

# 主観的および客観的な指標を用いた高所トレーニング時のコンディショニングチェック

立 正 伸 高 橋 雄 介  
森 谷 暢

## 要 約

2003～2005年の間に、スペインのシェラネバタ（標高2320m）において競技力の高い男子大学競泳選手を対象として4回の高所トレーニング合宿中に測定した主観的および客観的な指標を基に、高所トレーニング実施中の選手のコンディショニングを検討すること、そして、高所トレーニングの経験が、次の高所トレーニングにおけるそれらの指標に与える影響を明らかにすることを目的として研究を行った。客観的なデータとしては、睡眠時の動脈血酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）および脈拍（PR）、主観的な指標としては、体調・疲労・精神状態・眠りの深さを記録し、以下の3つの分析を行った。1）高所トレーニング中の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRと主観的な体調チェックデータ、2）高所トレーニングを繰り返し行った場合の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPR、3）高所トレーニングを繰り返し行った場合の主観的な体調チェックデータの差異。その結果、高所環境への曝露により、合宿開始直後にはSpO<sub>2</sub>は低下、PRは増加し、高所環境への馴化にともない多くの選手がSpO<sub>2</sub>の増加、PRの低下の傾向を示した。一方、主観的な体調チェックの結果は、選手間で一定の傾向が見られず、両指標の関係は、選手によって異なっており、普段からコンディショニングチェックを行い、各選手における主観的および客観的な指標の関係を把握していく必要があることが示唆された。また、2回の高所トレーニング合宿におけるSpO<sub>2</sub>およびPRの変動を比較した結果、高所トレーニングを繰り返すことにより馴化が早まることが示唆され、主観的な体調チェックの結果においても2回目の合宿で精神状態や眠りの深さが改善する傾向が見られた。

## 1. 緒 言

近年、競泳の競技能力向上のために高所という低圧・低酸素の環境を利用してトレーニングを行うことが一般化してきた。高所トレーニングを成功させるには、滞在中の体調、高所への

馴化等をきちんと把握することが必要であり、継続的なコンディショニングチェックを行うことが重要となる。コンディショニングを把握する手段としては、体重変化、体温、尿・血液のチェック、運動負荷時の心拍数応答チェック、心理テスト、日誌、自己評価等がある。我が高所トレーニング研究班では、2003年度よりスペインのシェラネバタにおいて中央大学水泳部が実施している高所トレーニング合宿に帯同し、合宿期間中の選手の体重、体温、血液検査、睡眠時動脈血酸素飽和度（以下ではSpO<sub>2</sub>とする）測定、脈拍（以下ではPRとする）測定、主観的な体調チェックを行い、選手のコンディショニングチェックを行ってきた。高所トレーニング中の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRの変化について報告している先行研究では、睡眠時のSpO<sub>2</sub>変化は、特に高所トレーニング初期段階の低酸素刺激に対する応答（適応過程）を示し、睡眠時の心拍数の変化は、疲労状態をよく反映するので、コンディショニングチェックに有用であるとしている<sup>1)</sup>。しかし、SpO<sub>2</sub>やPRといった、客観的な指標と、主観的な体調チェックの双方について検討した報告は多くない。

一方、先行研究<sup>8)</sup>において、血液成分データ、乳酸カーブテストの結果から、約1ヶ月の平地でのトレーニングを挟んで、標高2100mにおいて2度の高所トレーニング（3-4週間）を行った場合、2回目的高所トレーニングにおいて高所への馴化がよりスムーズに進行する可能性が示唆されている。また、血液データや乳酸カーブテストのOBLAの値から、標高1895mにおいて、2年間に計5回の高所トレーニング（約20日）を行った場合、その効果が蓄積されていくと示唆する報告がある<sup>7)</sup>。これらの報告は、高所トレーニングを繰り返すことにより高所環境への適応が早まり、より効率的に高所トレーニングに取り組めるようになる可能性を示唆している。さらに、2回の高所トレーニングを実施した場合、2回目の合宿では精神状態を表す指標にも改善が見られることも報告されている<sup>4)</sup>。

そこで、高所トレーニング実施中の客観的および主観的なコンディショニングチェックの指標の変動を検討すると共に、高所トレーニングの経験が、次の高所トレーニングにおけるそれらの指標に与える影響を明らかにすることを目的とし研究を行った。具体的には、シェラネバタ（スペイン）において行われた4回の高地合宿の睡眠時SpO<sub>2</sub>とPRのデータおよび主観的な体調チェックのデータを基に、高所トレーニングでのコンディションの変化を検討すると共に、複数回合宿に参加した選手のデータから、高所トレーニングを繰り返し行うことが、選手のコンディション変化に影響するかどうかを検討した。

## 2. 方 法

### 2-1. 対象者および高所トレーニング合宿

研究対象とした高所トレーニング合宿は、1週間で50,000～90,000m程度の競泳トレーニングを継続的に実施しており、かつ、日本ランキング25位以内の競技力を有する男子大学競泳選手を対象とし、高所合宿終了2～4週間後に控えている競技会でのパフォーマンス改善を目的に設定されたものであった。

高所トレーニング合宿は2003～2005年にかけて4回、スペインのシェラネバタ（標高2320m）の屋内長水路プールで行われた。以下に、それぞれの合宿の滞在期間を表した。

