

平成10年度 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告

No.IV JOC高地トレーニング医・科学サポート  
—第8報—

財団法人 日本オリンピック委員会  
選 手 強 化 本 部



# 平成10年度 日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告

## No.IV JOC 高地トレーニング医・科学サポート

### — 第 8 報 —

報 告 者 (財)日本体育協会・高地トレーニング医・科学サポート研究班  
班 長 青木純一郎<sup>1)</sup>  
班 員 形本 静夫<sup>1)</sup> 川初 清典<sup>2)</sup> 小林 寛道<sup>3)</sup>  
鈴木 陽二<sup>4)</sup> 浜田 安典<sup>5)</sup> 前嶋 孝<sup>6)</sup>  
村岡 功<sup>7)</sup> 吉本 俊明<sup>8)</sup> 若吉 浩二<sup>9)</sup>  
担当研究員 内丸 仁<sup>10)</sup> 加藤 守<sup>10)</sup>

### 目 次

1. 本報告の要約－序にかえて－	2
2. 陸上競技の高地トレーニング医・科学サポート	4
3. 水泳競技の高地トレーニング医・科学サポート	21
4. スキー競技複合の高地トレーニング医・科学サポート	40
4-1) スキーノルディック複合日本チームのオーストリアアルプス'98高地 トレーニングにおける酸素運搬系能力の推移と評価	40
4-2) スキーノルディック複合における高地トレーニングの在り方の検討	52
5. スキー競技クロスカントリーの高地トレーニング医・科学サポート	59
6. スケート競技スピードスケートの高地トレーニング医・科学サポート	77

---

1) 順天堂大学 2) 北海道大学 3) 東京大学 4) セントラルスポーツ研究所 5) (財)日本陸上競技連盟  
6) 専修大学 7) 早稲田大学 8) 日本大学 9) 奈良教育大学 10) (財)日本体育協会

# 1. 本報告の要約—序にかえて—

研究班長 青木純一郎<sup>1)</sup>

## はじめに

長野オリンピックが、大会としても、またわが国の競技力の発揚においても、大きな成功を納めて幕を閉じると同時に、冬季競技においては次のソルトレイク大会を目指した準備がスタートし、シドニーのオリンピアード大会（2,000年）は早くも2年後に迫ってきた。

このような状況の中で、本事業は8年目を迎え、競技種目別に独自に開発され、さらに本委員会で練られた医・科学サポート活動のノウハウの蓄積を基盤に、文字通り地についた高地トレーニング医・科学サポート活動が展開されている。

また、本事業がフィンランドから導入した、『低酸素環境に生活して、平地でトレーニングする（Living high, training low）』というアイデアは、前嶋班員が長野で実証し、文部省登山研修所には、本格的な低酸素宿泊施設も完成した。国立トレーニング科学センターにも建設が予定されており、これからも活用が期待されている。

さらに、小林班員をはじめとする本事業のメンバーが主体となって、『高所トレーニング環境システム研究会』も発足し、高地トレーニングに関する研究討議が展開される学問的場が誕生した。しかも、同研究会は早速国際的な規模でその活動が活発に展開されている。

例年通り本事業の各班の本年度のサポート活動の主な内容を要約しながら、本事業のこれからも果たすべき役割について考える機会としたい。

なお、歴史的に見ると、日本体育協会のこの種の研究では「高地」という文字が用いられていたが、途中から「高所」に変えられた。広辞苑によれば、「高所」は高い場所、高い見地とあり、「高地」は高度の高い土地である。本事業も「高所」でスタートしたが、いろいろ検討を重ねた結果、今後は「高地トレーニング」と呼ぶことにした。

## 競技種目別：高地トレーニング医・科学サポートの概要

### 陸上競技

シドニーに向けて強化訓練中の男子マラソンナショナルチームが、ニュージーランド（1997. 9）および阿蘇高原（1998. 6）で合宿を行った折りに、選手のコンディション・チェックを中心に医・科学サポート活動が展開されている。特に、阿蘇ではPOMS、尿検査、血液検査（約40項目）、環境条件の測定、練習地等の調査が行われた。

その結果、合宿中の走行距離、体温および心拍数の推移から、各個人に適切なコンディショニングの指標が提示され、血液検査の結果からは、亜鉛不足の症例が指摘されている。また、昨年に引き続いて、標高2,300～2,450mの富山県立山地区で、高校生、実業団長距離・マラソン選手、大学長距離選手等を対象に、3泊4日の短期間高地トレーニングを行い、その有効性を確認するとともに、その前後の心身のコンディショニングの重要性が指摘された。

さらに、メキシコにて合宿中の競歩選手のサポート活動において、歩行ペースと血中乳酸濃度の関係には個人差が大きいが、高地トレーニングの経験者ほど乳酸濃度の上昇が少ないと、疲労という観点から、高地では心拍数をコントロールしながらトレーニングすることの重要性などが示唆された。

1) 順天堂大学スポーツ健康科学部

## 水泳競技

水泳競技における高地トレーニングの組み方は、国際的にもほぼ同一で、平地での泳ぎ込みが3週間、高地トレーニング3週間および下山後の調整期が3週間で臨む。本年度唯一の国際大会であるバンコクでのアジア大会に参加した3名の選手がソルトレイクシティ（標高約1,600m）で、このパターンで高地トレーニングを行った際に、血球計算、血液の生化学的検査、血中乳酸濃度テストを中心に、ルーチン化した手法での医・科学サポート活動が行われた。一つの示唆として、サポート活動をより有効にするためには、年間スケジュールの中で、1年を通してデータの収集とその分析の重要性が指摘された。

## ノルディック・コンバインド・スキー競技

ノルディック複合'98～'99ナショナルチーム（A, B）全選手14名がオーストリアアルプスでの強化合宿中に、例年通りの手法で、医・科学サポート活動が展開された。ただし、今回は心拍数と血中乳酸濃度の他に、動脈血酸素飽和度が高地トレーニング時のコンディションの指標として有効かどうかについても検討が加えられた。その結果、動脈血酸素飽和度の指標としての有効性が示唆され、今後の研究課題となった。

さらに、わが国のノルディック複合チームの競技力向上のための高地トレーニングの在り方が、これまでの事業で蓄積されたノウハウの点検・評価を踏まえて、医・科学の立場から考察されている。そして、そのまとめとして、たとえば、低酸素下居住による高地馴化の加重と、従来型の山岳氷河クロスカントリースキー連続走に、インターバル走を加味する工夫など、現場で生かすべきいくつかの提案がなされている。

## クロスカントリー・スキー競技

指導陣も強化指定選手も変わった、いわゆる長野後の新体制で望んだオーストリアのラムソワでの高地トレーニング（1998. 8）で、強化指定女子シニア11名、男女ジュニア各5名の計21名を対象に、心拍数、POMS、血中乳酸濃度などをパラメータとする恒例の医・科学サポート活動が行われた。

主として、トレーニング内容とその運動強度、取り組み方とコンディションなどについて検討が行われた。特に、高地トレーニングの経験が浅い選手ほど、生理的にも心理的にも、トレーニング・メニューに対する詳しい指示が必要であることが示唆された。

なお、今回は選手自身へのデータのフィード・バックという観点から、チームとしての問題点が、選手も交えて積極的に議論された。

## スピード・スケート競技

低酸素室を利用した低酸素トレーニングを、現場に応用する手段を検討した。すなわち、菅平（標高1,300m）に滞在して、毎日午前中は長野（標高340m：Mウェーブ）で氷上トレーニングを行うのが従来の一般的な方法であるが、菅平の標高を補うため、菅平のホテルの広間に低酸素発生装置をセットして、標高2,200m相当の低酸素環境をシミュレートして、そこでトレーニングを加えた、いわゆる複合低酸素トレーニングを試みた。

研究の対象となったスピード・スケート選手7名は、菅平～長野間の移動時間は約30分、長野市での滞在時間約3時間を除いて、残り20時間余りを菅平で過ごしたことになる。

標高2,200m相当の低酸素気吸入による自転車エルゴメータ運動時的心拍数は、標高1,300mに比べて、平均每分9拍高かった。また、動脈血酸素飽和度は平均4.7%低下していた。しかし、これらの差は主観的運動強度には反映されなかった。

