



準高地における短期間競泳 トレーニングの評価 —ラクテートカーブテストを用いて—

加藤健志 (体育学部非常勤講師) 横山 貴 (体育学部非常勤講師) 今村貴幸 (体育学部非常勤講師)
春日井亮太 (体育学部非常勤助手) 塚田将吾 (大学院体育学研究科)
酒井健介 (城西国際大学薬学部) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

Effects of Short-term Moderate-altitude Training on Swimming Performance - Using the Lactate Curve Test -

Tsuyoshi KATO, Takashi Yokoyama, Takayuki IMAMURA, Ryota KASUGAI
Shogo TSUKADA, Kensuke SAKAI and Tamotsu TERA0



Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of 1-week moderate-altitude training on swimming performance in elite collegiate swimmers. The swimming performance was assessed by curve test, which is an important indicator of endurance exercise capacity. The curve test was conducted before(Pre) , during(Alt) and after(Post) the 1-week moderate-altitude training. As a result of these tests, there is no significant difference between swimming velocity at 2mM blood lactate concentration in Pre and Alt(V@2) . On the other hand, V@OBLA in Post was significantly higher than that in Alt. Moreover, at the same swimming speed of each test, borg scale and heart rate in Post were significantly decreased compared with those in Pre. These results suggested that short term training at moderate-altitude was improve the endurance swimming capacity in elite collegiate swimmers.
(Tokai J. Sports Med. Sci. No.21, 21-30, 2009)

I. 緒 言

いわゆる有酸素運動の代表的なスポーツ種目において、近年定着化されてきているトレーニング方法の一つに高地トレーニングがある。

特にマラソンやスケート種目におけるオリンピックのメダリストや日本代表チームなど、非常に高い競技能力を持つ選手たちの間で盛んに行われ

ている。

競泳においても¹⁾ 1982年から日本代表チームが積極的に高地トレーニングを取り入れるようになり、2008年北京オリンピックでは、日本人初となるオリンピック2大会連続、2種目金メダル獲得を達成した北島康介選手が積極的に高地トレーニングに取り組んでいる事は周知の事実である。

高地トレーニングに期待される効果は、血液の酸素運搬能の向上、有気的作業能の向上と乳酸生

成の抑制、血液量の増大、筋の酸化的代謝能と緩衝能の亢進等による、平地に比べて高いレベルでの最大下運動の効率化や最大運動能の向上をもたらすことにある²⁾。

高地トレーニングが行われている標高は、1000mに満たない比較的低めから4000m近くの非常に高いところまで幅広い³⁾。日本水泳界で行われている過去の高地トレーニング実施場所を見ると、中国（昆明：1886m）やアメリカ（フラッグスタッフ：2102m、コロラドスプリングス：1600m）、スペイン（グラナダ：2380m）などがある。

高地トレーニングに適した標高を検討した研究^{1, 3, 4)}もいくつかみられるが、生理的高地馴化のみを考えるのであれば標高が高いほどいいように思える。しかし、実際に選手たちが水泳のトレーニングを行う際にいかにいい泳ぎを繰り返す事が出来るかという点に関してはむしろ高すぎる標高条件では低圧低酸素の与える影響が大きく反映される。したがって、レースに求められるスピードでのトレーニングが不十分となり、技術レベルの低下を余儀なくしてしまうという危険性がある。

また、これまで行われてた高地トレーニングのほとんどが海外で実施されており、予算的な問題や、食事・生活環境を含め手軽に行える可能性は低い。重ねて、日本国内には標高1500m以上の水泳環境は見当たらず、国内における最も高い標高レベルでの水泳環境として長野県（草津温泉：約1300m、菅平高原：約1300m）新潟県（妙高高原：約1300m）などがある。つまり、国内での水泳環境としては標高1300mが最高レベルという事になる。したがって、国内でも実行可能な、いわゆる準高地トレーニング（標高1000-1500m）の効果を明らかにすることで、国内高地トレーニング環境の可能性を広げていく事は極めて重要な課題である。