2003年3月3日～3月24日	(現地20泊)
2003年12月22日～2004年1月6日	(現地13泊)
2004年2月23日～3月18日	(現地22泊)
2005年3月10日～4月1日	(現地20泊)

### 2-2. 測定項目

#### 2-2-1. 動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) および脈拍 (PR) の測定

SpO<sub>2</sub>およびPRは、パルスオキシメーター (pulsiox 3i, コニカミノルタ社製) を用い指先部から記録した。2003年および2004年の2度の合宿では、就寝から起床までの間、SpO<sub>2</sub>およびPRを経時的に記録し、専用インターフェースおよびソフトウェア (DS-3, コニカミノルタ社製) を用いてパソコンにデータを保存した。ただし、計測器の台数が選手全員を同時に測定するには不足していたため、交代で測定器を取付けて就寝時の測定を行うこととなった。また、2003年は試験的に測定を行ったためデータの欠損が多くなっていた。一方、2005年の合宿では、起床後直ちにパルスオキシメーターを装着させ、測定されたSpO<sub>2</sub>およびPRを選手自身に専用記録用紙 (表1) に記録させることとした。

#### 2-2-2. 主観的な体調チェック

4回の合宿において主観的な体調チェックを行った。体調チェックはいくつかの尺度をきめ、5段階でそれぞれ評価した。表1にその一例を示した。本稿では、2004年の2回目の合宿および2005年の合宿における体調チェックの指標の内、体調・疲労・精神状態・眠りの深さの4つの尺度について検討を行った。

表1 主観的な体調チェックの記入用紙(例)

コンディションチェック		2004年 月 日	
前日就寝前～本日の夕食まで		氏名( )	
前日就寝時刻	:	:	本日起床時間
今朝の体温	℃	今朝のSpO <sub>2</sub>	% bpm
昨夜の寝つき (悪) 1 2 3 4 5 (良)		昨夜の眠りの深さ (悪) 1 2 3 4 5 (良)	
今朝の寝起き (悪) 1 2 3 4 5 (良)		本日の尿の回数 (少) 1 2 3 4 5 (多)	
今朝の食欲 (無) 1 2 3 4 5 (高)		本日の昼の食欲 (無) 1 2 3 4 5 (高)	
本日の夜の食欲 (無) 1 2 3 4 5 (高)		本日の通便状態 (下痢) 1 2 3 4 5 (便秘)	
本日の体調 (悪) 1 2 3 4 5 (良)		本日の精神状態 (悪) 1 2 3 4 5 (良)	
本日の全身疲労 (有) 1 2 3 4 5 (無)		本日の局所疲労 (有) 1 2 3 4 5 (無)	
特記事項			

### 2-3. 分析内容

#### 2-3-1. 高所トレーニング中の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRと主観的な体調チェックデータ

2005年3月の高所トレーニング合宿に参加した選手8名(身長176.9±3.1cm, 体重70.5±5.0kg)について睡眠時のSpO<sub>2</sub>およびPR変動および主観的な体調チェックデータについて各自のトレーニング強度と照らし合わせ、個人別に検討した。分析にあたっては、高所到着直後(1～6日), 1週後(7～11日), 2週後(12～16日), 3週後(17～21日)の4つの時期に分けた。

#### 2-3-2. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPR

2003年12月および2004年3月の2度の高所トレーニング合宿に参加した選手8名(身長175.4±5.3cm, 体重67.7±5.2kg)について睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRデータを分析し、両合宿での差異について検討した。さらに、2003年12月の合宿と、その約9ヶ月前の2003年3月の合宿に参加した選手6名(身長172.8±4.8cm, 体重67.4±9.0kg)に関して、同様の比較を行った。

分析にあたっては、高所到着直後(1～3日), 1週後(5～9日), 2週後(12～16日), 3週後(19～23日)の4つの時期(1回目の合宿については2週後までの3つの時期)に分けた。ただし、2003年12月は、合宿期間が短かったため上記した4つの時期の内の2週後まで、2003年3月は、データが不完全で揃っていないため1週間後までのデータについて検討を行った。SpO<sub>2</sub>およびPRの値は、睡眠中に継続的に得られたデータの内、起床直前の10分間の平

均値を求め、分析に使用した。なお、明らかに値がおかしかった場合、指に装着していたパルスオキシメーターがずれてしまったことが考えられるため、そのデータの使用は控えた。

### 2-3-3. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の主観的な体調チェックデータの差異

2004年3月および2005年3月に行われた両合宿に参加した選手3名(身長 $178.3 \pm 3.7$ cm, 体重 $72.4 \pm 4.2$ kg)について、高所到着直後(1~6日)、1週間後(7~11日)の時期における体調チェックデータを比較した。