その結果、加味する低酸素運動の多少が、動脈血酸素飽和度や心拍数などから評価されるトレーニング効果を左右することが示唆された。

## 2. 陸上競技の高地トレーニング医・科学サポート

報告者 小林 寛道<sup>1)</sup>

研究協力者 杉田 正明<sup>1)</sup> 井本 岳秋<sup>2)</sup> 山地 啓司<sup>3)</sup>

藤原 寛康<sup>1)</sup> 二上 敏博<sup>4)</sup>

### 1. 研究の概要

JOC 高地トレーニング医科学サポート研究として、平成10年度（1部前年度分を含む）には以下の3つのプロジェクトを実施した。

①マラソンナショナルチーム阿蘇高原合宿における医科学サポート研究

②富山県立山地区（標高2,300～2,450m）における短期的高地トレーニング研究

③メキシコ（標高2,300～2,400m）における競歩選手高地トレーニング医科学サポート研究

この報告では、それぞれの医科学サポート研究の内容について報告する。

①マラソンナショナルチーム阿蘇高原合宿における医科学サポート研究

報告者 小林 寛道, 井本 岳秋

（財）日本陸上競技連盟では、1997年に男子マラソンナショナルチームを組織し、シドニーオリンピックに向けての強化に入った。ナショナルチームの合同合宿は、第1回1997年6月オーストラリア・シドニー市、第2回1997年9月ニュージーランド、ワンガヌイ市、第3回1998年6月熊本県阿蘇郡阿蘇町において実施された。JOC 医科学サポート活動は、1997年9月のニュージーランド合宿及び本年の阿蘇合宿において実施された。

1998年6月18日から7月4日までの17日間に行われた阿蘇合宿のサポート活動と研究内容は次のとおりである。

①健康、コンディションに関する相談

②気象観測：WBGT、気温、相対湿度、黒球温

度、湿球温度

③練習日誌：練習内容、走行距離、体重、心拍数（各自記入）

④心理テスト（POMS）：3回実施

⑤尿検査：トレーニングの疲労や身体的負担を定性的に観察

⑥血液検査：約40項目を測定した

⑦ハートレートモニターによる負荷強度の把握を希望者に試みた

### 対象選手

阿蘇合宿は、1998年6月18日～7月4日に実施された。男子13名が全日程参加したが、3名については合宿前半または後半のみの参加であった。参加選手名は、選手の記録とともに＜表1＞に示した。また、形態的特徴を＜表2＞に示した。

### 結果と考察

合宿期間中の走行距離を＜図1＞に示した。ジョギングペース以上のすべてのランニング距離の合計を走行距離とした。走行距離は多い日は40～60km。4日、6日、9日、11日、14日目が休養日（フリー）であるが、前半は20～30km、後半で10～30kmの走行距離となっている。後半では、選手に疲労がたまって、コンディションが悪化した場合が多くなったことから、休養日（フリー）の走行距離が多すぎたのではないかと考察された。

### 体温と心拍数

起床時に計測した体温と心拍数の計測結果を＜図2＞、＜図3＞に示した。

体温は日々の変化が大きい傾向を示したが、心拍数は合宿後半になると安定した値を示す選手が多くなった。体温と心拍数との関係を＜図4＞に示した。回帰式から計算すると、早朝安静時的心拍数が5拍／分異なると、体温は2.6℃変化するこ

1) 東京大学大学院総合文化研究科身体運動科学研究室

2) （財）日本陸上競技連盟科学委員会

3) 富山大学教育学部

4) 富山県教育委員会

表1 選手の記録表

番号	氏名	年齢	5,000m	10,000m	20km	マラソン
1	磯松 大輔	24.5	13分41秒2	28分28秒	62分07秒	2時間10分41秒
2	森川 貴生	26.8	13分49秒70	28分26秒23	62分12秒	2時間11分54秒
3	早田 俊幸	30.1	13分30秒12	27分53秒	60分42秒	2時間08分07秒
4	堀尾 典臣	25.8	14分12秒3	28分51秒8	63分10秒	2時間12分21秒
5	服部 孝宏	26.6	13分53秒42	28分42秒85	62分10秒	2時間10分21秒
6	清水 康次	28.7	13分51秒	28分47秒	62分06秒	2時間09分57秒
7	高橋 健一	25.4	13分46秒	28分15秒	63分32秒	2時間15分27秒
8	清水 昭	21.8	14分11秒	29分53秒		2時間09分11秒
9	渡辺 康幸	25.0	13分26秒53	27分46秒39	62分37秒	2時間12分39秒
10	花田 勝彦	27.0	13分28秒73	27分50秒63	61分39秒	2時間10分02秒
11	小島 宗幸	22.7	13分49秒4	28分23秒87	62分42秒	2時間08分43秒
12	佐保 希	25.3	13分42秒6	27分58秒47	62分23秒	2時間08分47秒
13	真内 明	26.8	13分51秒98	28分40秒81	62分03秒	2時間09分23秒
14	三木 弘	23.0	13分50秒98	28分25秒50	63分54秒	2時間10分01秒
15	佐藤 信之	25.9	13分46秒98	28分21秒80	62分36秒	2時間12分28秒
16	小島 忠幸	21.6	13分54秒21	28分20秒90	62分42秒	2時間12分43秒
	例数	16	16	16	15	16
	平均値	25.4	13分47秒	28分26秒	63分26秒	2時間10分47秒
	標準偏差	2.3	±13秒	±30秒	±46秒	±1分57秒
	最大	30.1	13分26秒53	27分46秒39	60分42秒	2時間08分07秒
	最小	21.6	14分12秒3	29分53秒	63分54秒	2時間15分27秒

表2 選手の年齢と身体的特徴

番号	氏名	所属	生年月日	年齢	身長	体重	BMI	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	体水分量
				(歳)	(cm)	(kg)	-	(%)	(kg)	(kg)	(kg)
1	磯松 大輔	コニカ	1973/12/17	24.5	162	53.9	20.5	6.6	3.6	50.3	36.8
2	森川 貴生	NKK	1971/8/30	26.8	170	55.0	19.0	6.2	3.4	51.6	37.8
3	早田 俊幸	アラコ	1968/5/2	30.1	177	60.9	19.4	7.4	4.5	56.4	41.3
4	堀尾 典臣	積水化学	1972/9/20	25.8	176	60.5	19.5	7.6	4.6	55.9	40.9
5	服部 孝宏	鐘紡	1971/11/27	26.6	180	65.1	20.1	7.3	4.8	60.3	44.1
6	清水 康次	NTT中国	1969/10/17	28.7	175	52.1	17.0	5.1	2.7	49.4	36.2
7	高橋 健一	富士通	1973/1/16	25.4	165	56.3	20.7	6.0	3.4	52.9	38.7
8	清水 昭	東芝杵築	1976/8/30	21.8	165	53.2	19.5	4.5	2.4	50.8	37.2
9	渡辺 康幸	SB食品	1973/6/8	25.0	177	60.9	19.4	10.3	6.3	54.6	40.0
10	花田 勝彦	SB食品	1971/6/12	27.0	175	58.8	19.2	8.5	5.0	53.8	39.4
11	小島 宗幸	旭化成	1975/9/25	22.7	178	65.4	20.6	9.3	6.1	59.3	43.4
12	佐保 希	旭化成	1973/3/6	25.3	170	55.5	19.2	7.3	4.1	51.4	37.6
13	真内 明	旭化成	1971/9/1	26.8	172	59.8	20.2	8.7	5.2	54.6	40.0
14	三木 弘	旭化成	1975/6/10	23.0	175	57.6	18.8	6.6	3.8	53.8	39.4
15	佐藤 信之	旭化成	1972/8/8	25.9	177	60.4	19.3	8.1	4.9	55.5	40.6
16	小島 忠幸	旭化成	1976/11/22	21.6	174	62.5	20.6	8.1	5.1	57.4	42.0
	例数	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	合計	407.2	2768.0	937.9	313.3	117.6	69.9	868.0	635.4		
	平均値	25.4	173.0	58.6	19.6	7.4	4.4	54.3	39.7		
	標準偏差	2.3	5.2	4.0	0.9	1.5	1.1	3.2	2.3		
	最大	30.1	180.0	65.4	20.7	10.3	6.3	60.3	44.1		
	最小	21.6	162.0	52.1	17.0	4.5	2.4	49.4	36.2		

