

## 一流競泳長距離選手の高地トレーニングに関する一考察

田場 昭一郎<sup>1)</sup> 小島 毅<sup>3)</sup> 森 誠護<sup>2)</sup> 田口 正公<sup>1)</sup>

### Investigate of High-altitude training of Elite Long Distance Competitive Swimmer

Shoichiro TABA<sup>1)</sup> Tsuyoshi KOJIMA<sup>3)</sup> Seigo MORI<sup>2)</sup> Masahiro TAGUCHI<sup>1)</sup>

#### はじめに

競泳のトレーニング現場において、持久力の向上を目的としてインターバルトレーニングが実施されている。一般的に競泳のインターバルトレーニングは、泳速度・泳距離・反復回数・休息<sup>16)</sup>の4つの要素を様々なパターンで組み合わせることで、間欠的な運動様式で行われる漸増負荷トレーニングとしてトレーニング現場で幅広く活用されている。このインターバルトレーニングは1960年頃から競泳競技に導入されてきた。競泳競技は主として有酸素性能力がパフォーマンスに及ぼす影響が大きいと考えられており、Maglischo<sup>6)</sup>は水中トレーニングをカテゴリー別に細かく分類し、その中で有酸素性トレーニングをさらに数段階に分けて、特に乳酸閾値や換気閾値が出現するような、血液を体内に送り込むための心臓の一回拍出量や毛細血管密度の増大が期待できる低負荷の運動、つまり血中乳酸の出現と除去が行われる乳酸定常状態でのトレーニングが有酸素性能力の向上のため必要不可欠であると述べており、さらにその中でも血中乳酸濃度4mmol/lに相当する泳速度を把

握する事は、有酸素性能力を評価するうえで非常に重要であると述べている。競泳のトレーニング現場では、この有酸素性能力を定量化するためのテストとして、乳酸カーブテスト（以下BLa Testと示す）が実施されている。松波ら<sup>7)8)9)</sup>は、大学競泳選手を対象に50m×8回のインターバル形式によってトレーニング指標としてのOBLAスピード（4mmol/lに相当する泳速度）について検討した結果、実践に近い指標づくりができる妥当なテスト法であり、クロールと同様に他の3種目においてもOBLAスピードを求めることができる可能性が高いと述べている。また実際のトレーニング現場においては、血中乳酸濃度の測定なしにT-30（30分間泳テスト）やT2000（2000m泳テスト）などの簡易的に行えるような持続的なテストを実施することによって、選手の有酸素性能力を定期的に評価してトレーニングに役立てている。若吉<sup>15)</sup>は、20分間泳テストにおいて最大努力で泳ぎ続ける際の平均速度を基準とする指標を示しており、北島ら<sup>5)</sup>は、長距離選手と短距離選手を対象に疲労困憊に至る、または至らないといった閾値についてのモデルの作成を試みている。また松波ら<sup>10)</sup>は、持

- 
- 1) 福岡大学スポーツ科学部  
Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University
  - 2) 鈴鹿工業高等専門学校教養教育科  
General Education, Suzuka National College of Technology
  - 3) 和歌山県スポーツ振興財団  
Wakayama Prefectural Sports Promotion Foundation

表1 S.R選手の身体特性および身体組織

身長 172cm	体脂肪量 7.8kg	骨量 3.1kg	タンパク質量 14.9kg	細胞内液量 28.0kg
体重 66.6kg	除脂肪量 58.8kg	筋肉量 55.7kg	水分量 40.8kg	細胞外液量 12.8kg
体脂肪率 11.7%				

測定日 2007.9.1

表2 S.R選手の夏期シーズン中における主要大会の結果

2007主要大会	日時	400m	1500m
九州学生選手権	6/23~24	3分59秒65	15分54秒77
2007世界競泳	8/21~25	4分00秒14	15分33秒00
全日本学生選手権	9/7~9	3分55秒13	15分20秒29

久的トレーニング強度の設定に有効なフィールドテストについても検討し、様々なフィールドテストを実施した結果、T-10（10分間泳テスト）も競泳トレーニングにおける持久的運動強度を設定するフィールドテストとして有効であると述べている。競泳競技は最長で約15分間の競技が行われるが、その運動は水中で行われるために有酸素性能力の向上がパフォーマンスに大きな影響を及ぼすものと考えられており、特にトレーニング現場では過小負荷にならないようなトレーニングタイムの設定を行う事が重要であると考えられている。

