

特集

feature

高地(低酸素)トレーニングの実際とその効果～これからの利活用促進に向けて～

杉田 正明 日本体育大学体育学部 教授

1. はじめに

高地トレーニングの合宿では、空気の薄い場所で生活することで受動的な低酸素刺激を受け、さらにトレーニングすることで能動的な低酸素刺激も得られる。この両方の刺激があることで高地トレーニングの効果がもたらされるので、トレーニングだけでなく、その環境に滞在し、生活することは大切である。

しかし、本稿では自然環境での高地トレーニングと人工的な低酸素環境における低酸素トレーニングをわけ隔てないものとして取り扱い用いることにした。高地トレーニングによる身体へのポジティブな効果は主に低酸素によってもたらされると国内外で取り扱われてきていることと、低酸素トレーニングの効果に関する有益な研究が進んできているからである。

2. 高地トレーニングによる効果のメカニズム

空気の薄い高所(低酸素環境)でトレーニングをすると、酸素分圧が低く

なり、体内の酸素の取り込みが減るため、身体はそれに適応しようとエリスロポエチンという骨髄における赤血球生産を促進するホルモン増加によって赤血球やヘモグロビン、血液量などを増やそうと代償的反応が生じ、ヘモグロビンやヘマトクリットを増加させ、その結果として最大酸素摂取量やランニングパフォーマンスを改善させることが可能であると報告されている(16)。

また、ヘモグロビンと酸素の親和力を調整する赤血球2,3-DPGも増え、多くの酸素をヘモグロビンから筋組織などへ酸素供給を促進することができるようになり、さらに毛細血管の発達、ミオグロビン濃度の増加、ミトコンドリアにおける酸化系酵素活性の増加およびミトコンドリア量の増加がもたらされ、酸素利用効率が高まることがトレーニング効果として挙げられている(2,16)。高い持久的競技者においてもHypoxia-inducible Factor1 α やGLUT-4などのmRNA濃度が増加することも筋生検の結果から報告されて

おり(22)、末梢における機能改善の面からも有酸素パフォーマンスを向上させることが明らかとなっている。

酸素濃度の低い場所に滞在することによって身体を適応させ、血液を増やし生理的な機能が向上した身体で平地に降りること、楽に運動できるようになるというのが高地トレーニングの基本的な考え方であり、1ヵ月以上高地に滞在しトレーニングを実施するのがトップアスリートでは一般的である。欧米では1997年にLevineら(11)によって提唱された、“リビング・ハイトレーニング・ロー”(LHTL:低酸素下で生活し、より低所でトレーニングする)が定着し、Meta-analysis(メタ分析)によってもその方法は積極的に支持されている(3,7)。しかし、わが国では長く高地に滞在し、高地でトレーニングをする“リビング・ハイトレーニング・ハイ”(LHTH)の方法で女子マラソンにおいてシドニーオリンピック、アテネオリンピックで高橋尚子選手、野口みずき選手両選手が金メダルを獲得してきた歴史がある。実際

にトップアスリートがn=1で実施するトレーニングは、勝つための高地トレーニングであり、学術的な傾向と異なる方法を用いていることも仕方のないことであろう。

個体差を最適化し、様々な条件を最高・最善の状態にして、世界一を目指す方法は、学術的な常識や研究の制約を超えて実施されることは当然であり、あとから科学が追いついていくという側面も十分にあるといえる。

3. 高地トレーニングとパフォーマンス向上

高地トレーニングは、これまで言われているとおりヘモグロビンが増えることによってパフォーマンスの改善をもたらされているのだろうか？ これに関して大変興味深い研究が報告されている。Garvican LAら(6)は、14名の高度に鍛錬された女性サイクリストを対象に26泊の低酸素室滞在(標高3,000mで14時間/日)と平地でトレーニングを行なうLHTLにおける実験で、この方法で生じたヘモグロビン量を静脈切開して増量分を抜き取った選手群とそのまま総ヘモグロビン量が増量した選手の2群に分けて持久的パフォーマンスに与える影響を検討している。その結果、トレーニング前のレベルまで血液を抜き取られた群では低酸素曝露でもたらされたヘモグロビン量が増量した群と4分間の自転車の最大トライアルではほぼ同程度のパフォーマンスの改善をみせた(図1)。しかし、その後10分の休息後に実施した漸増負荷法による疲労困憊までの運動テストにおけるオールアウト時間では、ヘモグロビン量を減らされた群では実験前の時間まで運動を実施することができなかった。ヘモグロビン量の増大は、運動後の素早い回復とその後の連続し