最近いくつかの研究^{5, 6, 7)}で国内準高地での競泳トレーニングによる効果も期待できる事が明らかにされてきているが、わずかに数例にすぎない。

また、高地トレーニングを実施するに当たって、最適な期間は3週間から5週間が良いとされている^{8, 9, 10, 11)}。ただし、現実的には3週間以上ものスケジュールを空けられない、高額な予算を必要とするなどの問題点や、長期高地滞在によってオーバートレーニングや体調不良を引き起こす可能性があることから、短期間（1週間：7日間前後）での高地トレーニングの可能性や利点を見出す必要性が考えられる。

本研究では以上の事を踏まえ、国内において実現可能な標高1280mにおける競泳準高地トレーニングを7日間という比較的短期間実施した際の効果を明らかにし、今後の高地トレーニングの発展に貢献することを目的とした。

Ⅱ. 研究方法

1. 被験者

被験者はT大学水泳部に所属し、日本選手権優勝、アテネオリンピック出場、世界選手権入賞者を含む極めて競技レベルの高い男子6名、女子4名の計10名を対象とした。いずれも競技歴12年以上の経験を有しており、普段1週間当たり9回の水中トレーニングと、筋力トレーニングを含む陸上トレーニングを3回、計12回の専門的競泳トレーニングを実施している。表1に被験者の専門種目、身体的特徴および最大酸素摂取量を示した。

本研究の実施に当たっては被験者に対して、研究の目的、方法、危険性等について十分な説明を口頭で行い、同意を得てから実施した。なお、測定上の危険回避環境作りには終始徹底した。

2. 高地トレーニング適性検査

高地トレーニング適正として、低圧・低酸素状態に如何に対応できるかを、東海大学スポーツ医学研究所内にある低圧・低酸素トレーニング室にて、全ての被験者に対して高地トレーニング開始2週間前までに、海拔0mから標高2500m相

表1 被験者の身体的特徴
Table 1 Subject characteristics

Subject	Gender	Style (S1)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	Fat (%)	VO2max (ml/kg/min)
G.I	Male	Br	25	172.0	67.5	22.8	12.4	43.9
K.M	Male	Fr	21	180.3	80.3	24.7	14.5	54.9
G.T	Male	Ba	20	181.2	72.0	21.9	12.2	52.4
S.U	Male	Fr	21	173.6	66.4	22.0	11.0	55.2
T.O	Male	Br	18	175.0	71.4	23.3	8.3	59.3
S.U	Male	Fr	19	183.0	74.5	22.2	11.5	55.4
N.T	Female	Br	19	156.6	52.4	21.4	21.5	56.7
Y.S	Female	Ba	23	172.1	68.6	23.2	23.2	42.9
M.K	Female	IM	19	166.0	63.6	23.1	24.4	49.1
S.T	Female	Ba	19	169.6	60.6	21.1	18.2	49.8
Mea			20.4	172.9	67.7	22.6	15.7	52.0
± SD			2.2	7.9	7.8	1.1	5.7	5.5

当の気圧になるまで1時間かけて徐々に気圧を低下させ、その時の心拍数（HR：b/min）、動脈血酸素飽和度（SpO2：%）および不整脈の出現の有無、意識の明暗、および顔色等を調査した。また、低圧室内に置いて1週間に1-2回約1ヵ月間の運動を行わせた。運動時間は約1時間に設定し、トレッドミル走、スイムベンチ、ボクササイズの3種の運動を組み合わせる漸増負荷法を用いて高地トレーニングに慣れさせた。低圧室内における馴化期間のうち、どれか1項目でも異常が確認された場合には、高地トレーニング環境において危険が生じると判断し、対策をとった。なお、検査後全ての被験者において異常反応は確認されなかった。

3. トレーニング内容

1) 場所

本研究は、長野県菅平高原標高1280mにあるホテル内の短水路（25m）室内温水プールを利用して行った。

2) 期間

準高地滞在期間は2006年12月30日から2007年1月5日までの7日間であった。滞在期間中は、陸上トレーニングおよび水中トレーニングを組み合わせる実施した。

3) 陸上トレーニング

水中練習前に、柔軟性の向上、また筋温の上昇や神経の促通作用、あるいは関節可動域を高める事などによる障害予防を目的に、毎回約30分間のストレッチを行った。さらにボディコアトレーニングを中心に、水泳選手の機能改善プログラムを適応したバランスボール、チューブトレーニング（インナーマッスル）、スタビライゼーション等のトレーニングプログラムも約1時間行った。