近年では、競泳選手が有酸素性能力の向上を目的として頻繁に高地トレーニングを実施する傾向にある。また長距離選手だけではなく短距離選手や中距離選手も積極的に高地トレーニングを実施している。これまでの競泳日本代表チームも様々な日程によって高地トレーニング合宿を実施しており、シドニーオリンピック代表選手の高地合宿帯同報告<sup>14)</sup>でも血中乳酸濃度の測定を50m×8回のブローケン形式によりBLa Testを実施し、血液検査によって赤血球やヘモグロビン、クレアチンキナーゼなどの測定を行っている。競泳競技では標高2500m以上の高地トレーニングを実施した場合、レースで要求されるスピードトレーニングが困難になることが予測され、実際に標高1500~2300mが適切だと考えられている。また競泳競技

で高地トレーニングを導入し始めた1970年代から、人体の身体組成や血液成分に変化が生じるまでは最低3週間以上の滞在期間が必要だと考えられており、近年においても滞在期間中の強化を3週間に定めて実施する傾向にある。しかし、目標とするレースの何週間前に平地に戻り、レースに向けて調整するかは現場のコーチングで最も重要であり難しい。2007年の世界競泳代表合宿は、高地で4週間のトレーニングを行い、レースの3週間前に下山して調整に入る方法が実施されたが、高地滞在中のトレーニング内容と下山後の調整期間中のトレーニング強度、そして時差への適応能力は各選手間で個人差があり、そこに現場のコーチの判断力が最も必要とされる。

そこで本研究は、平地とは環境の異なった標高2000m以上の高地トレーニングを行うにあたって、実際のトレーニング中の心拍数（以下HRと示す）、乳酸値（以下BLaと示す）、経皮的動脈酸素飽和度(以下SPO2と示す)、血液検査およびBLa Testの結果などのさまざまなデータを収集し、これらのデータがレース前の調整過程にどのような変化を示したのかを考察し、現場のコーチングに役立てる事を目的とした。

## 1. 研究方法

図1は本研究の測定期間中の日程を示した。2007年の夏期シーズン中（7~9月）にHR, BLa, SPO2, BLa Testおよび血液検査などのさまざまな項目によるデータ収集を定期的に行い、高地トレーニングからレースまでの過程とレース結果の関連性について考察した。