たパフォーマンス発揮を可能とすることへの貢献を示唆するものであるが、ヘモグロビンが増量しなくても1度の最大パフォーマンス発揮であればほぼ同程度のプラスの効果を得られることを示したとも考えることができる。これはオーストラリアのAIS(Australian Institute of Sport)の研究グループによる研究であるが、アメリカの研究グループであるLevine&Stray-Gundersen(12)およびWilber(21)によれば、ヘモグロビン量を増やし最大酸素摂取量を増加させるための高所滞在の要件を、滞在高度は、標高2,000~2,500mで滞在時間22時間/日以上、標高2,500~3,000mで、12~16時間/日以上で、いずれも滞在期間4週間以上としている。そして、高所滞在による総ヘモグロビン量1%の増加は最大酸素摂取量0.6~0.7%の増加をもたらす(図2)ことを報告し、高地トレーニングの有用性を支持している。

一方、高地トレーニングは短期間でも効果はあるのか？ ということについて、筆者らは富山県の立山で実施した短期間の高地トレーニングプロジェクト研究において、測定合宿を担当する機会を得た。そして、標高2,450mでの3泊4日の高地トレーニングで実際的なパフォーマンス向上の基礎となる同じペースで走行した際の血中乳酸

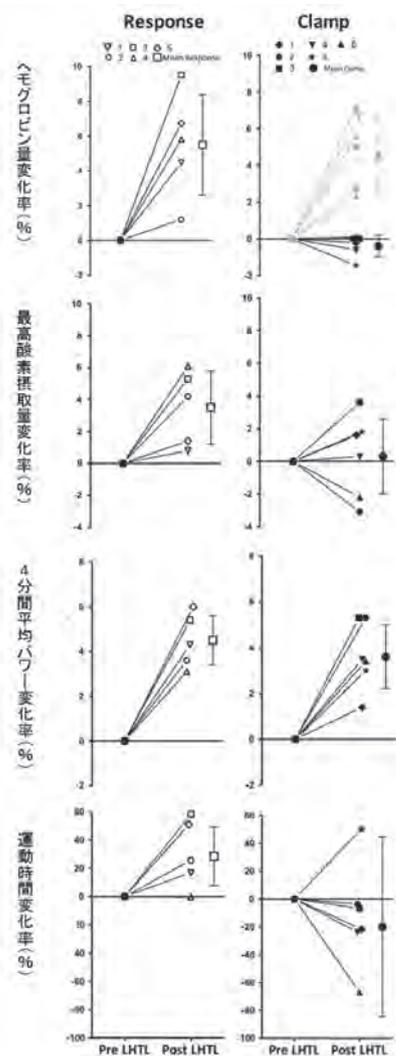


図1 LHTL(26泊)前後におけるヘモグロビン量、最高酸素摂取量、4分間最大自転車駆動による平均パワー、漸増負荷法によるオールアウトまでの運動時間の変化(左:ヘモグロビン増加群、右:ヘモグロビン抜き取り群)