4) 水中トレーニング

7日間の準高地トレーニング期間中、計10回の水中練習を行った。1回平均約2時間3685m 1日平均5264mで総泳距離は36850mであった。テクニックの向上を目的とする強度が低いものから、イベントレースを含む非常に高いものまで様々な強度を織り交ぜた短期強化合宿的な組み合わせで

表2 準高地トレーニング期間におけるトレーニング量（各カテゴリー別における泳距離 (m) と割合 (%)）

Table 2 Training volume of each category in swimming distance(m) and percentage(%) during moderate altitude training.

day	30		31		1		2		3		4		5		Total	avg		%
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM				
Category		TECH	W-up	Race	OFF	LCT	EN1-2	OFF	EN2	AN3	AN2	TECH	AN2				Category	
A		2000	3700	2000		1950	3200		950	2240	2600	2000	2550		23190	2319	A	62.9%
EN1		300	100	500		600	200		1100	400	0	300	200		3700	370	EN1	10.0%
EN2		300	300	200		800	550		400	180	1150	300	200		4380	438	EN2	11.9%
EN3		0	0	0		200	0		1000	0	300	0	0		1500	150	EN3	4.1%
AN1		0	150	0		0	450		200	100	300	0	0		1200	120	AN1	3.3%
AN2		0	0	300		200	0		0	0	0	0	400		900	90	AN2	2.4%
AN3		100	200	100		200	500		100	480	0	100	200		1980	198	AN3	5.4%
Total	0	2700	4450	3100	0	3950	4900	0	3750	3400	4350	2700	3550	0	36850	3685		
day Total	2700		7550		3950		4900		7150		7050		3550		36850	5264		

表3 運動強度別 カテゴリー

Table 3 Category of each training in intensity.

カテゴリー	Level	生理的強度	Heart Rate(beet/min)	Blood Lactate(mmol/l)
Aerobic	A	ウォーミングアップやクーリングダウン相当の低強度トレーニング	0-120	0-2
Endurance	EN1	基礎的持久力トレーニング LT1レベルのトレーニング強度	120-140	1-3
	EN2	OBLA (有酸素性作業閾値) レベルの中強度トレーニング	140-180	3-6
	EN3	VO ₂ max (最大酸素摂取量) 向上のやや高強度のトレーニング	160-	6-10
Anerobic	AN1	血中乳酸値が高くなる高強度の耐力トレーニング	MAX	6-15
	AN2	最大強度での最大乳酸生成トレーニング (約20秒から数分間)	MAX	10-
	AN3	最大努力でのスピード&パワートレーニング (20秒以内の)	関係なし	関係なし

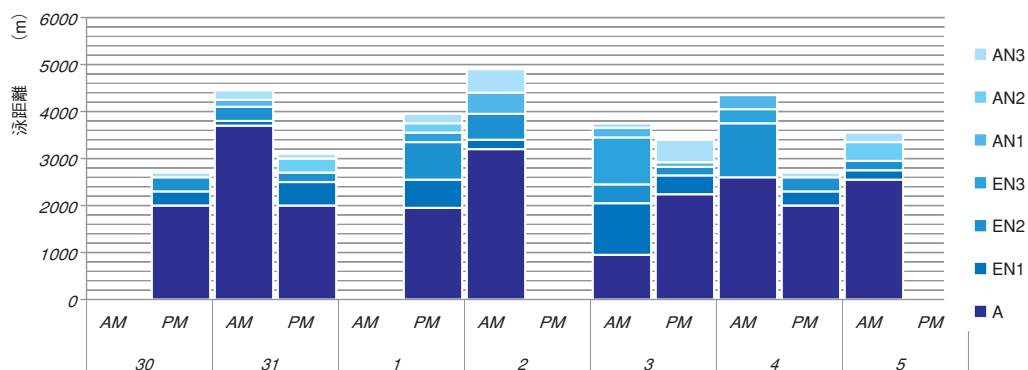


図1 準高地トレーニング期間におけるトレーニング量（各カテゴリー別における泳距離 (m) と割合 (%)）

Fig. 1 Training volume of each category in swimming distance(m) and percentage(%) during moderate altitude training.