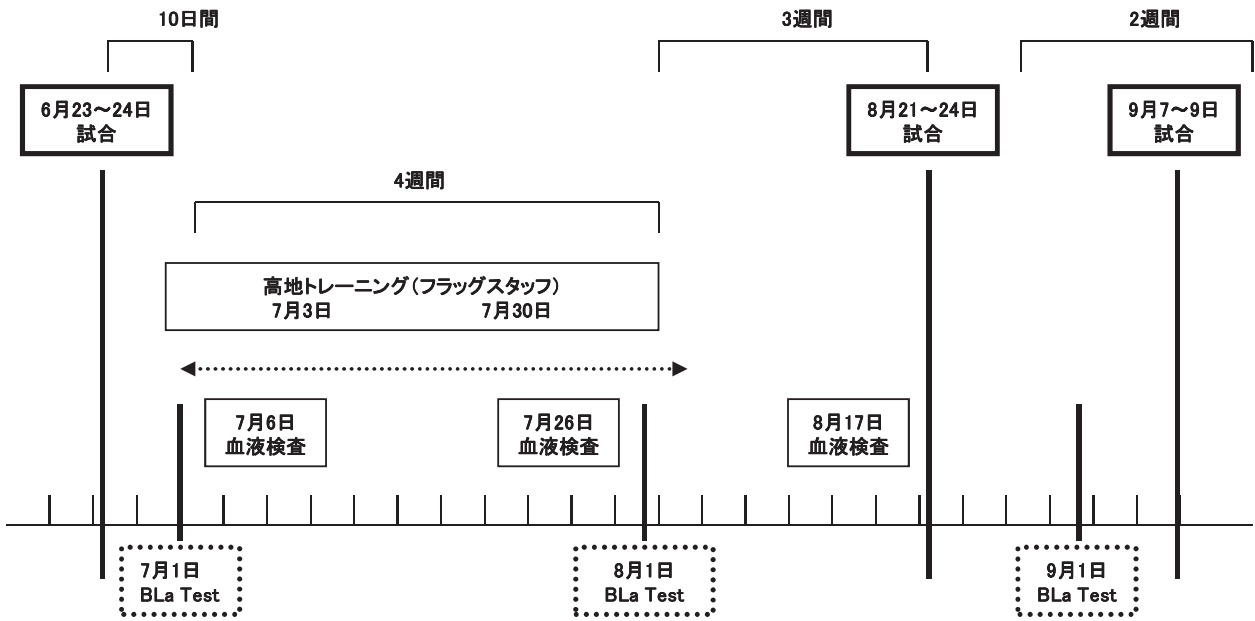


図1 2007年度夏期シーズンのトレーニングおよび測定の日程

1-1. 対象選手およびレース結果

2007世界競泳 (International Swim Meet 2007 in Japan) 日本代表の男子長距離選手を対象とした。表1および表2は、被験者の身体特性および身体組成、また2007年の夏期シーズン主要3レースの競技成績を示した。

1-2. 測定期間

2007年7月から9月までの2ヶ月間、高地トレーニングを含む主要3レースが行われる期間中にさまざまな測定を実施した。被験者S.R選手は6月23・24日に九州学生選手権において400mと1500mの自由形に出場し、それから10日後の7月3日から7

月30日までの4週間、標高約2134mのアメリカ合衆国アリゾナ州フラッグスタッフの北アリゾナ大学 (NORTHERN ARIZONA UNIV) の室内プールで高地トレーニングを行った。そして帰国3週間後に2007世界競泳 (International Swim Meet 2007 in Japan) さらには2週間後に全日本学生選手権、両大会ともに400mと1500mの自由形に出場した (図1)。

1-3. 測定項目

(1)BLa Testの測定 (血中乳酸測定)

Bla Testの概要を図2に示した。BLa Testは漸増負荷により最大努力泳までの5段階の泳速度で実施し、運動強度の設定はBorgらのRating Scaleを小野寺ら<sup>12)</sup>が日本語訳した最大20までの主観的運動強度 (Rating of Perceived Exertion:RPE 以下RPEと示す) を指標に、測定日の被験者のRPEによる設定 (9-12-15-18-20) で泳がせた。これまでの研究では、おもに選手の100-400mのベストタイムやVO2Maxなどによる強度設定、または4mmol/lに相当する簡易フィールドテストなどで得られた結果により設定タイムを設けて、その設定タイムを基準に定常乳酸設定タイムで泳ぐ方法<sup>7)8)9)10)11)12)13)</sup>が実施されている。しかし測定日のコンディション

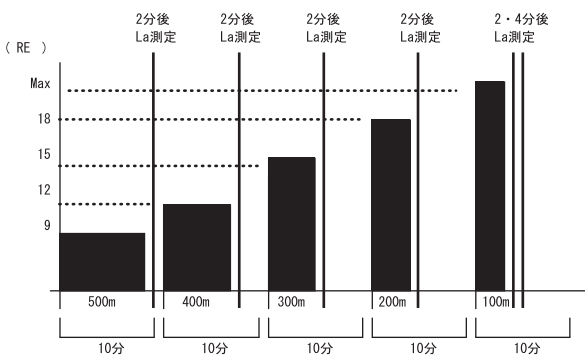


図2 BLa Testの実験設定

によって1本目から4mmol/l以上のBLaを示すケースや、心理的要素により当日のパフォーマンスに大きな変動が見られるケースがある。そこで本研究はテスト実施日のコンディションにより記録や乳酸値が左右されないよう確実に定常乳酸値ペースで泳がせるために、測定日の選手自身のRPEを指標に実験を試みた。また水中での運動時に有酸素性を把握するためには、筋中の乳酸が血中に滲出し体温とHRそしてBLaなど全てのエネルギー供給系が安定するまでに2-3分以上かかる事から、一般的に4分以上の運動を行わせるか、あるいは漸増速度で2-3回反復するようなテスト設定が用いられている。本研究では有酸素性能力出現の安定性を高めるために1本目は比較的長い500mから実施し、400m、300m、200mと徐々に距離を短縮してスピードを高め、最後は100mで乳酸生成能力を発揮しやすい距離を設定した。試技は全て10分サイクルで行い、採血は泳ぎ終わってから1-2分後に実施し、最後の100m最大努力泳終了後は2-4分後に採血し、4分後にBLaが上がった場合のみ5分後にも測定した(図2)。また血中乳酸測定器は、簡易血中乳酸測定器(Lactate Pro LT-1710: ARKRAY社製)を使用した。

