が同じ高度に上がる場合でも、その時どきでAMSの現れ方が違う場合もある。一般的に、高度の上昇スピードが急速なほど、また高度を上げる際に激しい運動を伴っている場合ほど、AMSは顕著に現れる。なおHAPEについては、女性よりも男性のほうが発症率が高い。また最近では、遺伝的に見てHAPEを発症しやすい人がいることも指摘されている。

② 現地での行動技術と生活技術

高所登山をする場合、数日間をかけて徐々に高度を上げていけば、およそ5000 m台の高度まではそのまま登って行ける。しかし6000 m台以上の山では、このような方法ではAMSに悩まされ、登れなくなる。そこで通常は、図12-7の破線部分のように、ある程度の高度まで上がったなら、いったん高度を下げて休養し、再びより高い高度に登るといったパターンを繰り返す。そして6000 m台の山では約2週間、7000 m台では約3週間、8000 m台では1ヶ月間以上の期間をかけて登頂するのが一般的である

このような行動原則の他に、現地での行動時や生活時には、次のような注意が必要である。

2400 m以上、休憩時では3000 m以上になるとSpO<sub>2</sub>は90%を下まわる。また山頂直下での歩行時には60%台にまで低下する。大衆登山の山として身近な富士山でも、低地では考えられないような低酸素のストレスを受けることに注意すべきである。

3000 ~ 4000 m台の高度まで行けば、AMSはほとんどの人に発症する。その場合、激しい運動は避け、高度をそれ以上上げないようにしていれば、数日で消失する。しかし、このような注意を守らない場合には、HAPEやHACEといった重篤な症状に発展し、死亡する危険性もある。

なお、同じ高度に上がる場合でも、その影響の



### (1) 意識的な呼吸法

高所では、前述のように無意識のうちに換気量が増え、 $SpO_2$ を高めようとする反応が起こる。しかし、これに加えて意識的な呼吸をすることで、体内の酸素不足をさらに改善することができる。図12-8は、0 m, 2000 m, 4000 mの高度で、通常呼吸、深呼吸、腹式呼吸を行ったときの換気量と $SpO_2$ を示したものである。意識呼吸による $SpO_2$ 上昇の効果は、高度が上がるほど顕著に現れる。また深呼吸と腹式呼吸を比べた場合、後者のほうが換気量が少ないにもかかわらず、 $SpO_2$ は同程度に上昇することから、より合理的な呼吸法といえる。

### (2) 積極的な水分補給

高所では、換気が充進する上に、乾燥した冷たい空気を呼吸するため、呼吸から失われる水分量は大きい。加えて長時間の登山活動や、水分を得られにくい環境などが相まって、脱水が起こりやすい。脱水は疲労を助長するだけでなく、AMSを悪化させたり、血液の粘度を増加させて血栓症を起こしやすくする。このため高所では、食事に含まれる水分を含めて、1日に4リットル程度の水分補給が必要とされている。

### ③ 事前のトレーニング

高所登山に出かける前には、事前のトレーニングも重要である。その際、基礎体力と高所順応という2種類のトレーニングを考える必要がある。両者の能力は独立性が高い。したがって、一方のトレーニングをすれば他方のトレーニングにもなるということにはならない。

低地の持久スポーツ選手に必要な基礎体力として、 $\dot{V}O_2\max$ があげられる。しかし高所登山の場合には、行動速度がきわめて緩慢なため、長距離ランナーのような著しく高い能力は必要ない。ヒマラヤの8000 m峰に酸素ボンベなしで登頂する登山家でも、 $\dot{V}O_2\max$ は50～60 ml/kg/min程度である。高所登山で必要な基礎体力とは、このレベルの $\dot{V}O_2\max$ を身につけた上で、その60%程度の強度で10時間以上、行動し続けられるような能力である。