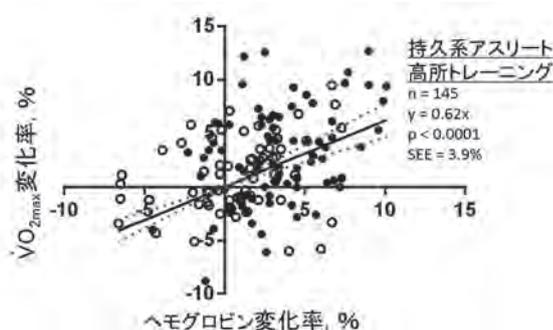


図2 ヘモグロビン量の変化率と $\dot{V}O_2\max$ の変化率(n=145)との関係(および95% CI)。○はコントロール群

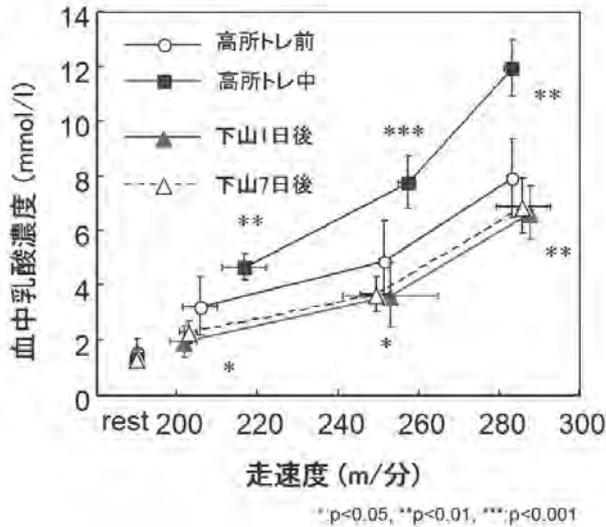


図3 クロスカントリー男子高校生選手7名の3泊4日高所トレーニング前・中・後、7日後の3分間ペース走中の血中乳酸濃度の変化

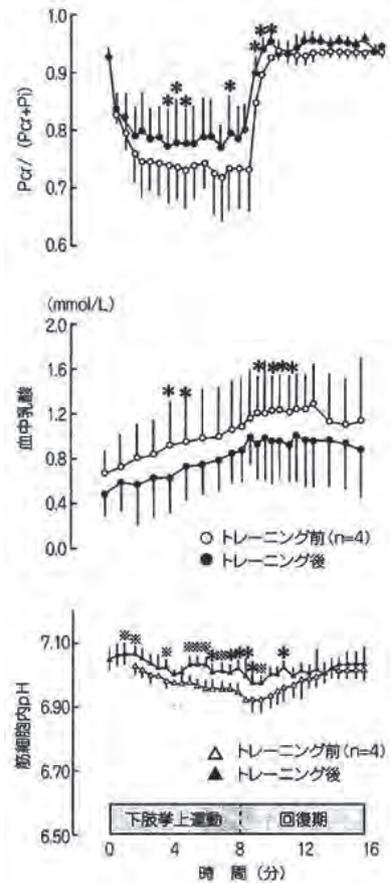


図4 低温・高所トレーニング前後のMNR装置内での右下肢挙上運動中および回復中のクレアチンリン酸(Pcr)の相対値、血中乳酸および筋細胞内Phの変化(1) (* p<0.05, ※ p<0.01)

表1 立山高所トレーニング直後の競技成績

陸上競技・中長距離					
選手名	滞在期間	競技会までの日数	種目	これまでのベスト記録	大会名記録
A	3泊4日	7日後	1,500m	3分56秒62	→ 日本選手権 3分52秒82
B	3泊4日	5日後	1,500m	3分56秒14	→ 日本学生選手権 3分55秒79
C	3泊4日	8日後	5,000m	13分53秒0	→ 日本選手権 13分47秒3 5位

濃度の有意な改善を報告している(18)(図3)(18)。図にはまとまった人数で統計処理が可能な高校生クロスカントリー選手のデータを示したが、この他にも実業団の長距離男子、女子選手が参加しており全く同傾向を示した。すなわち、3泊4日の高地トレーニングの1日後、7日後に平地で実施した3分間ペース走後の血中乳酸濃度が特に第2速度と第3速度で高地トレーニング前よりも有意に低い水準を示したのである。ヘモグロビンなどの血液性状はトレーニング前後には全く変化は認められず、この実験を2年間にわたって繰り返したが、得られた結果は同じであった。この結果を受けて、たつ

たの3泊4日であるが試合前に高地環境でしっかり練習をした後に、実際に試合に出てみたらどうなるのかについても試行した。その結果、表1に示すとおり、1,500m、5,000mで自己新記録を達成したのである。これらのことは血液の変化よりも骨格筋内のミトコンドリアにおける酵素活性やミトコンドリアそのものが増えたりすることなどによって酸素の取り込みや酸素利用効率促進および筋緩衝能の改善効果によるものと推測される。

これまでに報告されている実験室実験では、アルペールビル冬季五輪代表(複合)を含む4選手が気温5℃、標高2,000m相当の低圧低酸素室

で1日2回、1回1時間のAT(140~170bpm)水準のペダリング運動トレーニングによって、トレーニング後に運動時の筋における酸化的代謝の上昇や、血中乳酸濃度の低下、pHの低下抑制を示していることから(図4)、骨格筋の低酸素環境への適応が認められたといえ、先の3泊4日の結果をある程度支持する報告であるといえよう。したがって、高地トレーニングは、3泊や場合によっては2泊程度の短期間でも生体への低酸素刺激が十分に確保できる標高とトレーニングの強度および量の組み合わせによっては、血液性状の変化を伴わずにその後のパフォーマンスに良い効果をもた