#### (2)高地順応期間におけるHRとSPO2の測定

平地トレーニングから高地トレーニングに移行する際に、高地に到着してトレーニングを実施するまでの6日前後の間(ウォーミングアップ終了後、メインスイム終了後、クーリングダウン終了後)のHRとSPO2を測定した。その時のウォーミ

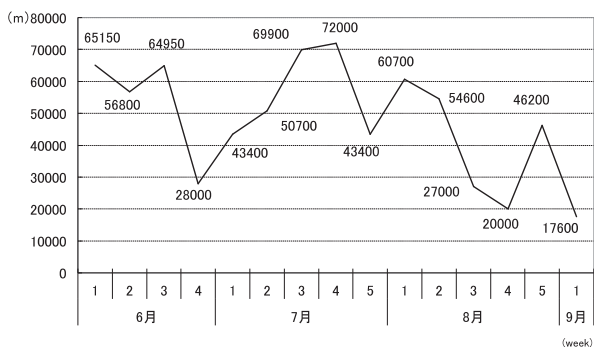


図3 2007年度夏期シーズンの週間トレーニング距離

ングアップおよびクーリングダウンは年間を通して同じ内容を実施しており、本研究期間中も平地および高地において同じペースで行うよう指示した。また選手のコンディションを把握するために日常(起床後および就寝前)のHRとSPO2も測定した。測定には経皮的動脈血酸素飽和度測定機器パルスオキシメータ(OxiHeart OX-700: 日本精密測器)を使用した。

#### (3)血液検査の測定

高地トレーニング開始後から8月の2007世界競泳(International Swim Meet 2007 in Japan)までの期間中に3回の血液検査を実施した。高地に移動して3日後と帰国後3日前、そして平地に移動してレースの4日前に血液を採取し血液検査を行った(図1)。

#### (4)トレーニングタイムについて

日常で定期的に行っているトレーニング内容において記録と乳酸の測定を行い、特にレース直前に実施している記録測定をもとにレースとの関係を考察した。

## 2. 結果および考察

### 2-1. トレーニング距離について

図3は、2007年度夏期シーズンの週間トレーニング距離を示したものである。6月の1-3週目までは週毎のトレーニング距離が65150m、56800m、64950mであったが、6月の4週目はレース(九州学生選手権)のため1週間のトレーニング距離は28000m(しかし1回のトレーニング距離の平均は約5000m)と減少した。そして7月の1週目から徐々に距離を増やし、7月の4週目は72000m(1回のトレーニング距離の平均は約8000m)で夏期シーズン中に最も泳いだ週であった。そして高地に移動して週を重ねる毎に高所の環境に適応し、トレーニングの量および質ともに3週間で平地に近い状態で行えた。さらに下山後の7月5週目の1週間のトレーニング距離は43400mであるが、これは移動によりトレーニング回数が週6回に制限されたためであり、この週も1回の練習におけるトレーニング距離の平均は7233mで、量・質ともにな

表3 S.R選手の起床後と就寝前のHRとSPO2

		6月 27日	6月 28日	6月 29日	6月 30日	7月 1日	7月 2日	7月 3日	7月 4日	7月 5日	7月 6日	7月 7日	7月 8日	7月 9日
起床	HR (bpm)	60	48	47	52	53	49	--	49	46	50	53	60	60
	SPO2 (%)	97	98	98	97	96	97	--	89	92	92	92	94	94
就寝	HR (bpm)	58	57	56	60	61	59	--	62	63	63	64	72	60
	SPO2 (%)	96	97	97	97	97	97	--	90	90	91	91	88	92

( bpm:beats per minute )

表4 S.R選手のトレーニング中のHRとSPO2

		6月 27日	6月 28日	6月 29日	6月 30日	7月 1日	7月 2日	7月 3日	7月 4日	7月 5日	7月 6日	7月 7日	7月 8日	7月 9日
W-up 終了	HR (bpm)	61	76	84	75	72	No	--	95	88	85	85	83	No
	SPO2 (%)	98	96	96	97	97	No	--	90	88	87	87	85	No
Main 終了	HR (bpm)	163	169	167	No	No	No	--	155	No	154	155	163	No
	SPO2 (%)	95	89	89	No	No	No	--	80	70	76	86	84	No
Down 終了	HR (bpm)	65	69	73	74	70	No	--	105	85	87	107	100	No
	SPO2 (%)	97	96	94	95	96	No	--	94	93	92	94	95	No

( bpm:beats per minute )