行った。なお各強度別にトレーニング量を表2および図1に示した。

5) 水中トレーニング強度の分類 (カテゴリー)

有酸素的トレーニング強度をAおよびENとし無酸素的トレーニング強度をANとし、それぞれ運動中の心拍数や血中乳酸濃度によってレベルを設定した。表3にその詳細を示した。

6) 測定内容

準高地トレーニング9日前 (以下Preとする。：2006年12月21日) に平地 (東海大学室内プール) において形態測定およびラクテートカーブテストを実施した。準高地トレーニング中は、滞在3日目 (以下ALTとする。：2007年1月1日) にラクテートカーブテストを行い、さらに平地に下りて8日後 (以下Postとする。：2007年1月13日) に再び平地 (東海大学室内プール) にてラクテートカーブテストを行った。計3回のカーブテストを行い、短期間準高地トレーニング効果の評価を行った。

(1) ラクテートカーブテスト

ラクテートカーブテストの手順を図2に示した。トレーニング効果を評価する方法として、水泳界では有酸素性作業能力から最大無酸素性作業能力まで幅広く評価する方法としてラクテートカーブテスト^{5, 9, 12)}がある。

本テストは8分毎に200mを5本、各自の専門種目で泳がせた。泳速度は200mの全力泳に対し

て、1本目が73-75% 2本目は78-80%、3本目は83-85%、4本目は88-90%、最後5本目は全力泳という間欠的漸増方式とした。

各泳速に対する設定タイムを算出し泳ぐ前に各選手に伝え、出来る限り正確に泳ぐよう指示した。2回目および3回目のカーブテストは1-4本目までは初回 (2006年12月21日) に行ったカーブテスト時のタイムと出来る限り同じタイムで泳ぐよう指示し、5本目に関してはその時の全力を出し切るよう指示した。

HR (心拍数) は泳ぎ終わった直後に選手自身が触診法により10秒間測定し1分間あたりに換算した値を使用した。HRの測定に関して正確さを期するために普段のトレーニング中に常に各選手は自分自身で頸動脈による触診法を習熟させた。

(2) RPE (自覚的運動強度)

RPE (自覚的運動強度) は各セットHRの測定後直ちにBorgの20スケール¹³⁾を利用して被験者に口頭で回答させた。

(3) RPE (自覚的運動強度)

血中乳酸濃度は1本目と2本目は運動終了60秒後、3本目と4本目は運動終了90秒後、5本目は運動終了180秒後に、指先より20 μ l採血し携帯型自動分析機 (LactatePro, Arkly社製) を用いて分析した。

(4) V@OBLA

カーブテストの結果から泳スピードと血中乳酸濃度の関係 (V-La 曲線) を明らかにするために、泳スピード (V) を独立変数、血中乳酸値 (La) を従属変数とする二次回帰分析により算出した。

持久的運動能力の指標として、有酸素性作業域値を示す血中乳酸値が4 mmol/lに相当する泳スピードをV@OBLAと定義した。

また、血中乳酸濃度2 mmol/l、4 mmol/l、6 mmol/l、8 mmol/l、10 mmol/lに相当する泳速度をV@2、V@OBLA、V@6、V@8、V@10として算出した。

(5) 統計処理

測定値は平均 $\pm$ 標準誤差で示した。各測定項目における準高地トレーニング前 (Pre)、準高地ト

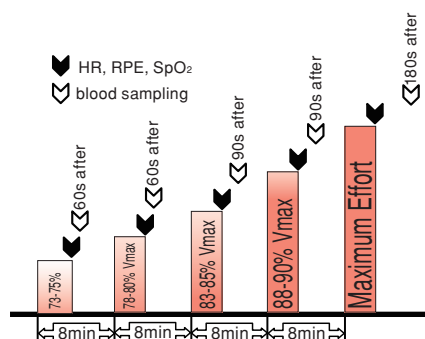


図2 乳酸カーブテストの手順
Fig. 2 Protocols for Lactate Curve Test

レーニング期間 (Alt), および準高地トレーニング後 (Post) の経時的変化の検定については反復一元配置分散分析を行い、多重比較は Bonferroni を用いた。検定は分散分析により有意差が認められた項目についてのみ施した。本研究における有意水準は 5% 未満とした。

Ⅲ. 結 果

1. 3 回のカーブテストにおける泳速度 (V) と血中乳酸値 (La) (V-La 曲線) の関係を図 3 に示した。単純にカーブテストの結果を見ると Pre に比べて ALT でカーブが左にシフトし、ALT と Post を比較するとカーブは右側にシフトし、Pre よりさらに右に移動している。