らすコンディショニング高地トレーニングになりうることを示している。1泊2日や週末だけの高地トレーニングを反復したりすることも過負荷の原理から考えれば、普段かけることのできない大きな負荷刺激を身体(筋肉)にかけることができるため、現実的には高強度トレーニングとして意義ある効果的なものといえるかもしれない。

最近では、持久力に加えて、無酸素性能力(パワー発揮能力)の向上にもつながるとい報告が見受けられる。低酸素環境下における短時間・高強度の間欠的運動(トレーニング)によって、無酸素性、有酸素性エネルギーの発揮パワーへ及ぼす効果について検討を行なったが、乳酸が身体の中に過剰に蓄積しないように筋緩衝能力も上がることによって、結果的に無酸素性能力の向上につながることは、仮説として十分に考えられた。

図5は、15名の短距離男子選手を2群に分け、常酸素環境と低酸素環境下(16.0%：標高2,200m相当)で、10秒間(休息5秒間)、あるいは20秒間(休息10秒間)の全力自転車駆動を10本1セットとして、オールアウトまで繰り返す高強度インターバルトレーニングを、週に1~2回、4週間で合計6回行なったときのトレーニング結果である(19)。その結果、常酸素群・低酸素群どちらにも有酸素性能力

の改善はみられているものの、低酸素群では、10秒間全力駆動時のパワー低下率は低くなり、40秒間全力駆動時の平均パワーの上昇がみられた。低酸素環境下で高強度の間欠的トレーニングを行なうと、無酸素的にエネルギーを生み出す酵素(ホスホフルクトキナーゼ)の活性が上がること(15)やGLUT-4のmRNA発現など、筋における解糖系活性の亢進を示していること(5)も見受けられていることから、こうした機序によりパフォーマンスが向上したことが推察される。

また、女子のアスリート16名ずつを対象に、酸素濃度14.5%(標高約3,000m相当)と20.9%(標高0m)で週2回のトレーニング(7秒間自転車全力駆動を10本[1本ごとの休息30秒])を4週間実施した研究(8)では、低酸素群では、7秒間全力駆動(体重の4%負荷)を30秒の休息で10回繰り返すテストにおいて、トレーニング前に比べて1本目からパワーの増大がみられ、10本目まで高い値を示した(図6)。かなり明確にトレーニング効果が見られている点で興味深く、さらに持久力のテスト(70Wから2分ごとに35Wずつ漸増)では最大酸素摂取量に有意な改善はみられなかったものの、運動時間が有意に($p < 0.05$)伸びた(659秒から688秒)ことが報告されている(8)。

以上のように、持久系能力だけでな

く、瞬発系や解糖系能力などへのポジティブな効果とそのメカニズムについて報告されるようになってきており、高地トレーニングの実施は、わが国でも持久系種目だけでなく、瞬発系、球技系、格闘技系競技などへ波及していくことが期待される。

4. 高地トレーニングとレジスタンストレーニング

低酸素環境下におけるレジスタンストレーニングの効果について、次に筆者らの結果(14)を紹介したい。運動部に所属している男子学生14名を2群(常酸素群、低酸素群)に分け、週2回×6週間、低酸素群では標高2,200m相当の低酸素環境(16.0%)に30分間曝露後、肘関節の屈曲、伸展のレジスタンストレーニング(フレンチプレス、アームカール)を70% 1RM×10回×4セット(セット間は1分の休息)を行なわせた。そしてトレーニングの前後でそれぞれの1RMを測定するとともに、MRIにより筋横断画像を撮影した。低酸素群の運動側(HC-E)と非運動側(HC-N)および常酸素群の運動側(NC)を対象として肘関節屈曲筋群(上腕二頭筋、上腕筋)と肘関節伸展筋(上腕三頭筋)の面積を計測した。その結果、屈曲筋群も伸展筋群も低酸素環境下で行なったほうが筋肥大への積極的な効果がみられる(図7)(14)。1RMに