り強度の高いトレーニングが行われた。しかしこの期間中にS.R選手は体調を崩す事なく、過去のトレーニング過程と比較しても十分なトレーニングが行えた。

## 2-2. 合宿前後のHRとSPO2について

表3および表4は、アメリカ合衆国アリゾナ州フラッグスタッフの高地へ移動する前後の日常およびトレーニング中のHRとSPO2を示した。トレーニング計画は、高地に移動する前の3日間と高地へ移動してからの3日間は時差調整と順応期間のためトレーニング強度を下げ、高地に移動して4日目から質の高いトレーニングを実施した。なお7月3日は移動日のため測定不可能であった。また表4の6月30日～7月2日は移動前ということで体調管理を前提に活動的休養(Active Rest)とし、7月9日は完全休養(Day Off)であったためトレーニング中のHRおよびSPO2は測定しなかった。このような調整過程により、合宿中には体調を崩す事もなく適応期間も非常に順調であった。

## 2-3. 日常におけるHRとSPO2について

起床直後のHRの平地6日間の平均値は51.5bpm,そして高地に移動してからの6日間の平均値は53.0bpmとさほど変化を示さなかった。しかしSPO2の6日間の平均値は、平地において97.1%に

対し高地では92.1%と大きな差を示した。これは酸素濃度の低い生活環境において体内の酸素飽和濃度が顕著に下がる事を意味している。また就寝前のHRは、その日のトレーニング強度によって変化が見られ、高地に移動して数日間は62～64bpmであったが、7月8日に質の高いトレーニングを実施すると同時に72bpmを示した。同じく就寝前のSPO2も平地における平均値96.8%に比べて高地では平均値90.3%と生活環境の変化によって体内の酸素飽和濃度が顕著に下がった。これらのことから高地では疲労回復に時間がかかることが伺え、実際にトレーニング現場でも平地に比べて選手の疲労の蓄積が高く回復が遅いように見受けられた。また主観的ではあるが、就寝時および起床時のHRとSPO2,そしてその時のトレーニングの状況から、高地トレーニングにおける順応期間は、高所という場所への「環境適応」だけでなく、長時間の移動と生活リズムよる「時差適応」もかなり影響しているものと思われる。

## 2-4. トレーニングにおけるHRとSPO2について

ウォーミングアップ(以下W-upを示す)直後の平地6日間の平均値は73.6bpmであった。これに対して高地6日間の平均値は87.2bpmと運動強度の低いW-upにおいても心拍数が直ぐに上昇す

る傾向にあり、またSPO2は平地6日間の平均値96.8%に対して高地6日間の平均値87.4%とかなり低くなる傾向にあった。メインスイム終了後(以下Mainと示す)のHRとSPO2の値は、平地に対して高地のほうが低い傾向にあった(表4)。さらにクーリングダウン(以下Downと示す)終了後は平地よりも高地のほうがHRは高かった。このことから、移動した直後のトレーニングにおいて、高地は平地に比べて低負荷で行われるW-upではHRが上昇しやすく、Main終了後に低負荷で行われるDownではHRがなかなか下がらない傾向にあり、予想以上に疲労回復に時間を要する可能性が示唆された。またトレーニング中に心肺が苦しくなることに対する「恐怖心」から、選手自身がトレーニングで追い込む事が予想以上に困難になることも示唆された。このような環境において平地と同様のトレーニングが行えた場合、有酸素性能力の改善が期待できることは言うまでもない。そして主観的には、多くの選手が日常で咳き込む状況が見られたことから、通常のトレーニング現場で考えている以上に水分補給の必要性を感じ、また生活環境で加湿を保つ事が重要であることは言うまでもない。

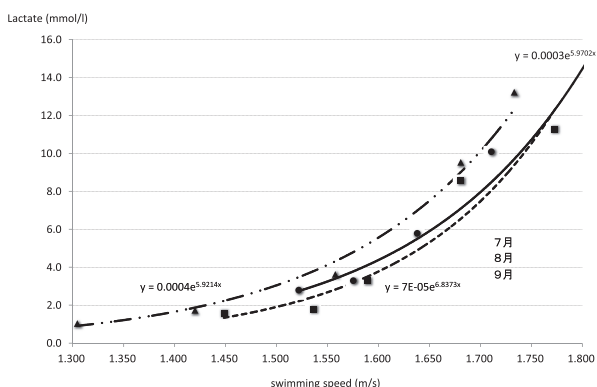


図4 2007年度夏期シーズンのS.R選手のBLa Test結果

近年、高地トレーニングを実施した選手のトレーニング効果について現場で議論されるが、高地トレーニングが各選手に合うのか合わないのかはさまざまな要因が考えられ、その要因のひとつとして選手自身がトレーニングにおいて最大限まで追い込む事が出来るかどうか重要である。高地トレーニングでは質の高いトレーニングになればなるほど体内の酸素飽和濃度が極端に下がり、最大努力(最大心拍数)まで追い込む事が困難になることから、苦しい環境における選手個人の精神面が高地トレーニングを行う条件としてかなり要されるであろう。