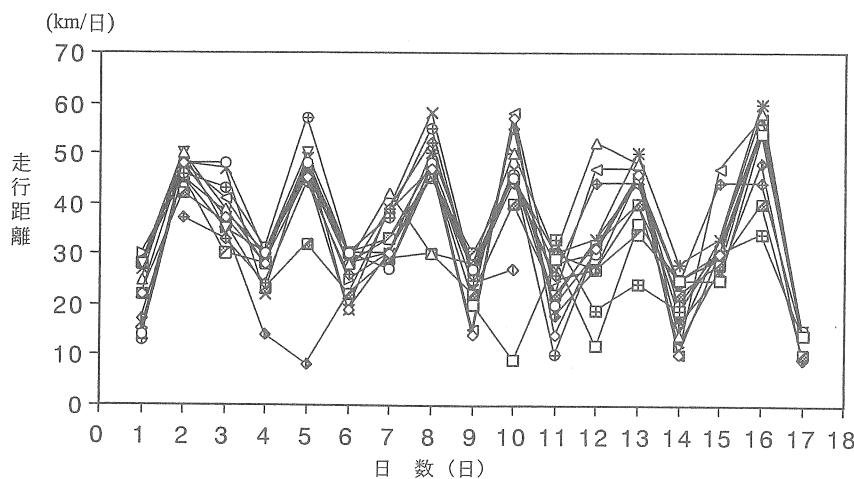


図1 各選手の走行距離

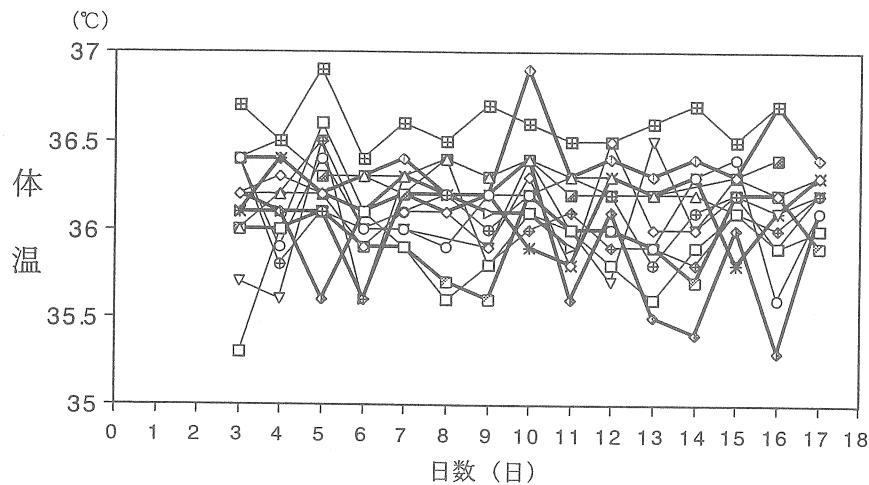


図2 体温の推移

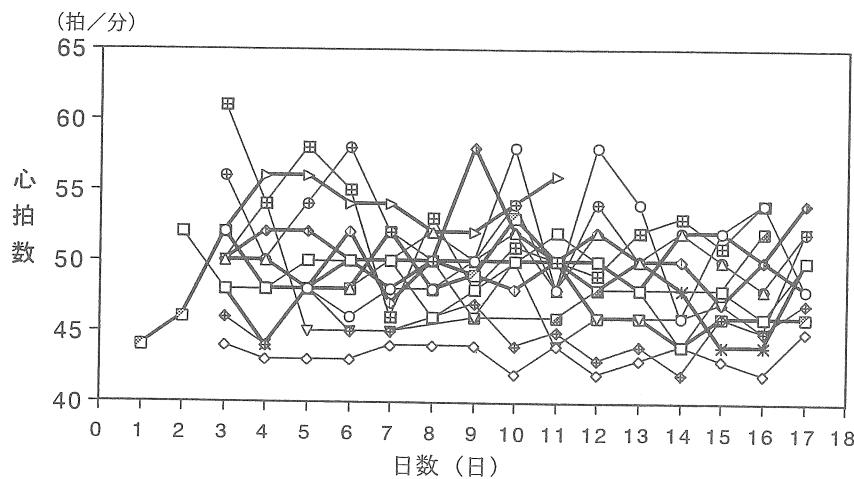


図3 心拍数の推移

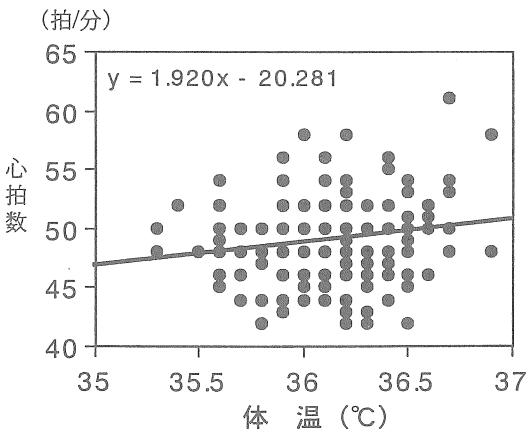


図4 体温と心拍数

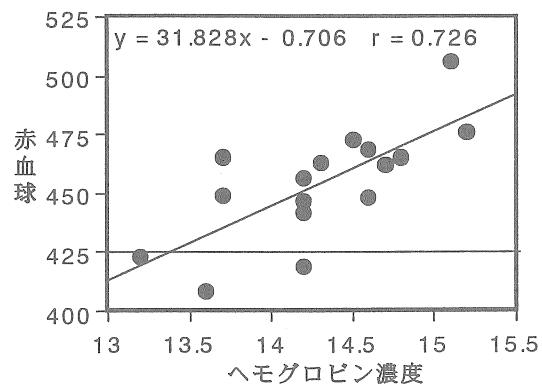


図5 Hb と RBC の関係

となる。全体的傾向として、このクラスのランナーでは、早朝空腹時の心拍数が55拍／分を越える時は、体温も高い傾向にあり、コンディショニングの面で良好な状態とは言えない。起床時に身体が熱っぽい、疲労感が強い、顔がむくんでいる、などの自覚症状を感じる時は、早朝ジョギングを控えることなどが望ましいと考えられる。

個人の成績から、早朝ジョギングが適正であるかどうかの判断は、清水選手では、心拍数が48拍／分、体温36.5°Cあたりが、分岐点であり、佐保選手では心拍数55拍／分、体温36.25°Cあたりが分岐点で、これを越える状態では早朝ジョギングはあまり推奨できないと判断できる。

#### 血液検査について

血液検査は、51項目について実施し、選手の体調について詳細にチェックした。また、各選手に、WBC, MCV, 網状赤血球、血清総たんぱく、GOT, GPT, 脂質代謝（総コレステロール、中性脂肪、HDLコレステロール）、残余窒素、血清アミラーゼ、電解質、ミオグロビン、テストステロン、鉄、亜鉛、銅、等についてそれぞれの数値のもつ意味を説明し、個々の選手の体調について説明した。

<図5>に合宿に参加した選手のヘモグロビン濃度と赤血球との関係を示した。貧血では赤血球値は下がらず、ヘモグロビン濃度が選択的に下がるのが普通であるが、全体的には赤血球数が少ない人ではヘモグロビン濃度も低い傾向にある。

特に赤血球が425万以下の3人は典型的な亜鉛不足の症例であると考えられ、ミネラルバランスの早急な改善が急務であることを指摘した。

#### まとめ

- 走行距離、体温、心拍数の合宿内での推移から、各個人に適切なコンディショニングの指標を提示した。
- 血液検査のうち、赤血球とヘモグロビン濃度の関係で、典型的な亜鉛不足の症例が3例みられ、早急な改善が急務であることを指摘した。
- 全合宿期間を通して、選手のコンディションチェックを実施した。