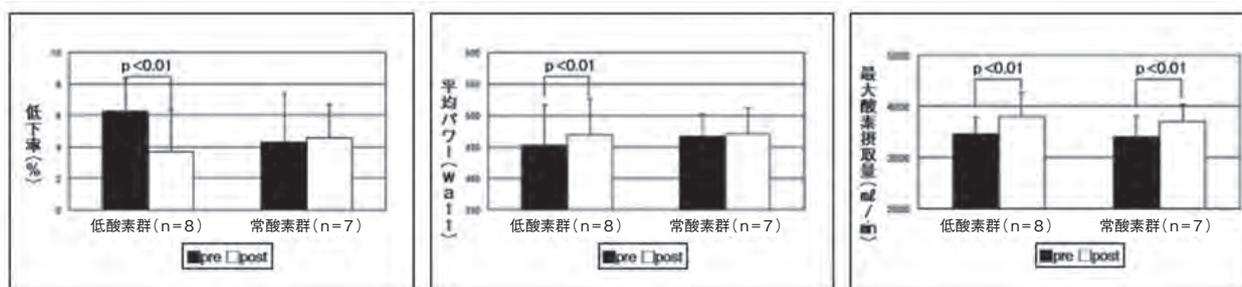


図5 低酸素環境下の高強度インターバルトレーニングを行なったときのトレーニング結果 (左：10秒間全力駆動時のパワー低下率、中：40秒間全力駆動時の平均パワー、右：最大酸素摂取量)

ついても低酸素群においてより大きな効果がみられているが、低酸素群のみトレーニング開始後3週間で有意な改善がフレンチプレス、アームカールどちらにもみられているのが興味深い。通常、最大挙上重量の65%以上の重さで8~10週間のトレーニングを継続しないと筋肥大は生じないといわれているが、本実験では、筋肥大が起こるとされるぎりぎりの負荷である70%に設定したにもかかわらず、6週間で筋肥大が認められたことには大きな意義があるといえることができる。常酸素群に筋肥大が生じなかったのはセオリーどおりの結果といえ、トレーニング強度や期間が足りなかったと考えられる。つまり高地環境(低酸素環境)を用いれば、比較的重くない負荷で、短い期間でも筋肥大を生じさせることが可能であるといえることができる。

5. 高地トレーニングの効果における個人差

高地トレーニングに対する応答性には個人差が大きいことが指摘されている。高地トレーニングによる平地での5,000m走のタイムの改善には高地滞在中のエリスロポエチンの応答性がひとつの鍵となることが報告されている(4)。また、十分な鉄分が体内に備蓄されていないと、高地での造血反応が起こらない可能性も指摘されており(16)、フェリチンは女性では20ng/ml以上、男性では30ng/ml以上が望ましいとされている。生体への低酸素刺激については、動脈血酸素飽和度(以下、酸素飽和度)で診ることができる。酸素飽和度は、通常は平地では99~100%で、平地でどんなに高強度の運動をしても、95%程度までくらいしか低下しないが、低酸素環境下では、90~70%くらい、あるいは

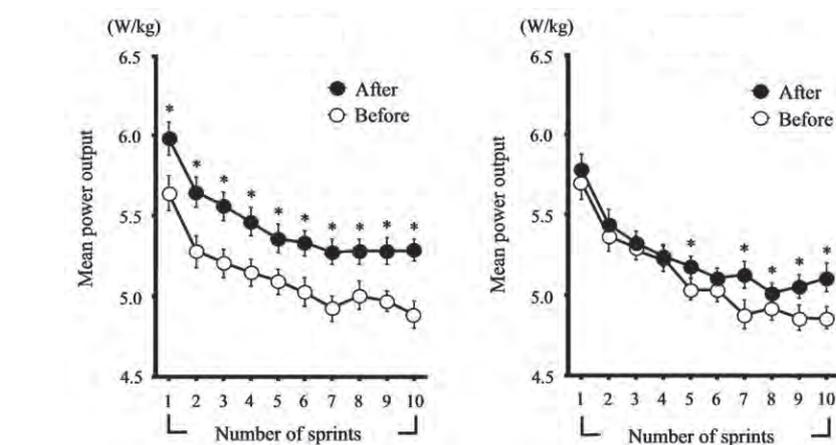


図6 スプリントトレーニング前後の7秒全力駆動における1本ごとの平均パワーの推移(左:低酸素群、右:常酸素群)