## 2-5. BLa Testの測定について

BLa Testは7月1日、8月1日、9月1日の3回実施した。図4および表5には、7月～9月に実施したS.R選手のBLa TestにおけるBLaと泳速度の関係と、各BLaにおける100m推定タイムを示したものである(100m推定タイムとは、BLa Testの結果から各乳酸値レベルで泳げると仮定した泳速度を推定し100mに換算したものである)。BLaと泳速度の関係は、泳速度の変化に伴いBLaが指数関数的に増加傾向を示した。そして7月から8月にかけて乳酸のカーブの傾きが右側にシフトしており、特に2mmol/lの100m推定タイムが1:10:2(1.42m/s)から1:06:4(1.51m/s)と3.8秒もの向上を示し、4mmol/lの100m推定タイムが1:04:8(1.54m/s)から1:02:2(1.61m/s)と2.6秒も向上した。これらのことから、高地トレーニングを実施した4週間でS.R選手の血中乳酸の出現と除去が行われる最大乳酸定常状態での有酸素性能力が著しく向上したことが伺え、高地トレーニングにおいて効果的な有酸素トレーニングが行えたことが示唆された。そして8月に行われた世界競泳(International

表5 夏期シーズンにおける各乳酸値の100m推定タイム

	2mmol/l	4mmol/l	6mmol/l	8mmol/l	10mmol/l	12mmol/l	14mmol/l	16mmol/l	最大乳酸値
07/01	1.10.2	1.04.8	1.02.1	1.00.3	58.9	57.9	57.0	56.3	13.3mmol/l
08/01	1.06.4	1.02.2	1.00.0	58.5	57.4	56.5	55.8	55.2	11.3mmol/l
09/01	1.08.1	1.03.1	1.00.6	58.8	57.6	56.6	55.8	55.1	13.4mmol/l

Swim Meet 2007 in Japan) では1500m種目でベストパフォーマンスを発揮できる状態にあった事が推測できる。また8月から9月にかけては2mmol/lの100m推定タイムが1:06:4 (1.51m/s) から1:08:1 (1.47m/s), 4mmol/lの100m推定タイムが1:02:2 (1.61m/s) から1:03:4 (1.58m/s) と0.9-1.7秒も低下した。このことから、2mmol/lから4mmol/lの泳速度における有酸素性能力が低下したことが伺えるが、BLa Test結果のグラフの傾きがさらに上方にシフトしており、16mmol/lの100m推定タイムが向上していた。その結果、距離の短い200-400mのレースに必要な乳酸生成能力が顕著に向上していることが予測され、9月に行われた日本学生選手権では200-400m種目においてもベストパフォーマンスを発揮できる状態にあったことが推測できる。

## 2-6. 血液検査について

表6は、高地トレーニングからレースまでの血液検査結果を示したものである。高地へ移動して3日後の順応期間中(7月6日)、高地トレーニングを実施して約3週間後(7月26日)、そして世界競泳前(8月17日)の計3回採血し血液検査を実施したが、7月6日と7月26日の値を比較すると今回の高地トレーニングが順調に行われた事が伺える。特にクレアチンキナーゼの増加によって心筋の状態が把握でき、高地では質の高い効果的なトレーニングが行っていた事が推測できる。また赤血球とヘモグロビンの値がレースに向けて増加傾向にあった。これらが直接パフォーマンスの向上に深く関与するものとは限らないが、白血球数が減少し鉄が増加している事は、帰国後8月17日の時点で細菌やウイルスなどによる感染や貧血がなく世界競泳直前の