#### ②富山県立山地区（標高2,300～2,450m）における短期的高地トレーニング研究

報告者 小林寛道、山地 啓司、杉田 正明  
藤原 寛康、二上 敏博

#### 目的

従来高地トレーニングの期間はおよそ3週間を目途とされてきたが、短期間（3泊4日）の高地トレーニングでも効果が生じるのではないか、との予想を立て、標高2,300～2,450mでのトレーニングが可能な富山県立山地区（天狗平～室堂周辺）において、富山県教育委員会の協力を得て、高地トレーニングを実施した。

表3 3分間ペース走手順

1. ハートレートモニターの装着（ペース走中心拍数を記録）
2. 体操、ウォーミングアップ
3. 3～4速度で3分間走  
第1速度：1km5分00秒のペースで600m走（120秒/周）  
第2速度：1km4分00秒のペースで800m走（96秒/周）  
第3速度：1km3分30秒のペースで900m走（84秒/周）  
第4速度：1km3分00秒のペースで1000m走（72秒/周）  
第5速度：1km2分45秒のペースで1000m走（66秒/周）  
・陸上選手は第2、3、4、5速度で実施  
・クロスカントリー・陸上女子選手は第1、2、3速度で実施。
4. 各速度の終了直後に心拍数、RPEを記録し、血中乳酸濃度を測定。

#### 研究方法

高地トレーニングは、1998年7月8日～11日（第1期）、及び1998年9月3日～6日（第2期）までのそれぞれ3泊4日の日程で行い、トレーニング前（登山当日の午前）及びトレーニング後（下山1日後及び7日後の2回）に測定を実施した。

#### 対象

第1期は、高校及び成人クロスカントリー選手男子6名、女子4名、実業団陸上長距離・マラソン選手男子8名、女子2名、第2期は、高校クロスカントリー選手男子4名、女子4名、実業団及び大学長距離・マラソン選手男子4名、女子2名を対象とした。

#### 調査内容

高地トレーニング前後で血液検査、3分間ペース走テスト、心理テスト（POMS）を行った。3分間ペース走の手順については、＜表3＞に示した。

3分間ペース走では、各測定速度におけるゴール直前の血中乳酸濃度、最高心拍数、自覚的運動強度（RPE）を測定した。

血中乳酸濃度は、簡易乳酸測定装置（Lactate Pro 京都第一科学社製）、心拍数記録にはハートレートモニターバンテージXL（POLAR社製）を用いた。

高地トレーニング期間を通して、コンディションチェックとしての起床時脈拍、体重、尿検査、

自覚的疲労度、心理テスト（POMS）、栄養調査を実施した。

#### 結果と考察

##### 3分間ペース走からみたトレーニング効果

第1期の高地トレーニング前後に実施した3分間ペース走の測定結果について、対象群別に＜図6～14＞に示した。

##### クロスカントリー選手について

男子クロスカントリー選手＜図6＞では、トレーニング前に比較し、下山1日後、及び下山7日の測定値は、血中乳酸濃度、運動中心拍数、自覚的運動強度（RPE）とともに、低値を示し、トレーニング効果が著しいことを示した。

高地トレーニング前に比較し、下山1日目では心拍数が低値を示し、血中乳酸濃度とRPEは下山7日目に最も低い値を示した。

このグループは、早朝からハードな練習内容がこなされ、急斜面の山道を数時間かけてクロスカントリーする内容が主となっていた。

女子クロスカントリー選手4名＜図7＞では、高地トレーニング前後に血中乳酸濃度にはあまり顕著な差はみられなかったが、心拍数とRPEはトレーニング後で明らかな低値を示し、特に7日後にRPEが低水準となっていることが注目される。

高地トレーニング後では、同じ運動が楽に行われるようになったことを示している。

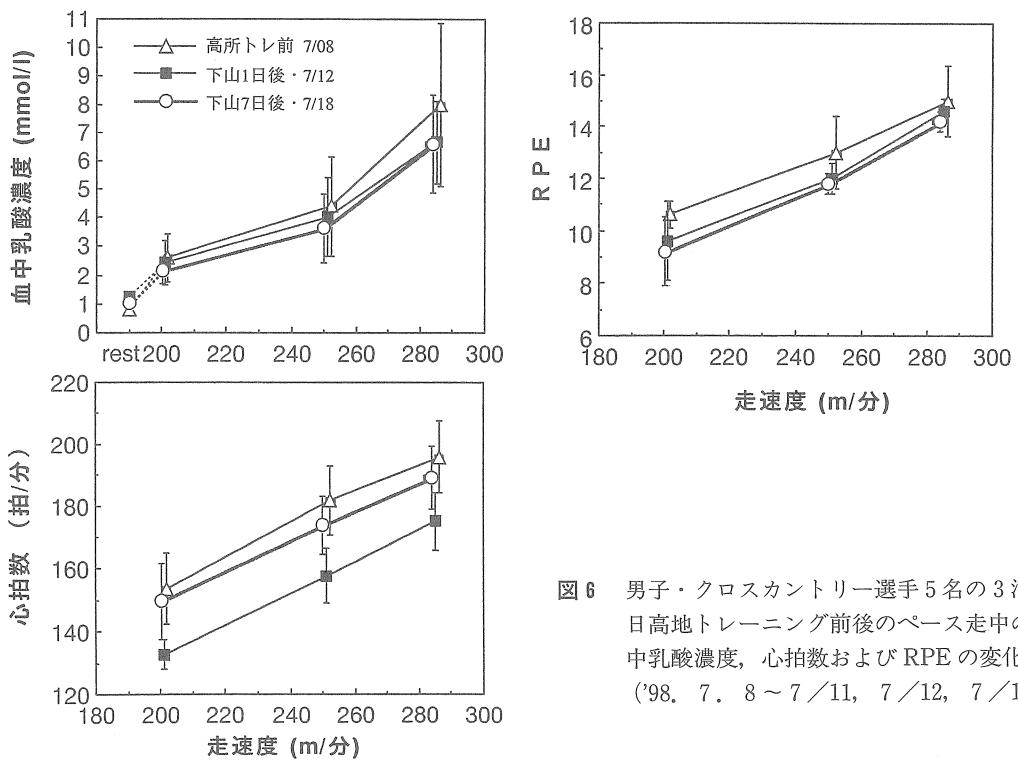


図6 男子・クロスカントリー選手5名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 7. 8~7/11, 7/12, 7/18)

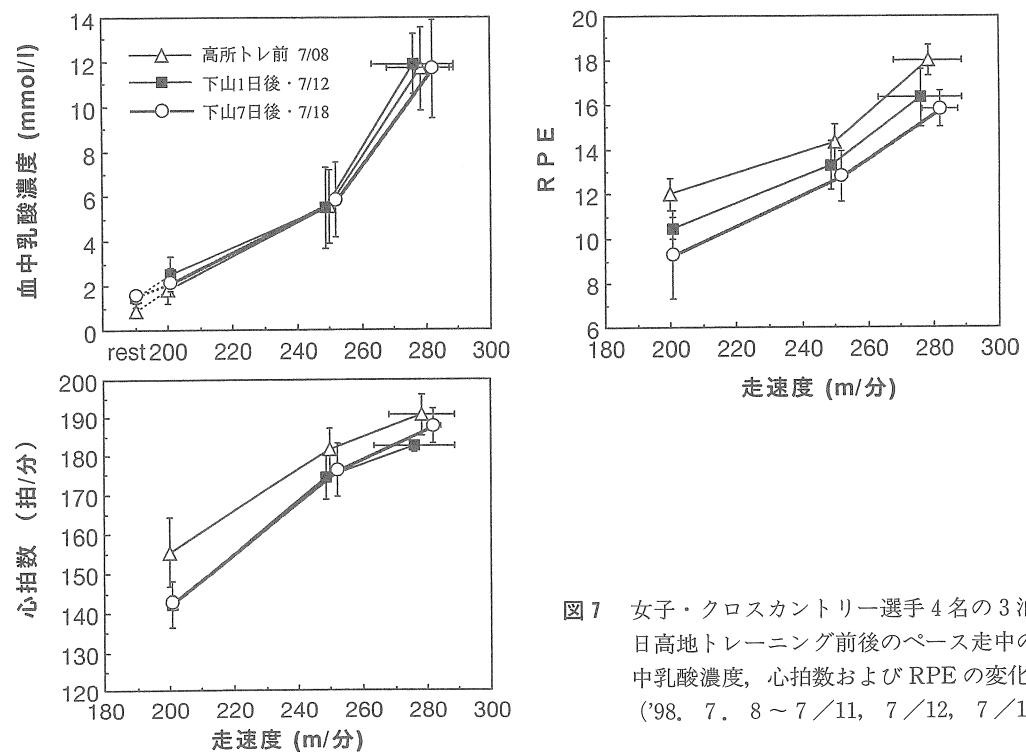


図7 女子・クロスカントリー選手4名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 7. 8~7/11, 7/12, 7/18)