## 2-4. 統計処理

統計的な有意差は二元配置の分散分析および、Bonferroni法による多重比較を用いて検証した。

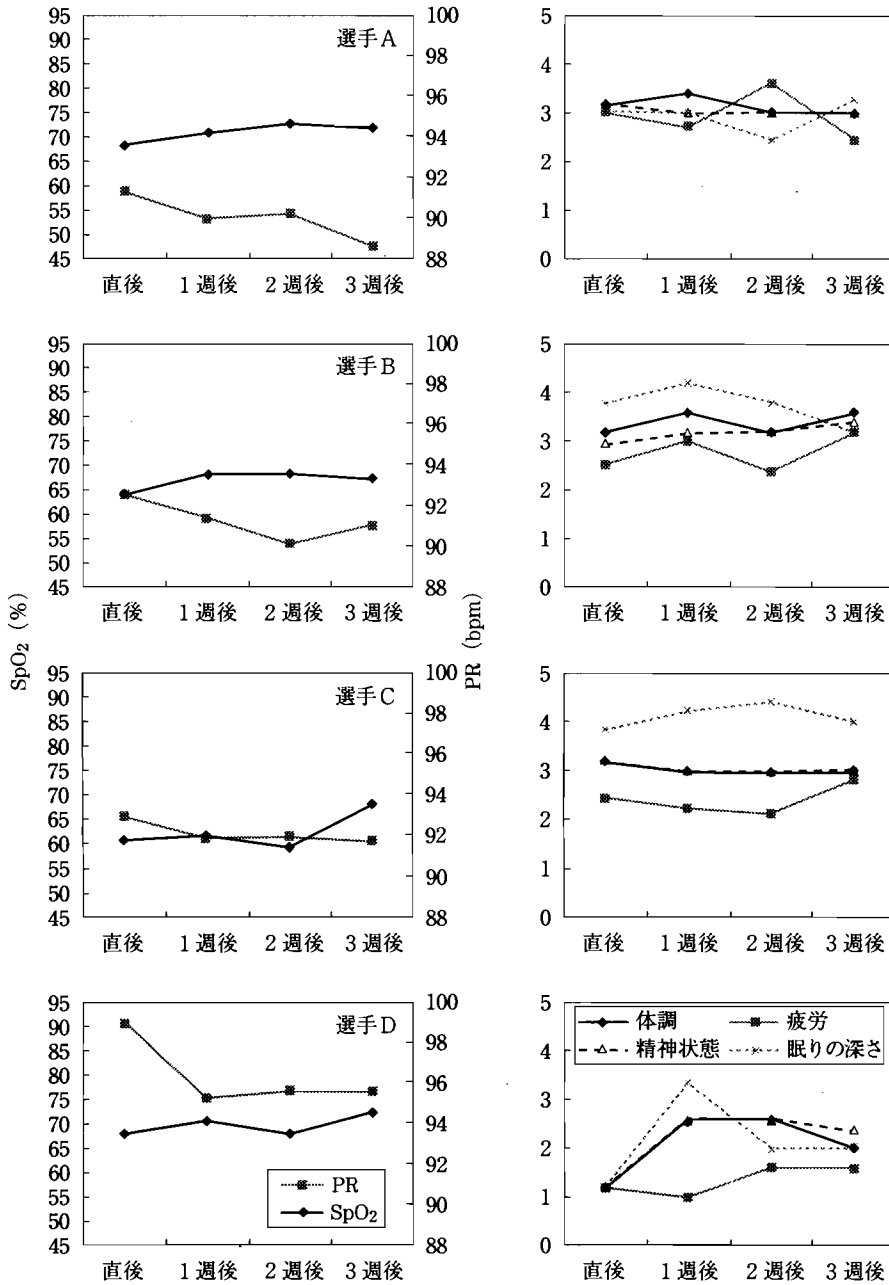
# 3. 結 果

## 3-1. 高所トレーニング中のSpO<sub>2</sub>およびPR変動と主観的な体調チェックデータの検討

図1は、各選手のSpO<sub>2</sub>およびPR変動と主観的な体調チェックデータを表している。体調チェックデータの内、眠りの深さについては3名の選手のデータが欠損している。表2に、各選手のトレーニングをカテゴリー別に分けて示した。なお、トレーニングカテゴリーは、高橋ら<sup>9)</sup>の方法になった。全体的には合宿開始直後にもっともSpO<sub>2</sub>が低く、PRが高い傾向であったが、滞在期間中の変化には、個人差が見られた。さらに、1名の選手では、3週後のSpO<sub>2</sub>が合宿開始直後より低い値となった。主観的な体調チェックデータは、各選手で一定の傾向はほとんど見られなかった。各選手のトレーニングは、合宿直前では強度が低く、1週間後、2週間後と強度の高い練習が増えており、2週間後の練習がもっとも強度の高いものとなっていた。さらに、選手A~Eでは、3週間にもかなり強度の高い無酸素系の練習を行っていた。