コンディションが極めて良好であった事が伺える。

## 2-7. トレーニングタイムについて

S.R選手は、通常のレース前のトレーニングにおいて定期的に100m×8本×3Setを実施してレースタイムを推測している。ミシガン大学のヘッドコーチであったUrbanchekは有酸素性能力を高めるための持久的なトレーニングを行う際に、White, Pink, Blueと色分けして設定タイムを設けることによってトレーニングカテゴリーを決定しており、さらに定期的に100ヤード×6本×3Setを8分サイクルで行うことによって各選手の競技記録を予測する回帰式を考案している。このようなトレーニング中のデータ測定はコーチの経験によって作り出されたもので、科学的根拠により裏付けされているケースは非常に少ない。しかしコーチング現場のコーチの主観は後に科学的根拠により裏付けされるケースが多い。また大庭ら<sup>11)</sup>はシーズンを通して50m×6本×3Setのゴールセットを夏期シーズン中に継続的に実施し、その全記録と競技結果を比較検討した結果、その平均タイムと競技記録の間に非常に高い正の相関関係が認められ、得られた回帰式を利用する事で競技記録を予測する事が可能であると述べている。

S.R選手は8月4日に100m×8本×3セットの記録測定を実施した。その結果、平均タイムは1分00秒02 (1セット目: 58秒96/2セット目: 1分00秒24/3セット目: 1分00秒87) でレース前の記録測定では4年間在学中の最高記録であった。このセットは高地にて7月18日にも10秒間長いインターバルで実施しており、そのときの平均タイムは1分00秒85 (1セット目: 1分00秒29/2セット目: 1分00秒84/3セット目: 1分01秒43) であった。さらに

表6 高地トレーニング直後からレース前までの血液検査結果

	白血球数 (WBC)	赤血球数 (RBC)	ヘモグロビン (Hb)	ヘマトクリット	MCV	MCH	MCHC	クレアチンキナーゼ (CPK)	鉄 (Fe)
7月06日	6.6k/mm <sup>3</sup>	5.32m/3	16.8g/dL	48.9%	92.0fL	31.6pg	34.4g/dL	178IU/L	64ng/mL
7月26日	6.0k/mm <sup>3</sup>	5.55m/3	16.9g/dL	50.7%	92.0fL	30.5pg	33.3g/dL	251IU/L	54ng/mL
8月17日	5.7k/mm <sup>3</sup>	5.65m/3	17.6g/dL	49.9%	88.3fL	31.2pg	35.3g/dL	---	148ng/mL

8月11日にもペース確認のため変則的に100m×18本（5本・8本・5本）をストレートセットで行ったが、その時は平均タイムを59秒85で泳ぐことが出来た（ただし8本のみ平均タイムは日本選手権前に57秒80である）。これまでのS.R選手のレース前のコンディションから考えると非常に良好であった。

### 3. 結論

本研究は、夏期シーズンのトレーニング計画に基づいて様々な測定項目によりデータ収集を行い、レースまでの過程とレース結果について考察した。その結果、今回の高地トレーニング前から夏期のメインレースまでの過程はかなり順調であったことが伺えた。BLa Teatの結果から、8月の世界競泳では1500m、全日本学生選手権では200～400mの距離において好記録が期待され、さらにトレーニング中の記録測定も実際のレースに期待が持てる内容であった。

しかしながら世界競泳（International Swim Meet 2007 in Japan）においてベストパフォーマンスを発揮する事が出来なかった。これは初めての国際大会、そしてその大会が国内で開催されるというプレッシャーの中で緊張感が影響したのと思われる。実際に世界競泳のレース直後のBLaは400mが12.6mmol/l、1500mが9.7mmol/lであり、決して力を出し切れなかった訳ではない。つまりレースまでの過程が順調であっても、競技会では身体能力以外の「負の不確定要素」がレースに影響を及ぼす事があり、コーチング現場で選手の記録を予測することは極めて困難である。また選手にとってもレースペース等の戦略、またはこれらのデータの裏付けによって余計な緊張感を招く事が考えられる。しかし2週間後に行われた日本学生選手権においては、出場した全ての種目（リレー種目も含む）でベスト記録を更新し、特に1500mは大会新記録で優勝した。これは日本代表選手を経験したことによる「正の不確定要素」がレースに影響したのであろう。被験者であるS.R選手はこの経験を踏まえて、のちに2009年度の日本短水路選手権の