### 長距離・マラソン選手について

男子長距離・マラソン選手は練習内容が異なったので、2群に分けてデータ処理した。

男子実業団Aグループ(YKK)＜図8＞では、高地トレーニング後に血中乳酸濃度、RPEはトレーニング前に比較して低値を示した。特に高い速度でのランニングで効果が顕著であった。心拍数については、分速330m付近でトレーニング後の値がやや低かったが、高い速度ではトレーニング前後ともほぼ最高心拍水準に達した。

男子実業団Bグループ(アラコ)＜図9＞には、マラソンの早田選手が含まれているが、ジョギングを中心としたメニューで練習量はあまり多くなかった。いわば、コンディショニングをかねた合宿の性格をもっていたと考えられる。

高地トレーニング前後の比較では、トレーニング後で血中乳酸濃度がやや低値を示し、心拍数、RPEは1段階低い水準を示した。このことは、高地トレーニング後でコンディションの向上がはか

れらでいることを示している。

女子長距離選手2名＜図10＞については、わずかながらトレーニング後で血中乳酸濃度、心拍数、RPEともに低値を示した。

これら、3分間走にみられる各グループの変化は、3週間の高地トレーニングを実施した場合の生体変化と類似している。このことから、3泊4日の短期的高地トレーニングは、少なくとも3分間程度継続する運動範囲においては、トレーニング効果が明らかであると考えられる。

### 第2期の測定結果

#### クロスカントリー選手について

第2期は、夏休みをはさんで、9月3日から第1期と同様な方法で高地トレーニングが実施された。この間、高校クロスカントリー選手は、男女ともヨーロッパの山岳地帯で高地トレーニングを実施し、疲労がとれない状態で第2期の高地トレーニングに参加した。

このため、第2期の高地トレーニングでは、3

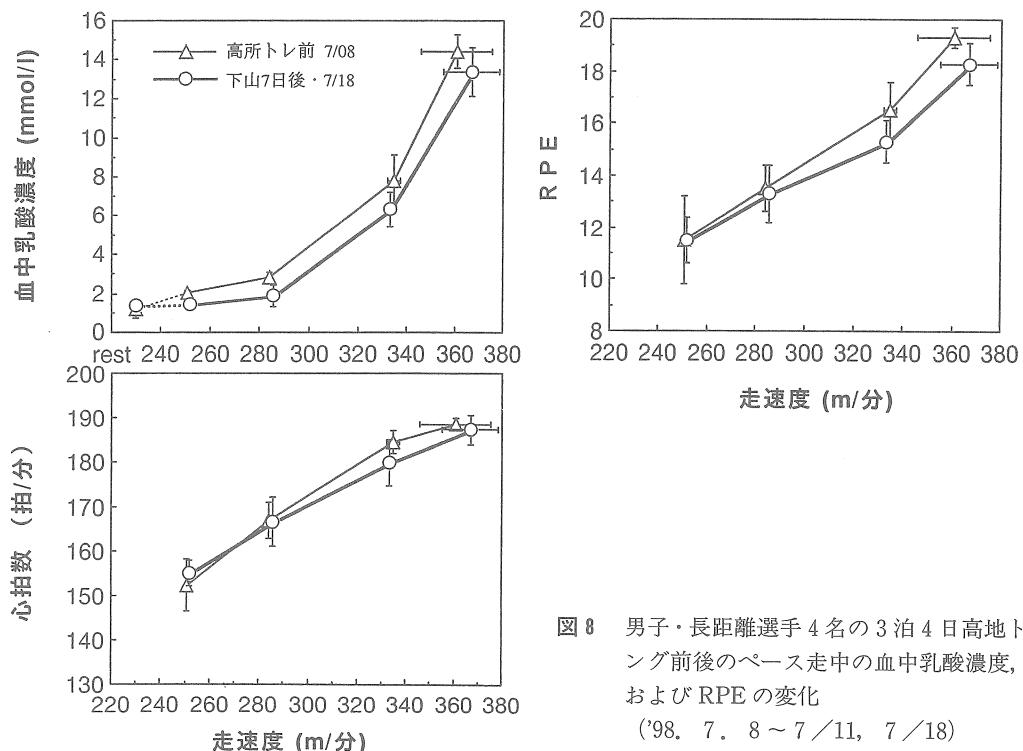


図8 男子・長距離選手4名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 7. 8～7/11, 7/18)

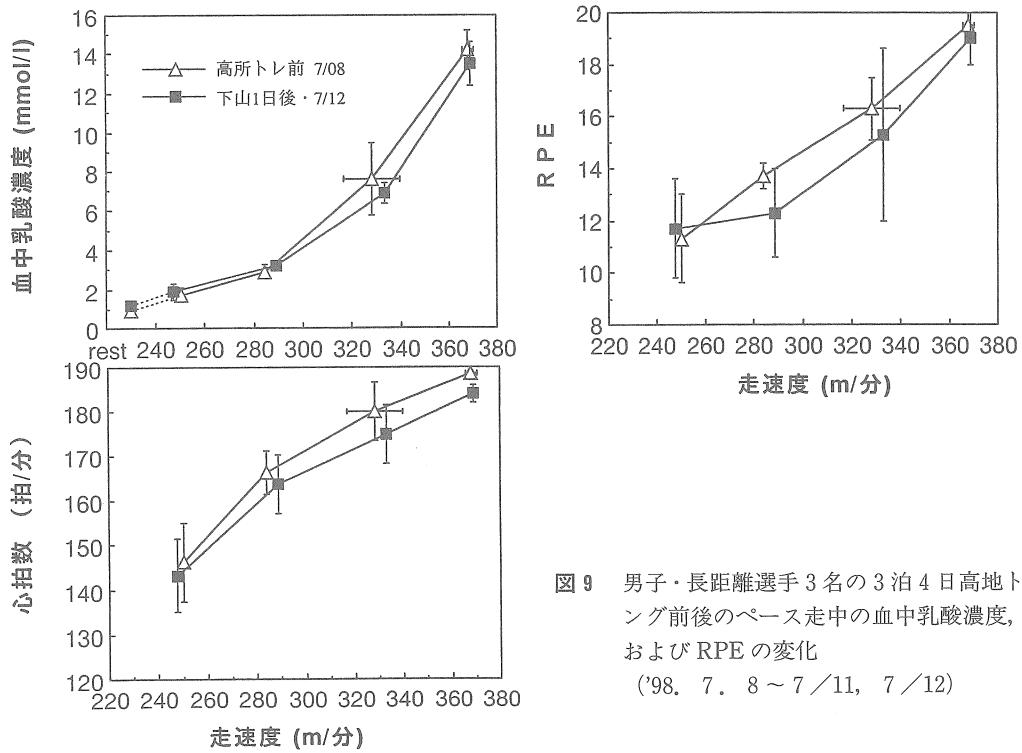


図9 男子・長距離選手3名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 7. 8 ~ 7/11, 7/12)