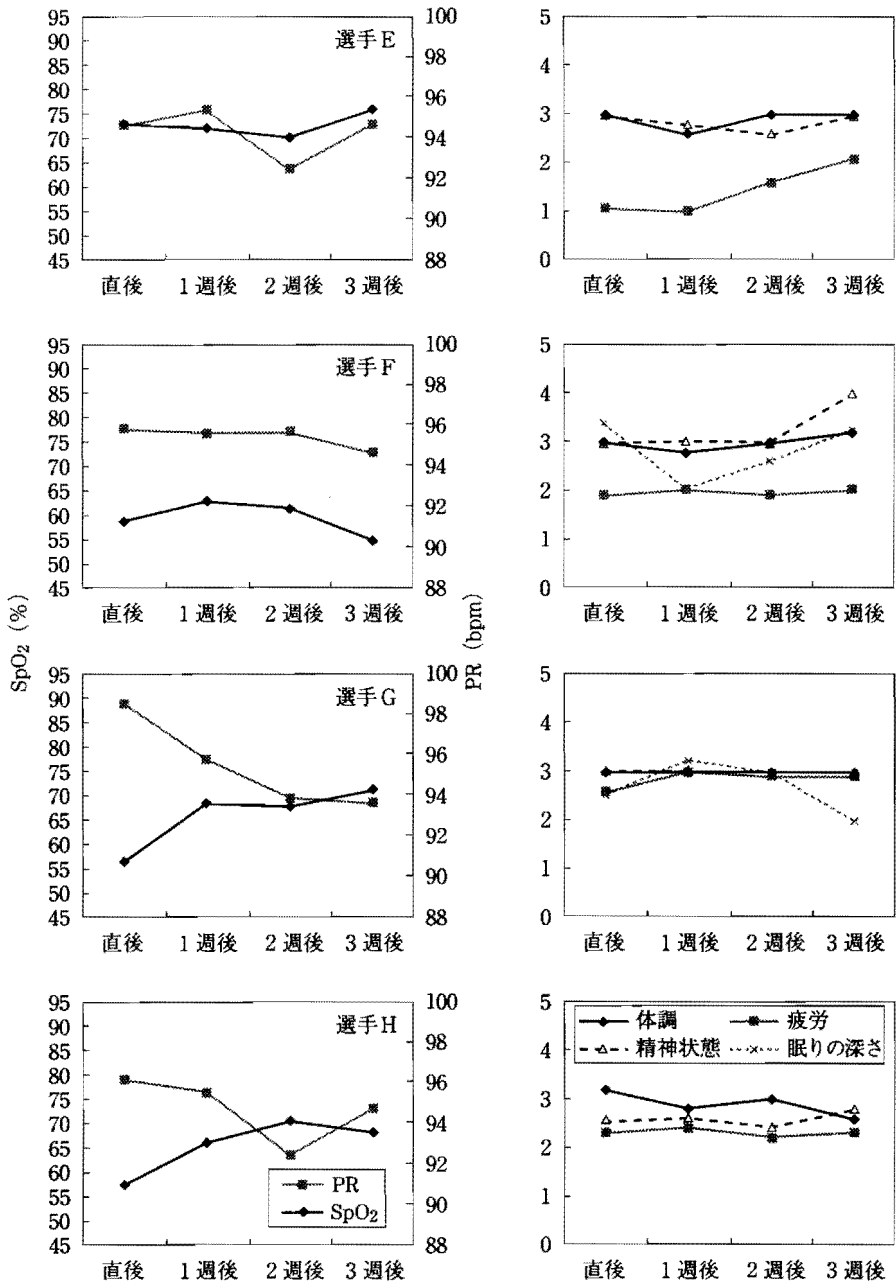
## 3-2. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRの検討

2003年12月の合宿において、睡眠時に測定されたSpO<sub>2</sub>およびPR変動の典型例を図2に示した。高所トレーニング開始直後では、平地と比べ、睡眠時のSpO<sub>2</sub>が有意に低下(平地:  $97.1 \pm 0.8\%$ , 高所:  $92.1 \pm 1.5\%$ )し、PRが有意に増加した(平地:  $47.7 \pm 3.2$ bpm, 高所:  $58.7 \pm 5.4$ bpm)。また図2からわかるように、高所トレーニング3週間後では、睡眠時のSpO<sub>2</sub>が増加、PRが低下している傾向が見られる。



(体調, 精神状態および眠りの深さは「悪い」～「良い」, 疲労は「有り」～「無し」を「1」～「5」の5段階で評価している)

図1-1 2005年3月の合宿におけるSpO<sub>2</sub>および脈拍と, 主観的な体調チェックの指標



(体調, 精神状態および眠りの深さは「悪い」～「良い」, 疲労は「有り」～「無し」を「1」～「5」の5段階で評価している)

図1-2 2005年3月の合宿におけるSpO<sub>2</sub>および脈拍と, 主観的な体調チェックの指標

表2 2005年3月の合宿における各選手のトレーニング内容

選手A	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	11100	7400	8100	6000
EN1	30900	19800	18500	13900
EN1'	8900	9900	8200	4800
EN2	5000	6600	4400	1000
EN3	400	800	700	400
EN4	0	700	700	200
AN1	0	400	400	400
AN2	0	0	0	200
AN3	9	500	600	200
Total	57200	46100	41600	27100

選手B,C,D	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	11100	7500	8000	5500
EN1	29200	18500	14500	11900
EN1'	7200	8200	4900	4300
EN2	4500	6100	4900	1000
EN3	200	700	600	400
EN4	0	600	200	0
AN1	0	0	400	200
AN2	0	100	600	200
AN3	900	500	600	300
Total	53100	42200	34700	23800

選手E	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	10900	7200	8000	6000
EN1	25400	17500	15800	11400
EN1'	7000	8000	4400	3700
EN2	4100	6200	4400	1000
EN3	200	600	600	500
EN4	0	300	200	200
AN1	0	0	400	200
AN2	0	0	600	200
AN3	900	500	600	100
Total	48500	40300	35000	23300