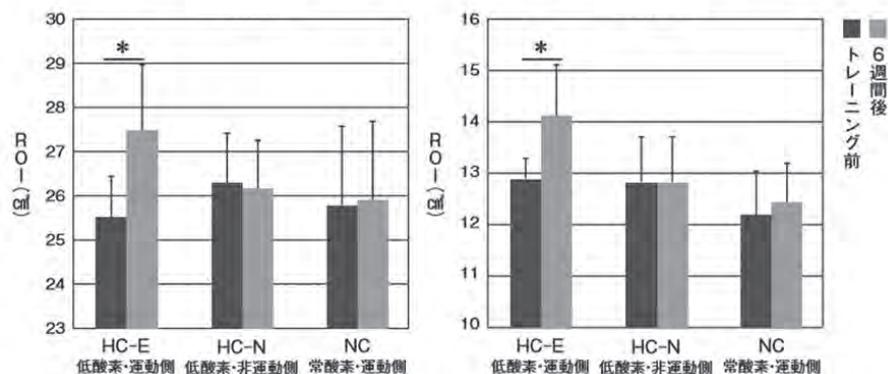


図7 伸展筋(フレンチプレス)と屈曲筋(アームカール)の筋肥大効果

(* $p < 0.05$)

それ以下にまで下げることが可能である。2010年サッカーワールドカップ日本代表チームでは、南アフリカでの高地対策の一環で、JISSにおいて代表候補選手全員を対象に、低酸素環境(標高2,000m)での運動能力のチェックを実施した(20)。具体的には、分速150m、250mでの各3分間走中の酸素飽和度などを測定したが、このときの選手間での個人差が大きく、酸素飽和度が80%を下回る選手もいれば90%以上の選手もみられ、低酸素刺激の加わり方にも大きな個人差があることが認められた。これらが結果的にトレーニング効果に影響を及ぼしている可能性は十分に考えられる。そこ

で、高地トレーニングによる効果の個人差を検討するために、筆者らは酸素飽和度を基準にしたトレーニング実験を行なった(未発表)。16名の対象者を8名ずつの2群に分け、全ての対象者におけるトレーニング時の酸素飽和度が等しく約88%程度になるように運動強度を設定し、酸素濃度13.6%環境下(標高3,500m相当)でトレーニングするグループと酸素濃度15.4%環境下(標高2,500m相当)とでトレーニングするグループにおける30分間の自転車駆動トレーニングを、週2回の頻度で4週間実施した際のトレーニング効果を検討した。決定的に異なるのは、トレーニング時の負荷であり、3,500m

相当での自転車駆動時に酸素飽和度88%にするためには運動強度をかなり低い強度(49.5±31.3W)に設定し、もう一方の群では115.1±25.9Wに設定したことである。実験の結果、トレーニング効果はほとんど変わらず、むしろ13.6%環境下(標高3,500m相当)群のほうが良い結果を示した(図8)。

オールアウトまでの運動時間の平均値について、トレーニング前、トレーニング後の順に15.4%群では620.4±58.9秒、657.3±58.3秒であり、13.6%群では640.8±62.6秒、681.8±64.1秒であった。両群ともに運動時間に有意な増加(15.4%群： $p<0.01$ 、13.6%群： $p<0.01$)が認められた。 $\dot{V}O_2\max$ では、13.6%群の $\dot{V}O_2\max$ のみ有意な増加($p<0.01$)が認められ、15.4%群では有意な変化は認められなかった。

以上の結果から、両群の運動負荷の平均値には65.6Wの差があるにもかかわらず、同等のトレーニング効果が得られることが明らかとなった。また、同一水準の酸素飽和度をトレーニング時の設定運動強度とし、異なる標高でトレーニングを行なった場合、両群ともに運動能力の向上が認められた。このことから、標高や酸素濃度など環境的な条件(負荷)は異なっても、生理学的に低酸素刺激が等しく選手全員に負荷として身体にかかっているならば、物理的な運動強度によらず、ほぼ同程度のトレーニング効果が得られることが明らかになった。そのため、高地トレーニングを行なう際には、酸素飽和度に着目することが重要であると考えられる。

さらに、高地(低酸素)トレーニングを行なう際には標高の高くない(酸素濃度の高い)環境で実際のスピードに近い運動強度を高めたトレーニングを実施することも大切であるが、同時に、