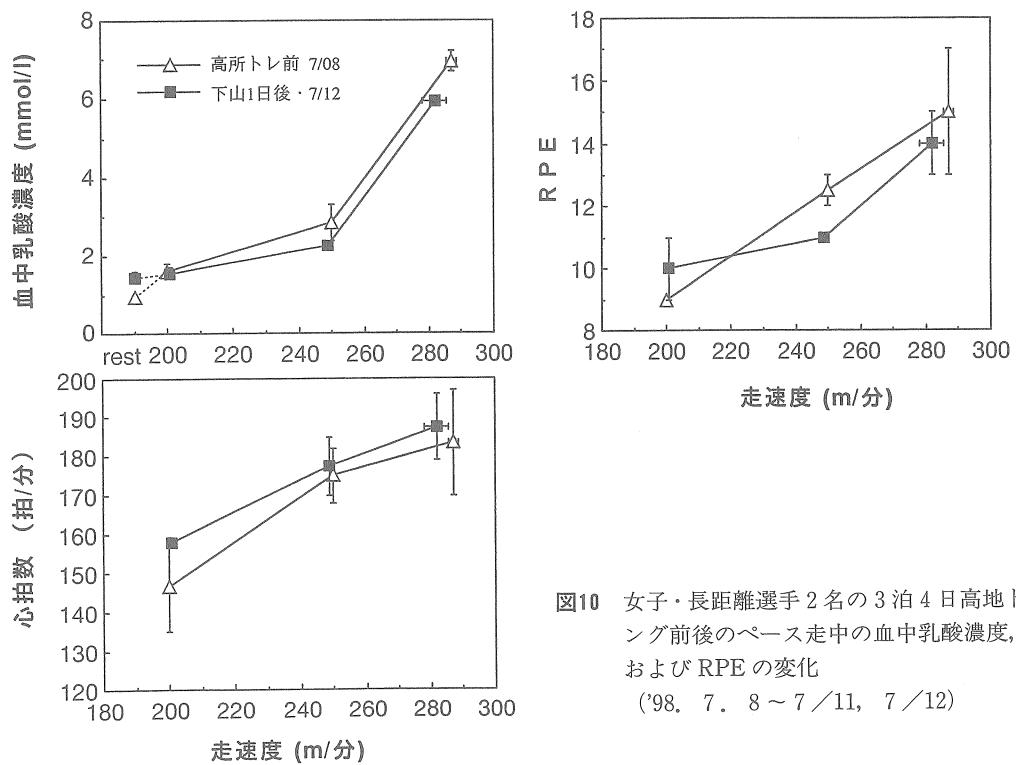


図10 女子・長距離選手2名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 7. 8 ~ 7/11, 7/12)

分間ペース走テストにおいてトレーニング前後で血中乳酸濃度は目立った変化はみられなかった。<図11>

心拍数にはトレーニング後にやや低値がみられたが、RPEでは、トレーニング後にむしろ上昇の傾向もみられた。

このことは、第2期の高地トレーニングではクロスカントリー男子選手にとってあまり効果がなく、むしろ疲労感を高めたと考えることもできる。トレーニングの様子をみても、従来の元気さがみられなかった。

クロスカントリー女子選手<図12>についても、ヨーロッパ遠征の疲れが抜けず、高地トレーニングによって、第1期のような明確な効果がみられなかった。また、血中乳酸濃度、心拍数について及びRPEも第2期では、高地トレーニング前よりも悪化した状態がみられており、3泊4日の短期的トレーニングといえども、トレーニング前の状態が疲労したままでは、トレーニング効果があがらないばかりか、むしろマイナスとなる様子がみ

られた。

#### 長距離選手の場合

大学・実業団チーム男子<図13>では、第2期のトレーニングで著しい効果はみられなかった。この場合もトレーニング後でややコンディションの低下がみられた。

女子の場合<図14>も同様で目立った変化はみられなかった。

いづれも夏のトレーニングの疲れが蓄積しているためと考えられる。

#### 血液性状の結果から

##### 第1期の検査結果

高校クロスカントリー男子5名のヘモグロビン濃度はトレーニング前14.56 g/dlから下山1日後13.68 g/dl、7日後14.44 g/dlと大きな変化がなく、女子4名もトレーニング前12.28 g/dlから下山1日後11.33 g/dl、7日後と12.08 g/dlと下山1日後でやや低値を示す傾向がみられた。

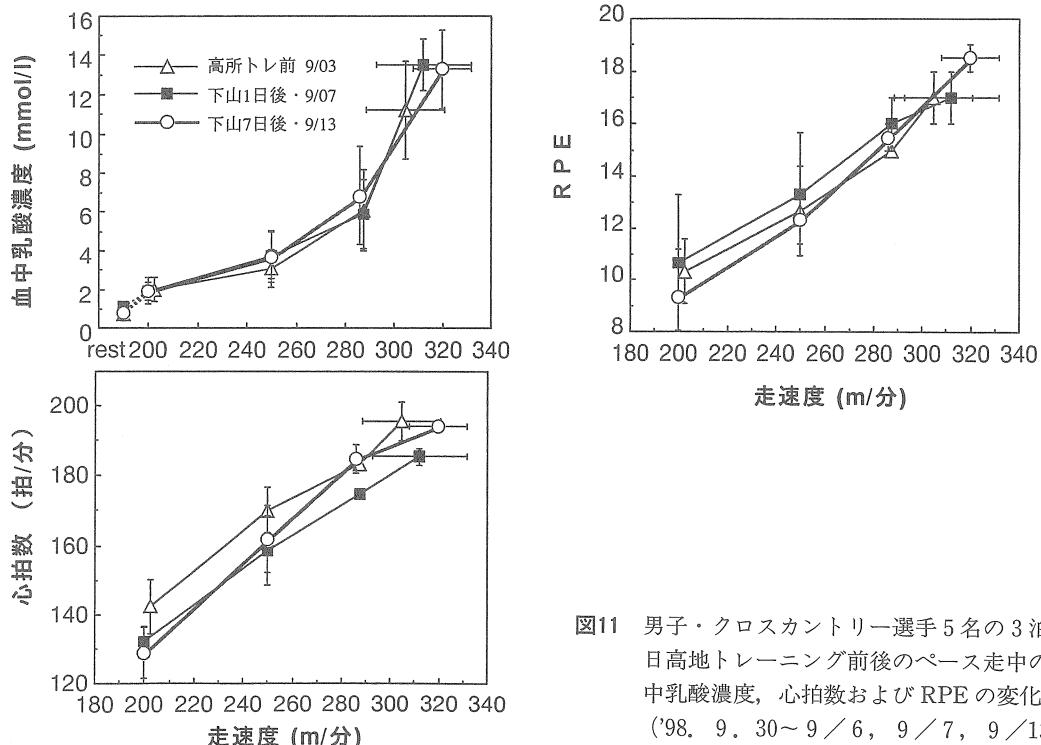


図11 男子・クロスカントリー選手5名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 9. 30~9/6, 9/7, 9/13)

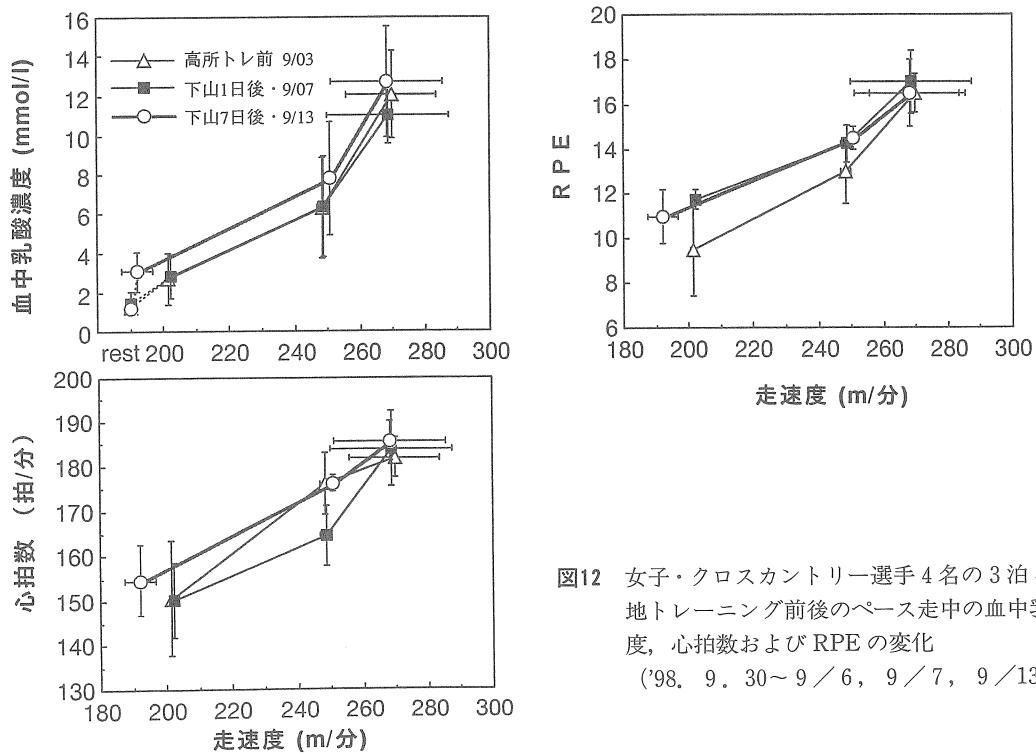


図12 女子・クロスカントリー選手4名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 9. 30~9/6, 9/7, 9/13)