2. 各カーブテスト 5 本目の最大努力泳時のデータを観察してみると

①パフォーマンス (泳タイム) を比較すると、Pre: 2 分 17 秒 57 $\pm$ 9.13 秒に対して Alt: 2 分 15 秒 14 $\pm$ 11.46 秒、Post が 2 分 11 秒 45 $\pm$ 13.01 秒と Pre よりも Alt、Alt よりも Post で速い値を示した。

②血中乳酸値でみると、Pre は 9.32 ± 2.30 mmol/l、Alt = 11.45 ± 2.34 mmol/l、Post = 11.75 ± 3.17 mmol/l と、ここでも Pre よりも Alt、Alt より Post で高い値を示した。

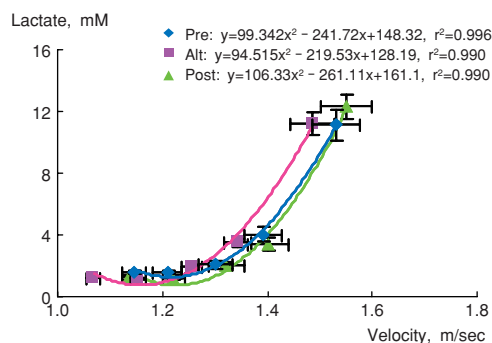


図 3 速度に対する乳酸の関係

Fig. 3 Relationship between swimming velocity vs. lactate concentration

③HRに関しては、Pre が 185.3 ± 8.69 bpm、Alt は 186.00 ± 9.22 bpm、Post は 186.50 ± 8.66 bpm で同様に Post において最高値を記録した。

④RPE をみると、Pre は 18.4 ± 0.68 、Alt が 18.8 ± 1.53 、Post は 18.9 ± 1.31 であり、前述した各項目と全て同じで Pre よりも Alt、Alt よりも Post で高い値を示した。

3. La と V の関係 (V@2, V@OBLA, V@6, V@8, V@10) 図 4 に示した。

V@2についてはPreからAltにおいては有意な低下は見られなかったものの、AltからPostでは有意に高い値を示した。PreからPostでは有意ではないもののVで0.03m/sec、200mのタイムで3.6秒も向上した。

V@OBLAに関しては、Preに比べAltで有意に低い値を示し、Altに対してPostは有意に高い値を示した。トレーニングの中でも持久力の最も重要な指標となるV@OBLAは、Preの200mのタイムが2分24秒3からAltに滞在中は2分28秒6まで低下を示し、Postになると2分22秒8まで約5.8秒も向上した。