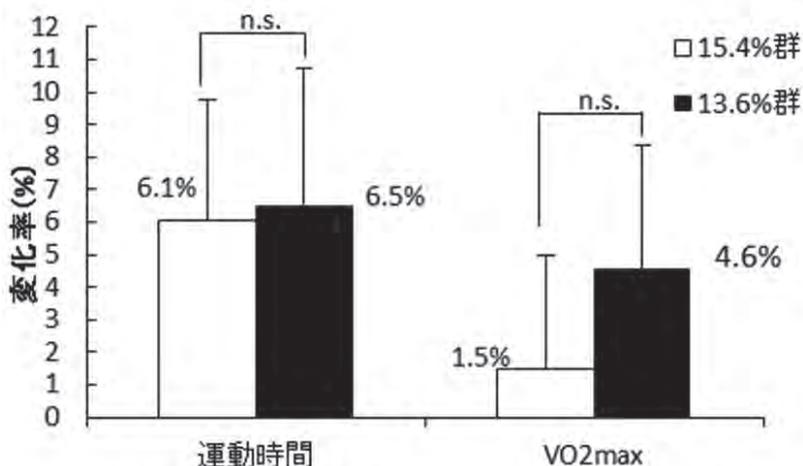


図8 両群における運動時間および $\dot{V}O_2\max$ の変化
 運動時間：両群ともに有意な向上($p<0.01$)
 $\dot{V}O_2\max$ ：13.6%群のみ有意($p<0.01$)な向上

軽負荷であっても標高のより高い(低い酸素濃度の)環境でトレーニングを行なうことも酸素飽和度の低下が伴えば十分に意味があるといえる。ただし、超高所環境において軽負荷でトレーニングをした場合には、軽い負荷での身体の動きと筋力などは実際の試合の動きやスピードとは異なるため、注意が必要である。期分けの中でうまく組み入れることが大切になるといえよう。

現在、トレーニングは酸素飽和度80~90%くらいで行なうとよいといわれているが、どのくらいの数値が適切なものは、まだまだこれからの研究課題であると思われる。このように、酸素飽和度を指標としたトレーニング法を新たにプログラム化していくことは、今後、競技力向上を考える上で有用であるといえよう。

7. おわりに

7年前に高地対策を任されたサッカーワールドカップ南アフリカ大会における日本代表チームでの取り組みは、①選手の血液状態の確認と正常化、②日々のコンディションの確認と対

応、③良質な食事(含・飲料水)の提供、④リカバリー対策、⑤高地順化の促進と持続、に集約される。このときは、高地環境にあるスタジアムで平地と同じようにサッカーのパフォーマンスが発揮できるようにする、いわば高地順化を図るため奔走し、ベスト16という成績を収めることができた(20)。それ以来、高地トレーニングに対する効果が再認識されるようになったと感じることが多く、関連学会のシンポジウムでは毎年といってよいほど、高地(低酸素)トレーニングに関するセッションが組まれるようになってきた。高地トレーニングは、上手くやればスポーツ選手にとって万能的効果をもたらすといえるが、逆のパターンもあり、両刃の剣といわれることも多い。そこで、高地トレーニングを上手く活用し成果を上げるために筆者が日々、感じているいくつかのポイントを本稿でまとめた次第である。競技力向上とともに健康増進にも大いに効果がある(9,10)といわれている高地トレーニングが益々普及することを願うばかりである。それと同時に2020東京オリンピック対