1500m自由形のレースの800m通過タイムで日本記録を更新し、さらに2009年度の日本選手権において1500m自由形を日本新記録で優勝した。

前述した大庭ら<sup>11)</sup>の研究報告においても、選手のゴールセットへの3パターン（積極型・安定型・消極型）の取り組み方によって予想タイムに誤差が生じ、男女差や各選手の持っている特性を考慮する必要があると述べている。これまで多くの研究者やコーチによって選手の能力やトレーニングの目的に応じて、泳速度・泳距離・反復回数・休息の4要素の最適な組み合わせを可能とする方法論を導き出せるように様々な研究が実施されている。しかしこれらの測定結果はあくまでも科学的な側面で定量化された数値に過ぎず、絶対的な信頼性があるとは限らない。しかし現場への「裏付け」として選手とコーチを後押しする材料として活用することが重要であり、またコーチング現場ではこれらの「裏付け」をもとに選手に対して「レースにおいて何秒以内で泳げるかもしれない」という可能性と自信を持たせる事が必要である。同時に、レース当日のコンディションの善し悪しに関係なく、豊富な経験から現場のコーチがうまく選手を後押しして「正の不確定要素」をもってレースに向かわせる事が重要である。

今回のデータ収集を今後の高地トレーニングにおける参考資料として現場のコーチングに役立て、そして目標とするレースにおいて選手に自信を持たせて最高のパフォーマンスを発揮させられるよう努めていきたい。

### 謝辞

本研究は、約2ヶ月間の長期遠征期間中の日本トップレベルの競泳長距離選手のデータ収集を実施しました。その数ヶ月間ご理解とご協力を頂いた大学関係者ならびに日本水泳連盟の大会関係者の皆様方に感謝致します。また被験者としてご協力頂いた園中良次選手、そして帰国後にご指導賜りました田口正公教授に感謝致します。最後に長期遠征期間中に福岡大学水泳部の現場をサポート



頂きました小島毅先生, 森誠護先生にも多大なるご協力を頂きました. この場を借りてお礼申し上げます.

## 参考文献

- (1) Counsilman J.E : Competitive swimming manual for Coaches and Swimmers : Counsilman Co.Indiana. 3-17(1977)
- (2) Holmar I : Physiology of swimming man.Exerc. Sports Sci.Rev : 87-123(1979)
- (3) Holmar I Hollander A.P.Huijing P.A.,Groot G.D : Energetics and mechanical work in swimming.In : Biomechanics and Medicine in Swimming,Human Kinetics.Champaign. Illinois.154-164(1983)
- (4) 加藤健志, 森谷暢, 菊池真也, 寺尾保, 中野昭一 : 競泳レース後における血中乳酸濃度 : 東海大学体育学部紀要27-33(1994)
- (5) 北島正樹, 若吉浩二, 高橋篤史, 高橋繁浩, 野村照夫, 荻田太 : インターバルトレーニングにおけるcritical combinationの決定及び運動処方モデルへの活用 : Japan Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise. No 2 31-38(2006)
- (6) Maglischo E.W. Swimming Fastest. Human Kinetics, 2003.
- (7) 松波勝, 田口正公, 星子和夫, 洲雅明, 青柳美由季 : 競泳におけるトレーニング指標としてのOBLAスピード : 福岡大学体育学研究26. 27-39(1995)
- (8) 松波勝, 田口正公 : 競泳選手のトレーニングと血中乳酸濃度 : 体育の科学 第46巻 第7号. 557-561(1996)
- (9) 松波勝, 田口正公, 青柳美由季 : 大学競泳選手における定期的な乳酸テストから見た有酸素性能力の変化 : 九州体育学研究10. 23-30(1996)
- (10) 松波勝, 田井村明博, 洲雅明, 田口正公 : 競泳における持久力トレーニング強度の設定に有効なフィールドテストの検討 : デサントスポーツ科学21. 221-229(1999)
- (11) 大庭昌昭, 萬久博敏, 下山好充, 椿本昇三, 野村武男 : 競泳のトレーニング法に関する研究-ゴールセットと競技記録の関係について- : 筑波大学運動学研究13. 75-86(1997)
- (12) 小野寺孝一, 宮下充正 : 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性 : 体育学研究21. 191-203(1976)
- (13) 洲雅明, 田口正公, 清水富弘, 望月聡, 田井村明博 : 大学競泳選手における血中乳酸値からの記録の予測 : 福岡大学体育学研究22. 35-49(1991)
- (14) 立正伸 : シドニーオリンピック代表選手高地合宿帯同報告 : 水中運動科学No 4. 42-43(2001)
- (15) 若吉浩二 : 水泳インターバルトレーニングの泳距離、泳速度、休息時間の関係から見た生理的応答とそのトレーニング処方への応用 : 水中運動科学No 3. 5-11(2000)