選手F	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	10900	7200	6100	4900
EN1	21900	13000	9200	7100
EN1'	6000	5800	2400	2800
EN2	3900	3300	2700	1000
EN3	200	500	0	300
EN4	0	500	0	0
AN1	0	0	300	0
AN2	0	150	600	100
AN3	1000	600	700	200
Total	43900	31050	22000	16400

選手G	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	10900	4900	6100	4900
EN1	21900	5900	9200	7100
EN1'	6000	3700	2400	2800
EN2	3900	1600	2700	1000
EN3	200	300	0	300
EN4	0	300	0	0
AN1	0	0	300	0
AN2	0	100	600	100
AN3	1000	200	700	200
Total	43900	17000	22000	16400

選手H	直 後	1週間後	2週間後	3週間後
A1	9400	6000	6100	4400
EN1	17800	9100	7200	5500
EN1'	4000	3300	1900	1800
EN2	1600	3100	1400	1000
EN3	200	400	0	300
EN4	0	100	0	0
AN1	0	0	200	0
AN2	0	150	500	100
AN3	900	500	600	200
Total	33900	22650	17900	13300



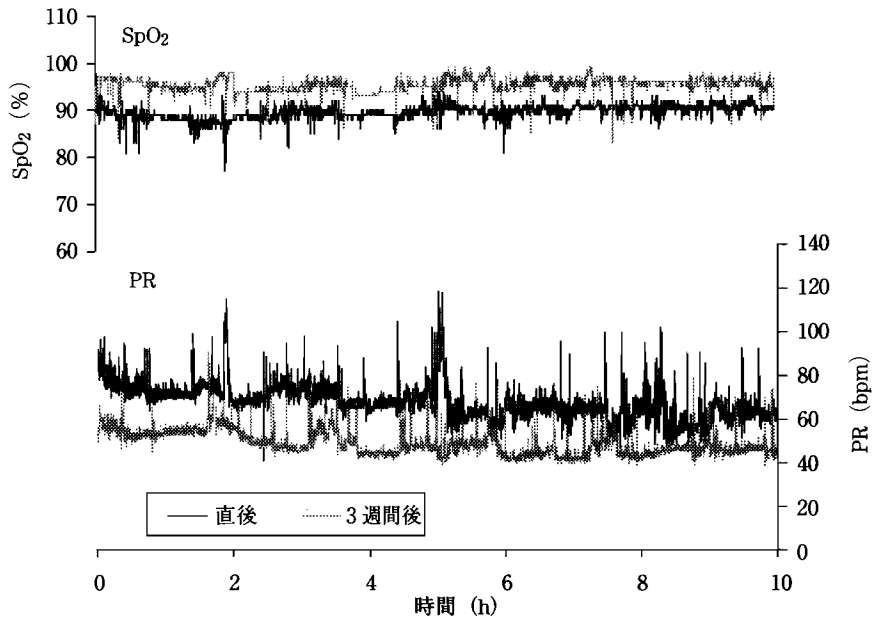
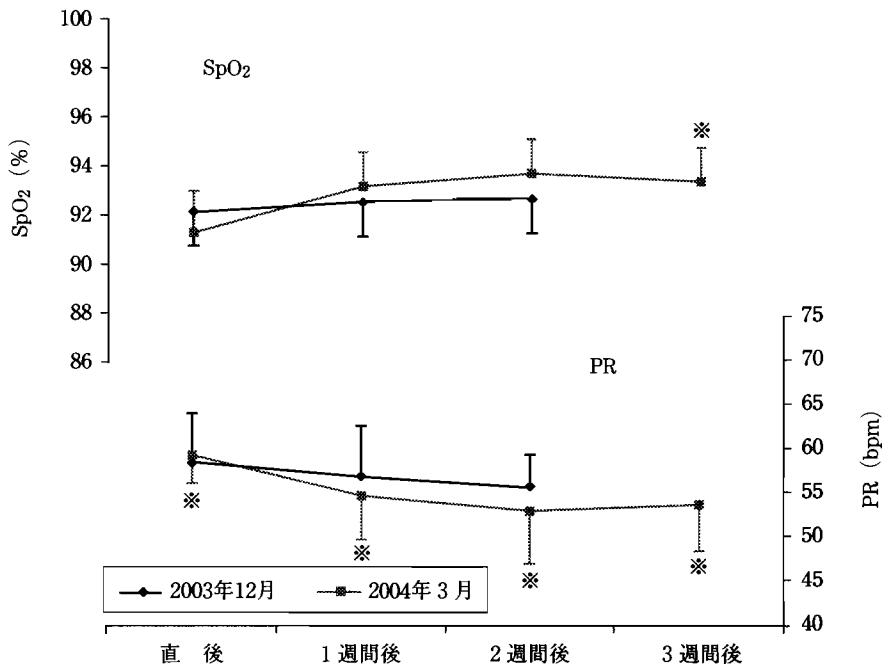


図2 睡眠時のSpO<sub>2</sub>およびPRの変化



(※; 直後との間に有意差あり)