策の一環と思われる暑熱と低酸素の組み合わせ効果についての研究(13)も見受けられており、2020年に向けても高地トレーニング研究の促進が大いに期待される。◆

参考文献

- Asano.K : Effects of simulated altitude training on aerobic work capacity and muscle energetics by ³¹P NMR in Japanese Olympic nordic combined skiers. *Exerc. Med Sci Sports Exerc* 25(Suppl), S127, 1993.
- 浅野勝巳、小林寛道 : 高所トレーニングの科学. 杏林書院, 2004.
- Bonetti DL, Hopkins WG. :Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports Med.* 39(2):107-127.2009.
- Chapman RF et al. : Individual variation in response to altitude training. *J Appl Physiol.* 85(4):1448-1456.1998
- Faiss R et al.:Significant molecular and systemic adaptations after repeated sprint training in hypoxia. *PLoS One.* 2013;8(2):e56522. doi: 10.1371/journal.pone.0056522. Epub 2013.
- Garvican LAら : The contribution of haemoglobin mass to increases in cycling performance induced by simulated LHLL. *Eur J Appl Physiol.* 111(6):1089-101.2011.
- Gore CJ et al. : Altitude training and haemoglobin mass from the optimised carbon monoxide rebreathing method determined by a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 47 Suppl 1:i31-39. 2013.
- Kasai.N : Effect of training in hypoxia on repeated sprint performance in female athletes. *Springerplus.*:4:310. doi: 10.1186/s40064-015-1041-4.2015.
- 片山敬章、後藤一成 : 低酸素トレーニングと生活習慣病-エネルギー代謝・内分泌系への影響. *体育の科学*63(3):237-241, 2013a.
- 片山敬章、萩田 太 : 低酸素トレーニングと生活習慣病-循環系への影響. *体育の科学*63(2):151-155, 2013b.
- Levine, B.D.,and J. Stray-Gundersen.: "Living high-training low" :Effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J Appl Physiol* 83:102-112, 1997.
- Levine BD, Stray-Gundersen J. Dose-response of altitude training: how much altitude is enough? *Adv Exp Med Biol* 588: 233-247, 2006.
- McCleave EL et al.:Temperate Performance Benefits after Heat, but Not Combined Heat and Hypoxic Training. *Med Sci Sports Exerc.* 49(3):509-517. 2017.
- Nishimura A, Sugita M et al. : Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *Int J Sports Physiol Perform.*5(4):497-508,2010.
- Puype J : Sprint interval training in hypoxia stimulates glycolytic enzyme activity. *Med Sci Sports Exerc.* 45(11):2166-2174.2013.
- Randal Wilber (監訳 : 川原貴・鈴木康弘) : 高地トレーニングと競技パフォーマンス、講談社, 2008.
- Saunders PU et al. : Relationship between changes in haemoglobin mass and maximal oxygen uptake after hypoxic exposure. *Br J Sport Med.*47:i26-30, 2013. .
- 杉田正明 : 立山方式・短期の高所トレーニングの効果について～陸上競技・中長距離選手を対象として～. 第3回高所トレーニング国際シンポジウム'99立山-総集編- 23-31, 1999.
- 杉田正明ら : 短距離選手を対象としたLiving Low Training High(LLTH)法における短時間・高強度トレーニングの効果. *陸上競技研究*100(1) : 15-25.2015.
- 杉田正明、早川直樹 : サッカーにおける高地順化とコンディショニング～2010 F I F Aワールドカップアフリカ大会における取り組み～トレーニング科学 : 22(4) 287-291, 2010.
- Wilber RL : Live High + Train Low: Thinking in Terms of an Optimal Hypoxic Dose. *Int J Sports Physiol Perform.* 2(3):223-238. 2007.
- Zoll J et al. : Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. III. Muscular adjustments of selected gene transcripts. *J Appl Physiol* 100(4):1258-1266.2006.

以下の要項で『第20回高所トレーニング国際シンポジウム2017 in Tomi, Nagano～湯の丸から高地トレーニングでセンターボールに日の丸を!～』が開催されます。高所トレーニング分野でご活躍の指導者・研究者が一堂に会する機会ですので、ぜひともご参加ください。

日時 : 平成29年11月18日(土)～19日(日)
場所 : 長野県東御市 : 湯の丸高原ホテル、東御市文化会館

主催 : 高所トレーニング環境システム研究会
共催 : 公益財団法人身体教育医学研究所

参加のお申し込み、お問い合わせは以下のWEBサイトまで。⇒ <https://goo.gl/forms/wohNUPKAfhGq4J3C2>

『NSCA レジスタンストレーニングのためのエクササイズテクニックマニュアル』(第3版)

70 種目
エクササイズ
映像 DVD 付属

全米ストレングス&コンディショニング協会
National Strength and Conditioning Association
監修 岡田純一
発行 : NSCA ジャパン
価格 : 4,000円(税別・送料別)

本書は2016年、NSCA本部により内容を大幅に改訂して発行されました。70種目のエクササイズを、適切なテクニックやよくみられるエラーなどを詳細に解説した書籍(DVD付)です。

CSCSやNSCA-CPTを受験される方はもとより、すでに資格を保持されている方にとっても実践的な知識が得られる資料です。

【主な内容】

- ・54種目のフリーウェイトエクササイズ(ケトルベル含む)
- ・16種目のマシンエクササイズ

NSCAジャパンウェブサイト→「販売」へ