V@6, 8, 10では、どれも同じ傾向でPreに対してAltは有意に低下を示し、Altに対してPostでは有意に能力を向上させている

V@2-10まで5段階中、どのポイントにおいても有意ではないもののPreに比べてAltで低

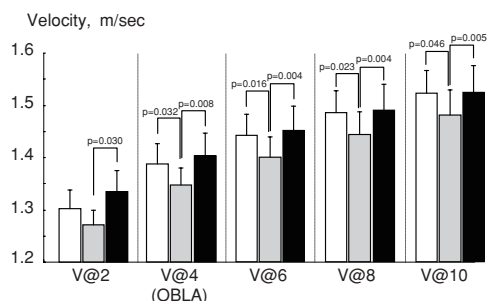


図 4 カーブテストより得られた V@2,V@OBLA,V@6,V@8及び V@10における Pre: ALT: Post の関係

Fig. 4 Relationship between Pre: ALT: Post in V@2, V@OBLA, V@6, V@8 and V@10

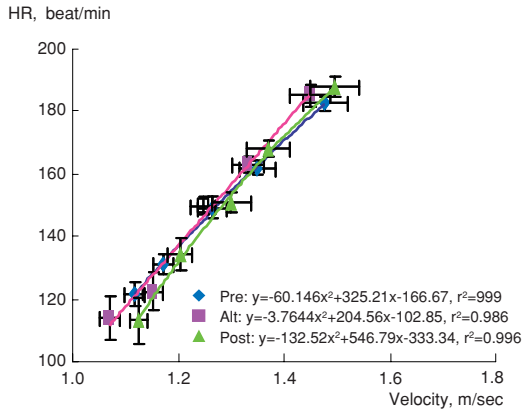


図5 泳速度に対する HR の関係

Fig. 5 Relationship between swimming velocity vs. HR

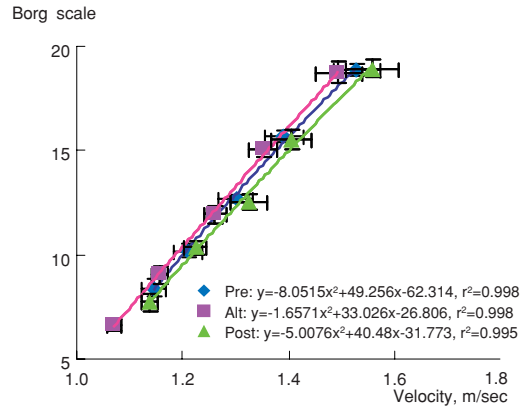


図6 泳速度に対する RPE の関係

Fig. 6 Relationship between swimming velocity vs. RPE

下を示し、Alt に対して Post は高い値を示した。また Pre に比べて Post で高い値を示した。

4. V と HR の関係を図5に示した。

Pre に対して Alt、Alt に対して Post の方がグラフが右にスライドしている。このことから、同一泳速度に対する HR は低値を示している。特に強度の低い有酸素ゾーンで顕著にその傾向が表れている。

5. V と RPE の関係を図6に示した。

RPE に関しては、Pre に比して Alt ではグラフが左にスライドし、同じ泳速でも少し高くなる傾向を示した。Alt に対して Post ではグラフが右にスライドし、速い泳速度でも RPE が低下している事が分かる。

は15週間の漸進的に持久的トレーニングを積みませ準高地トレーニングに十分耐えうる持久力を身に付けさせた。

Pre (高地に上がる前9日前) と Alt (準高地滞在3日目) および Post (平地に下りて8日後) の計3回のカーブテストにおける泳速度と血中乳酸値 (V-La 曲線) の関係をみた。

単純にカーブテストの結果を見ると Pre に比べて Alt でカーブが左にシフトしている。このことは準高地環境下 (標高1280m) でも、身体が低圧低酸素の影響を受け、有酸素性エネルギー供給が不十分となって速度の低いレベルから解糖系 (無酸素性) のエネルギー供給が必要となり、その結果、乳酸の産生と蓄積が生じたためと考えられる。この事は、Terrados¹⁴⁾ が鍛錬者では標高1500mを下回る準高地であっても呼吸循環器系への刺激は平地と異なるトレーニング効果が期待できるとしている部分と同一の見解がみられる。

また、Alt と Post を比較するとカーブは Pre よりもさらに右側に大きくシフトしている。これは同じ速度で泳いだとしても血中乳酸が溜まり難くなっている事を示し、有酸素性作業能力の向上を意味している。Grassi¹⁵⁾ らおよび後藤ら¹⁶⁾ が報告している、同一負荷における血中乳酸濃度は高地滞在后平地に戻ると滞在前よりも低くなるとしている内容と一致する。

Ogita¹⁷⁾ らは、低圧低酸素環境における高強度

IV. 考 察

本研究では競技経験が長く、極めて競技力の高い大学生水泳選手 (男子6名女子4名: 計10名) を対象として、7日間という比較的短期間の準高地 (標高1280m) トレーニングを実施し、そのトレーニング効果についてラクトートカーブテストを用いて検討した。

準高地トレーニングに入る前段階で選手たちに

のインターバルが無酸素能力の指標となる最大酸素借を有意に改善させるとしており、持久力種目のみならずスプリント要素の多い無酸素的運動種目においても低酸素トレーニングが有効である可能性を示唆している。このことから標高の比較的低い今回の準高地でのトレーニングは低圧低酸素環境下でありながら、カーブテストのグラフが有意に低下しないことがわかる。したがって、平地と変わらない高強度でのトレーニングを遂行出来るため、有酸素と無酸素の双方の体力を向上させられる可能性が明らかになった。

本来高地トレーニングに求められていた効果は高地馴化による血液性状の変化に伴った酸素運搬系の改善であった。しかし、研究が進み高地トレーニングによって筋の緩衝能力の向上やエネルギー供給能力の改善、換気能力の増大などいくつものトレーニング効果があるとすれば、高地トレーニングの利用価値がさらに高まる事が期待される。