図3 2003年12月および2004年3月の合宿におけるSpO<sub>2</sub>およびPRの変化

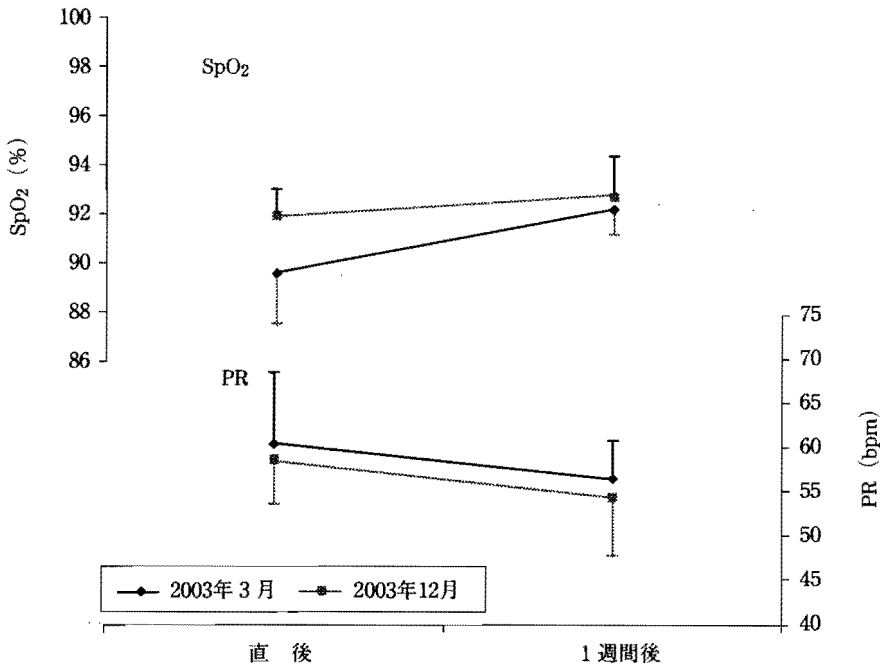


図4 2003年3月および2003年12月の合宿におけるSpO<sub>2</sub>およびPRの変化

図3は、2003年12月と2004年3月の合宿のデータを表している。2004年3月の合宿では高所トレーニング開始直後のSpO<sub>2</sub>が有意に低く、PRが有意に高くなっていった。また、2003年12月の合宿でも同様の傾向が見られた。さらに、後に行われた2004年3月の合宿の方が、SpO<sub>2</sub>の増加が大きく、PRの低下が大きくなる傾向が見られた。

図4は、2003年3月の合宿と2003年12月の合宿の比較である。統計的な有意差は見られないものの、12月の合宿の方が、SpO<sub>2</sub>が高く、PRが低くなる傾向が見られた。

### 3-3. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の主観的な体調チェックデータの差異

2004年3月および2005年3月の両合宿に参加した選手3名の合宿開始直後と1週間後の体調チェックデータを図5に表した。2005年3月の合宿では2004年3月の合宿よりも、1週間後の精神状態および眠りの深さの指標で良い評価が見られる傾向があったが、他の指標については各選手間で一定の傾向は見られなかった。