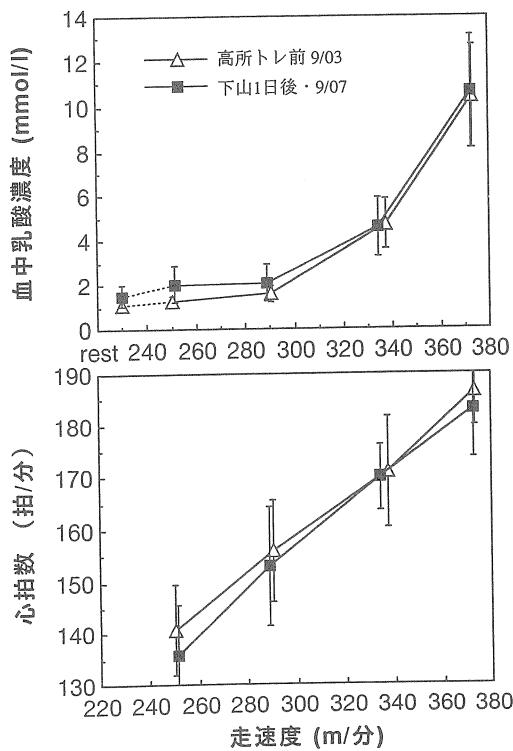


図13 男子・長距離選手4名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 9. 30~9/6, 9/7)

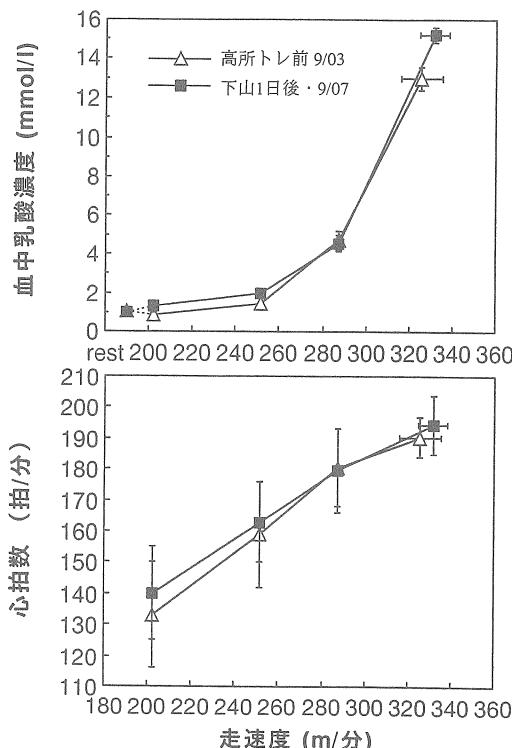
高地トレーニング効果がみられなかった第2期では、ヘモグロビンは男子でトレーニング前14.13 g/dl、下山1日後14.07 g/dl、下山7日後13.73 g/dlとトレーニング7日後で低値を示す様子を示し、女子でもトレーニング前11.38 g/dl、下山1日後11.45 g/dl、下山7日後に10.98 g/dlと低値を示した。

疲労の指標となるCPKは、第1期では男子177 IU/1、女子135IU/1と低値を示し、下山1日後では男子422IU/1、女子225IU/1と数値の上昇がみられた。

しかし、第2期ではトレーニング前の値が男子305IU/1、女子225IU/1とすでに疲労した状態にあり、トレーニング後ではさらに、男子497.0IU/1、女子270IU/1と上昇し、女子では、下山7日後においても412IU/1と高値を示した。このことは、第2期では3分間ペース走テストに良い結果が出せなかつことの生理学的裏付けとなろう。

#### 長距離・マラソン選手の場合

第1期では、男子では高地トレーニング前に比



較し、下山1日後では、ヘモグロビン濃度の上昇がみられた。すなわち、第1期ではトレーニング前14.07 g/dlから下山1日後14.67 g/dl、第2期では13.63 g/dlから下山1日後14.68 g/dlであった。第1期ではCPK値がトレーニング前436 IU/1、下山1日後592IU/1と高値を示し、トレーニングを行う身体状態はあまり良くなかったといえよう。第2期のCPKもトレーニング前268IU/1、下山1日後318IU/1と高地トレーニングによって、値の上昇がみられる。

女子選手については、ヘモグロビン濃度が第1期のトレーニング前13.05 g/dlから下山1日後で11.95 g/dlと低下したが第2期では12.70 g/dlから下山後1日では13.50 g/dlと上昇を示した。しかし、ヘマトクリットとの関連からみると、第1期ではヘマトクリット値の低下がおこり、血液の希釈によるヘモグロビン濃度の低下、第2期ではヘマトクリット値の上昇がみられ、血液濃縮の影響がみられる。

CPKの推移をみると、第1期では、トレーニング前237IU/1から下山7日後に289IU/1とわず

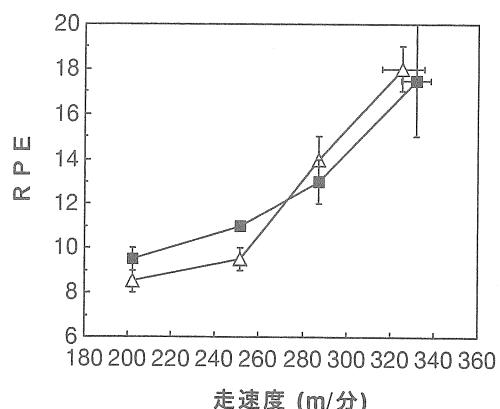


図14 女子・長距離選手2名の3泊4日高地トレーニング前後のペース走中の血中乳酸濃度、心拍数およびRPEの変化  
('98. 9. 30~9/6, 9/7)

かな上昇を示したが、第2期ではトレーニング前に410IU／1と高値を示し、非常に疲労した状態で高地トレーニングに臨んでいたことがわかる。従って、高地トレーニングを実施して効果をあげようとする場合には、トレーニングに臨む前の身体コンディションの調整を心がけなければならないことがわかる。

### POMS の調査結果

POMS を高地トレーニング前、トレーニング2日目、3日目、4日目(下山後)、下山1日後、下山7日後に実施した。

1期目のクロスカントリー男子5名のうち2名に2日後、3日後にV(活動性)の得点が要注意範囲になり、2名についてF(疲労)が要注意範囲になった他は、平常得点範囲であった。

クロスカントリー女子4名についても3名でV(活動性)が要注意範囲になった。

長距離男子A群では、2名でT(緊張)、D(抑うつ)、A(怒り)、F(疲労)、C(情緒混乱)の全てが要注意範囲、または危険範囲にあった。また、2名でF(疲労)、V(活動性)のいずれかが要注意にあった。

長距離男子B群では、1名が全ての項目で危険範囲、1名がF(疲労)、及びに要注意範囲が生じた。

このように、POMS 調査では、長距離男子選手は心身のコンディションが良好でない選手が多かった。

一方、女子長距離選手は、2名とも良好な状態にあった。

2期目のPOMS調査では、クロスカントリー男子1名に、A(怒り)、D(抑うつ)、V(活動性)、F(疲労)、C(情緒混乱)がトレーニング中の3日目に要注意範囲を示し、2名がV(活動性)、1名がF(疲労)に要注意範囲を示した。女子も、2名でV(活動性)が要注意範囲となった。

長距離男子A群では、3名でV(活動性)、1名でF(疲労)が要注意範囲となった。長距離女子では良好な状態にあった。

### まとめ

標高2,300～2,450mで短期間(3泊4日)の高地トレーニングを行うことは下山後のパフォーマンス向上させ、3分間走で血液乳酸濃度や心拍数、RPEのレベルを低下させる効果がみられた。このことは長期間トレーニング(3～6週間)のトレーニング効果と同様な様子であるが、ヘモグロビン濃度等の向上はみられない。