V. 総 括

今回、全国大会優勝者を含む全日本学生選手権出場という極めて競技力の高い大学生男女競泳選手10名に対して標高1280mの準高地で7日間のトレーニングを行い、トレーニング効果について検討するため、ラクトートカーブテストを用いて評価を行った。

その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) Pre と Alt で V@2に関して、有意な差が見られなかった。これは準高地という事で低酸素状態ではあるものの身体負担度がそれほど大きなものではなく、平地と比べてトレーニング強度を下げることなく実現できたことによるものだと考えられる。
- 2) Alt と POST で V@OBLA を比較すると、Post において有意に高い値を示した。このことは準高地における短期間の競泳トレーニングが持久的泳能力において、高いトレーニング効果を与

える可能性を示唆している。

- 3) V@2から V@10まで全ての生理的運動強度においても運動能力が改善された。つまり、低い強度の有酸素運動から、最大努力運動（高い強度）での無酸素運動まで、準高地における短期間のトレーニングはそのどちらにおいても貢献することが示唆された。

参考文献

- 1) 武藤芳照、宮下充正、渡部厚一：水連での取り組み、臨床スポーツ医学 8 (6)、610-615、1991
- 2) 浅野勝己：高地トレーニングの基礎—その生理学的効果について—、臨床スポーツ医学、8 (6)、585-597、1991
- 3) 小林寛道：高地トレーニングと低酸素トレーニングの発展、体育の科学、51 (4)、260-265、2001
- 4) 青木純一郎、小倉裕司：低酸素トレーニングの歴史、臨床スポーツ医学、21 (1)、1-11、2004
- 5) 森谷暢、加藤健志、高橋雄介、藤原寛康、今村貴幸：競泳選手における準高所トレーニングの可能性、中央大学保健体育研究所紀要、23：2005。
- 6) 今村貴幸、森谷暢、加藤健志：短期間準高所トレーニングが呼吸循環応答に及ぼす影響、中央大学保健体育研究所紀要、24：2006。
- 7) Benjamin D. Levine and James Stray-Gundersen: "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. J. Appl. Physiol. 83: 102-112, 1997.
- 8) J.A.L.Calbet, G.Radegran, R.Boushel, H, Sondergaard, B.Saltin and P.D.Wagner: Effect of blood haemoglobin concentration on Vo_2 , max and cardiovascular function in lowlanders acclimatised to 5260m. J. Physiol. (2002), 545.2, pp.715-728.2002.
- 9) 宮下充正、有吉譲、若吉浩二：競泳選手の高所トレーニング医・科学サポート—高地トレーニングにおける血液性状の変化—、平成7年度 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 - 第5報 - 4-25、1995
- 10) 若吉浩二、奥野景介、有吉譲、立正伸、藤森善尚：水泳競技シドニーオリンピックに向けて、平成12年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 - 第10報 - 8-23、2000
- 11) 山地啓司：高地・低酸素環境トレーニングに関する

- るレビュー；一高地トレーニングの是非論について一、体育の科学、51（4）、266 - 271、2001
- 12) 椿本昇三、小島勝徳、下山好充、仙石康雄、野村武男、競泳コーチングにおける持久期トレーニングの評価—乳酸カーブテストを用いて—
- 13) Borg, G.A. Phycophysical bases of perceived exertion. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 14: 377-388, 1982
- 14) Terrados, N., Mizuno, M. and Anderson, H. Reduction in maximal oxygen uptake at low altitudes ; role of training status and lung function. *Clin.Physiol.* 5 : S75-79.1985
- 15) Grassi, B., M.Maruzorati, B.Kaysar, M.Bordini, A.Colombini, M.Conti, C.Maruconi, and P.Cerretelli. Peak blood lactate and blood lactate vs. workload during acclimatization to 5, 050m and in deacclimatization. *J.Appl.Physiol.*80(2): 685-692, 1996
- 16) 後藤真二、野村孝路：準高地トレーニングが水泳中の生理的応答に及ぼす影響、水泳水中運動科学、4 : 25-29, 2001.
- 17) Futoshi Ogita: Oxygen uptake during swimming in a hypobaric a hypobaric hypoxic environment. *Eur. J. Appl. Physiol.* 65: 192-19、1992