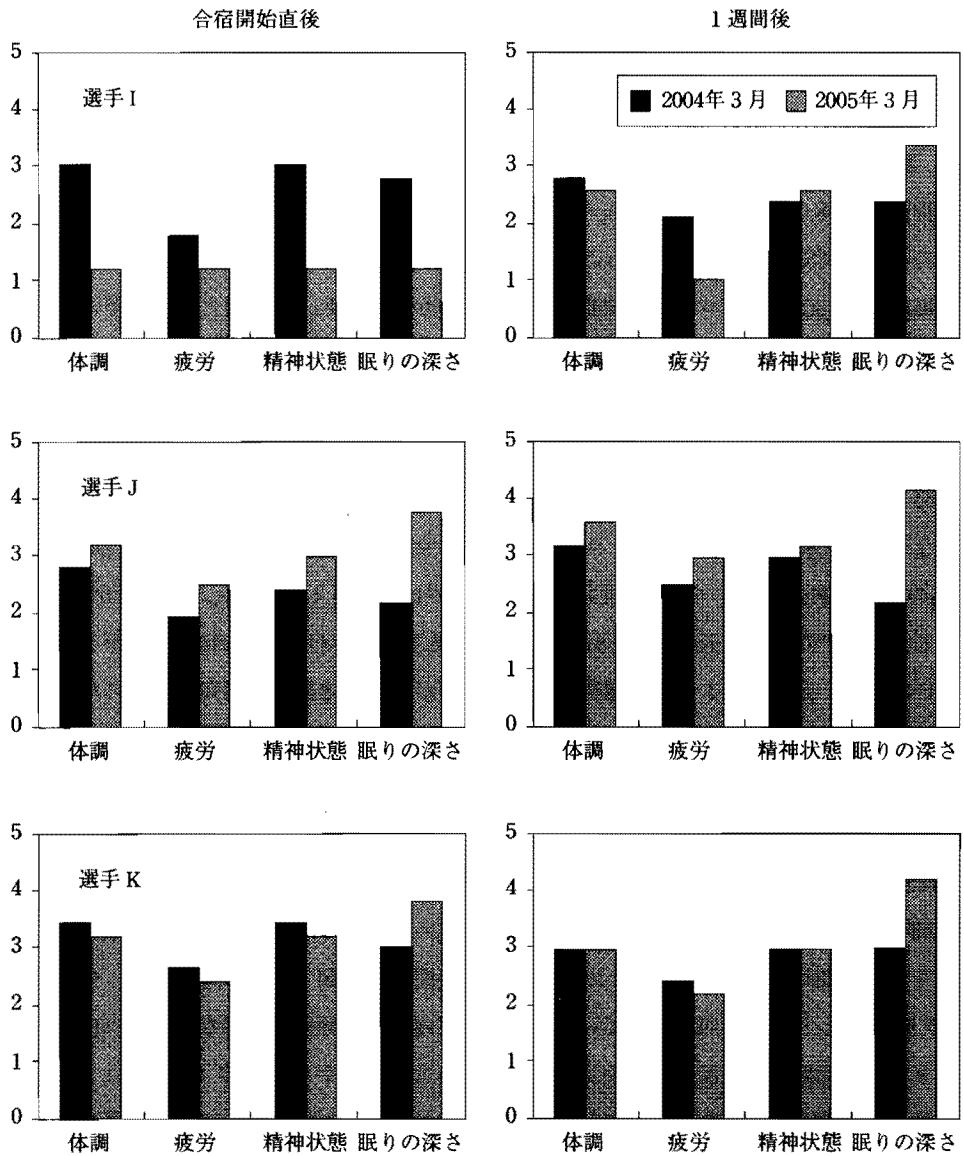


図5 合宿開始直後および1週間後の主観的体調チェック指標

#### 4. 考 察

本研究では、SpO<sub>2</sub>およびPR測定と主観的な体調チェックを行うことによって、高所トレーニング実施中の客観的および主観的なコンディショニングチェックの指標の変動を検討した。

さらに、過去の高所トレーニングの経験が、次の高所トレーニングにおけるそれらの指標に与える影響を検討した。

#### 4-1. 高所トレーニング中のSpO<sub>2</sub>およびPR変動と主観的な体調チェックデータの検討

海拔高度が高くなるにつれて、SpO<sub>2</sub>は低下することが報告されており、今回の選手とほぼ同一のグループでもその傾向があることが、藤原ら<sup>3)</sup>により報告されている。低圧・低酸素環境に曝露し、SpO<sub>2</sub>が低下すると大動脈体と頸動脈体が刺激され、換気量と心拍数が増加し、組織に送る酸素の減少を補うための反応が起こる<sup>5)</sup>。また、高所への馴化により、高所へ上がった直後よりもSpO<sub>2</sub>は増加し、心拍数は下がる<sup>11)</sup>。この高所への馴化は以下のように行われる<sup>10)</sup>。まず、高所滞在の2～3日が経過すると、骨髄の造血作用を促進するエリスロポエチンの分泌がピークに達する。さらに、1～3週間すると幼若赤血球が増加し、3週間以上経過すると赤血球、ヘモグロビン、ヘマトクリット値が増加する。本研究では、SpO<sub>2</sub>の増加とPRの減少、SpO<sub>2</sub>の減少とPRの増加が同じタイミングで起きる場合が多かった。しかし、選手FのようにSpO<sub>2</sub>が3週後もっとも低下し、その低下にPRの増加がともなっていない場合や、選手Eのように3週後にSpO<sub>2</sub>とPRが同時に増加する傾向も見られた。先行研究では、睡眠時のSpO<sub>2</sub>の変化は、特に高所トレーニング初期段階の低酸素刺激に対する応答(適応過程)を示し、睡眠時の心拍数の変化は、疲労状態をよく反映するとしている<sup>1)</sup>。それを基に考えると、今回の選手Fでは、高所への適応が十分でなかった可能性が示唆され、選手Eでは馴化は問題なくしていたが、疲労が蓄積していた可能性が示唆される。

主観的な体調チェックは選手間で一定の傾向が見られなかった。疲労状態を良く反映すると考えられる睡眠時のPRと各尺度を比較すると、主観的な体調(選手D, E, F, H)や精神状態(選手A, D, F)と似た傾向を示していたが、どの尺度も似た傾向を示さない選手(B, C)もいた。また、合宿開始3週後に強度の高い練習を行っていた選手(A～E)の中でも、PRが前週より低下する選手(A)や、増加する選手(B, E)がおり、合宿開始3週後に強度を落として練習していた選手(F～H)でもPRが低下する者(F, G)と増加する者(H)に分かれた。これらの結果は、各選手で高所への馴化、トレーニングでの疲労、主観的な体調の尺度のとらえ方が異なっていることを示唆している。このことから、普段からコンディショニングチェックを行い、各選手における主観および客観的な指標の関係を把握していく必要があると考えられた。