一方、高所順応はきわめて重要な要素である。この能力は、低地で持久力トレーニング

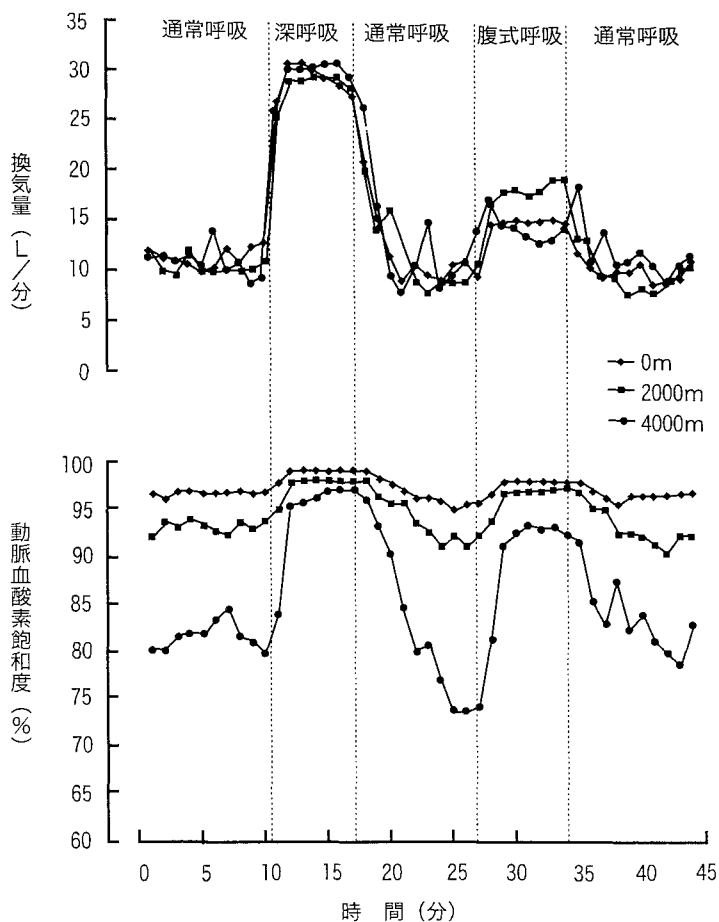


図12-8 意識的な呼吸法が動脈血酸素飽和度の上昇に及ぼす効果

3種類の高度で座位安静を保ち、通常呼吸の合間に深呼吸と腹式呼吸を行っている。その効果は低地では目立たないが、高度が上がるほど顕著に現れる。(山本と國分, 2002)



図12-9 ビニールテント式の常圧低酸素室  
低酸素発生装置(左側)を用いて1気圧の低酸素空気を作り、テント内に供給する。安静時にはテントの中に入るが、運動時には二酸化炭素の過剰な蓄積を防ぐために、テント内の空気をホースで外部に取り出し、マスクを介して吸入しながら、テントの外でトレーニングをする。

をしているだけでは身につかず、低酸素環境に身体を曝すことが不可欠となる。その手段として、一つは実際の山に出かけることがあげられる。たとえばヒマラヤ登山の前に富士山に何度か登っておくと効果が高い。一般的にはAMSが発症する高度、つまり2500 m以上の山に繰り返して登ることで、高所順応のトレーニングになる。

もう一つ、人工的な低酸素室を利用する方法がある。かつては低圧低酸素室(低圧室)が用いられたが、安全性、使い勝手、コストなどの面で使いづらかった。しかし最近では、それらの欠点を解消するような常圧低酸素室(図12-9)が開発され、普及しつつある。図12-7の実線部分

は、これを用いて日本であらかじめ高所順応トレーニングを行い、ヒマラヤの7500 m峰を1週間で登ったときの行動パターンである。このような事前のトレーニングをしておけば、現地に赴いたときに、登山能力の向上だけでなく、AMSの軽減や重症高山病の回避といった安全面での向上も図ることができる。(山本正嘉)

## [2] 高所トレーニング

スポーツのパフォーマンス向上手段としてよく行われるものの一つに高所トレーニングがある。特に高所トレーニングは平地でのパフォーマンスを向上させるかという疑問は選手、コーチあるいは研究者によって長年議論されてきたことである。およそ30年にわたるこの研究を概観すると、残念なことに高所トレーニングが平地でのパフォーマンス向上に役立つかどうかは十分に明らかにされていない<sup>4)</sup>。高所トレーニングはすべての競技者に対して一様に効果が得られるようなものでもなく、絶対的なトレーニング手段にはなり得ていないように思われる。しかしながら、多くの選手はその効果を信じて高所トレーニングをよく行う。そもそも高所トレーニングはさまざまなトレーニング方法の中でも実施しやすいことや低酸素がもたらす環境が運動時の組織の低酸素環境と類似していることから、低酸素環境下での運動による相乗効果を得ようとする考え方は理に適っている。このような理由で、以前から高所トレーニングは選手の中に広く受け入れられてきた。選手やコーチが最も知りたいことは、最適な高所トレーニング効果を引き出すためにはどれくらいの高度にどれくらい滞在してトレーニングをすればよいのかという問題であろう。そこで、以下に一般的に語られていることを中心に高所トレーニングの効果と方法を解説することとする。

### ① 高所適応としての高所トレーニングの効果

長期間の高所曝露および高所でのトレーニングは一定の高所馴化をもたらすと考えられている。それは身体の組織が低い酸素分圧に徐々に慣れてくることを意味している。しかし、完全に低酸素環境を補うほどの馴化をもたらすかといえばそうではなく、何年も高所に馴化