#### 4-2. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の睡眠時SpO<sub>2</sub>およびPRの検討

高所合宿開始直後では、平地よりもSpO<sub>2</sub>が低下し、PRが増加した。これは、低圧低酸素環境に曝露し、SpO<sub>2</sub>が低下すると大動脈と頸動脈体が刺激され、組織に送る酸素の減少を補うための反応として、換気量と心拍数の増加が起こったためと考えられる。また、日が経つにつれて、SpO<sub>2</sub>が増加し、PRは減少する傾向となり、高所への馴化が進んだことが示唆された。2003年12月と2004年3月の合宿、2003年3月と2003年12月の合宿を比較するとどちらも後に行った合宿の方が、高所へ良く馴化している傾向が見られた。先行研究では高所トレーニングを繰り返すことで競泳選手が高所へ早期に馴化することが報告されている<sup>6)</sup>。また、1ヶ月の平地でのトレーニングを挟んで2回の高所トレーニング合宿(3~4週間)を行った場合、2回目の合宿において乳酸カーブテストの結果が良好であり、血液成分の赤血球数、Hb濃度、ヘマトクリット値の増加が顕著になる傾向が見られたことが報告されている<sup>8)</sup>。本研究の結果もこの考察を支持するものであり、過去の高所トレーニングの経験がある程度、次の高所トレーニングにおける馴化に良い影響を与えることを示唆している。Dickら<sup>2)</sup>によると高所トレーニング終了後に、平地でのパフォーマンスが明確に向上していることが確認できる期間は、15~28日間とされている。本研究では、その期間よりも長い期間を挟んで2回の合宿を行ったが、高所への馴化は2回目の合宿の方が良好であった。一方、合宿の間隔が短かった2003年12月と2004年3月の合宿における馴化の違いが大きかったことから、この効果には合宿間の期間も影響すると考えられる。今後合宿の繰り返しによる馴化の促進の原因を追求していくと共に、合宿間の適切な期間についても検討が必要であると考えられる。

#### 4-3. 高所トレーニングを繰り返し行った場合の主観的な体調チェックデータの差異

2005年3月の合宿では2004年3月の合宿よりも、1週間後の精神状態および眠りの深さの指標で良い評価が見られる傾向があった。バイアスロンチームを対象とした2回の高所トレーニング合宿において、心理テストを中心として選手のコンディショニングを検討したLaneら<sup>4)</sup>は、2回目の合宿では精神状態が良好であり、疲労感の訴えが減ったことを報告している。今回の、結果は3名という限られた選手のデータではあるが、1週後の精神状態の尺度が2回目の合宿で低下している傾向にあり、先行研究と一致している。しかし、他の尺度には一定の傾向がなく、選手間で統一性を持たせることができるような主観的体調チェックの手法の検討が必要と思われる。

## 5. ま と め

本研究では、高所トレーニング時の選手のコンディショニングチェックを、SpO<sub>2</sub>およびPR、主観的な体調チェックによって行った。高所環境への暴露により、SpO<sub>2</sub>は低下、PRは増加し、馴化にともない多くの選手がSpO<sub>2</sub>の増加、PRの低下の傾向を示した。一方、主観的な体調チェックの結果は選手間で一定の傾向が見られず、SpO<sub>2</sub>やPRと体調チェックの尺度の関係は選手によって異なっていたことから、日頃のトレーニング時から定期的にコンディショニングチェックを行い、各選手における主観および客観的な指標の関係を把握していく必要があることが示唆された。

また、2回の高所トレーニング合宿におけるSpO<sub>2</sub>およびPRの変動を比較した結果、高所トレーニングを繰り返すことにより馴化が早まることが示唆された。さらに、主観的な体調チェックでも2回目の合宿で精神状態や眠りの深さが改善する傾向が見られ、高所トレーニングを繰り返すことにより、高所への馴化が促進されるという可能性が示唆された。

## 参考文献

- 1) 浅野勝巳, 小林寛道 (2004) 高所トレーニングの科学, 杏林書院: 200-206.
- 2) Dick FW (1992) Training at altitude in practice. *International Journal of Sports Medicine* 13 : S203-205.
- 3) 藤原寛康, 森谷暢, 加藤健志, 今村貴幸, 高橋雄介 (2004) 低圧低酸素刺激に対する動脈酸素飽和度の反応における個人差と準高所トレーニング効果との関連, 中央大学保健体育研究所紀要 22 : 47-59.
- 4) Lane AM, Whyte GP, Godfrey R and Pedlar C (2003) Adaptations of psychological state variables to altitude among the Great Britain biathlon team preparing for the 2002 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences* 21: 281-282.
- 5) 宮村実晴 (2001) 低酸素環境における換気応答, 体育の科学 51 : 281-285.
- 6) Miyashita M. (1996) Key factors in success of altitude training for swimming. *Research Quarterly for Exercise and Sports* 67 (3 Suppl) : S76-8.
- 7) Nomura T, Mankyu H, Ooba M. (1999) Repeated altitude training effects on elite swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII* : 417-422.
- 8) Tachi M, Okuno K and Wakayoshi K. (2003) Repeated high altitude training for the Sydney Olympic Games. *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* : 415-419.
- 9) 高橋雄介, 森谷暢, 吉村豊 (2006) 競泳男子シニア短距離選手のトレーニングプログラム, 中央大学保健体育研究所紀要 23 : 37-76.
- 10) 山地啓司 (2001) 高地・低酸素環境トレーニングに関するレビュー, 体育の科学 Vol.51 No.4 : 266-271.
- 11) 山本正嘉 (2000) 登山の運動生理学百科, 東京新聞出版局 : 272-275.