但し、良い効果を期待する時は、高地トレーニングに入る前の心身のコンディションを整えて、高地でのトレーニングも充実に行なうことが大切であることが明らかとなった。

### ③メキシコ(標高2,300～2,400m)における競歩選手高地トレーニング医科学サポート研究

報告者 小林 寛道、杉田 正明

日本陸上競技連盟の競歩選手のための強化合宿が1998年1月25日から4月3日までメキシコシティ(標高2,340m)で実施された。このうち3月10日から3月20日までの期日について、医科学サポート研究を実施した。

メキシコ高地トレーニングに参加した選手名及びトレーニング後に実施された競技会の成績を<表4>、<表5>に示した。

#### 3分間ペース走について

高地での3分間ペースウォーキングテストを参加13選手に実施した。測定の方法は<表6>に示した。

### 結果

高地での3分間ペースウォーキングテストにおける歩行ペースと血中乳酸濃度との関係を<図15>に示した。

男子では、現地在住のメキシコ選手が安静時から最も高い血中乳酸濃度を示し、歩行中も最も高い値を示した。

また、桂山選手が全ての速度で最も低い値を示した。女子では、点田選手の血中乳酸値が高く、三森由佳選手が最も低い水準を示した。坂倉、根岸の大学生選手では、比較的低速のウォーキングから血中乳酸の上昇する様子がみられた。

表4 メキシコ・高地トレーニング競歩合宿参加者一覧 (1998. 1. 25~4. 3)

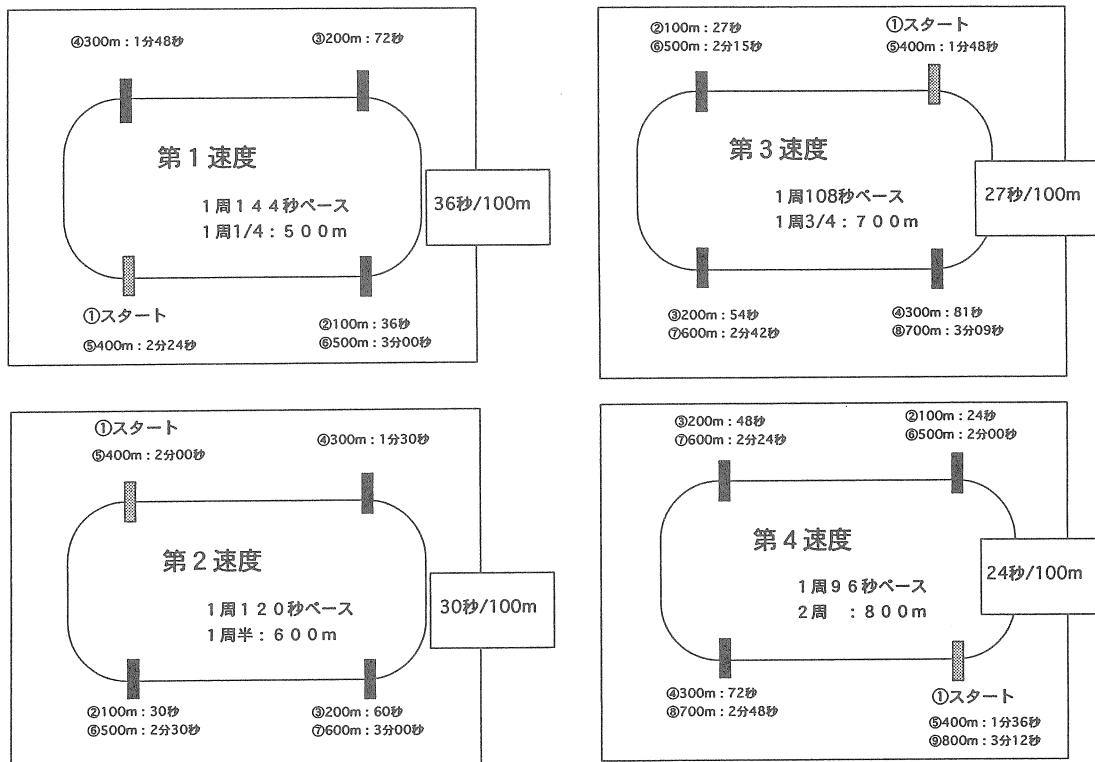
No.	氏名	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	競技実績 (ベスト記録など)	滞在期間
1	池島大介	23	183	68	20kmW1.20'27"(日本記録)	1.25-4.03 : 68日間
2	桂山賢二	27	180	63	20kmW1.23'33"	2.02-4.03 : 62日間
3	小池昭彦	24	170	52	20kmW1.25'36", 50kmW4.21'37"	2.02-4.03 : 62日間
4	奥村祐一	23	167	56	20kmW1.28'31", 50kmW4.22'11"	2.12-3.23 : 39日間
5	忠政啓文	21	172	57	20kmW1.29'06", 50kmW4.23'03"	2.12-3.23 : 39日間
6	牧野晋一郎	21	172	57	20kmW1.29'36", 50kmW4.35'03"	2.12-3.23 : 39日間
7	岡部尊行	19	178	63	5000mW21'19", 10000mW45'08"	1.25-4.03 : 68日間
8	三森由佳	26	162	47	10kmW44'05"	2.02-4.03 : 62日間
9	三森理恵	23	159	46	10kmW43'45"(日本記録)	2.02-4.03 : 62日間
10	坂倉良子	21	164	47	10kmW44'54"	2.09-3.20 : 41日間
11	根岸由紀子	19	162	48	5000mW24'12"10	3.01-3.31 : 30日間
12	点田麻香	20	161	50	5kmW25'39"	1.25-4.03 : 68日間

表5 メキシコ・高地トレーニング競歩合宿後競技成績一覧

No.	氏名	高所トレーニング前 ベスト記録	高所トレーニング後競技成績 輪島競歩大会'98.4.12, 順位, 記録	滞在期間
1	池島大介	20kmW1.20'27"(日本記録)	20kmW 3) 1.23'05"	1.25-4.03 : 68日間
2	桂山賢二	20kmW1.23'33"	20kmW 9) 1.30'43"	2.02-4.03 : 62日間
3	小池昭彦	20kmW1.25'36", 50kmW4.21'37"	—	2.02-4.03 : 62日間
4	奥村祐一	20kmW1.28'31", 50kmW4.22'11"	50kmW 5) 4.16'20"自己新	2.12-3.23 : 39日間
5	忠政啓文	20kmW1.29'06", 50kmW4.23'03"	50kmW 4) 4.15'12"自己新	2.12-3.23 : 39日間
6	牧野晋一郎	20kmW1.29'36", 50kmW4.35'03"	50kmW 6) 4.23'45"自己新	2.12-3.23 : 39日間
7	岡部尊行	5000mW21'19", 10000mW45'08"	—	1.25-4.03 : 68日間
8	三森由佳	10kmW44'05"	10kmW 3) 45'44"	2.02-4.03 : 62日間
9	三森理恵	10kmW43'45"(日本記録)	10kmW 1) 44'35"	2.02-4.03 : 62日間
10	坂倉良子	10kmW44'54"	10kmW 2) 45'22"	2.09-3.20 : 41日間
11	根岸由紀子	5000mW24'12"10, 10kmW55'25"	10kmW 9) 48'45"自己新	3.01-3.31 : 30日間
12	点田麻香	5kmW25'39"	10kmW 24) 56'34"	1.25-4.03 : 68日間

表6 3分間ペースウォーキングテスト手順

1. HRモニターの装着
2. 体操、ウォーミングアップ
3. 3~4速度で3分間ペースウォーキング  
2名づつ同時にスタートします。  
第1速度：1km 6分0秒のペースで500m走（144秒/周）  
第2速度：1km 5分0秒のペースで600m走（120秒/周）  
第3速度：1km 4分3秒のペースで700m走（108秒/周）  
第4速度：1km 4分0秒のペースで800m走（96秒/周）
4. 各速度でウォーキング終了直後、指先から微量採血を行い、  
血中乳酸濃度と主観的運動強度(RPE)を調べる。



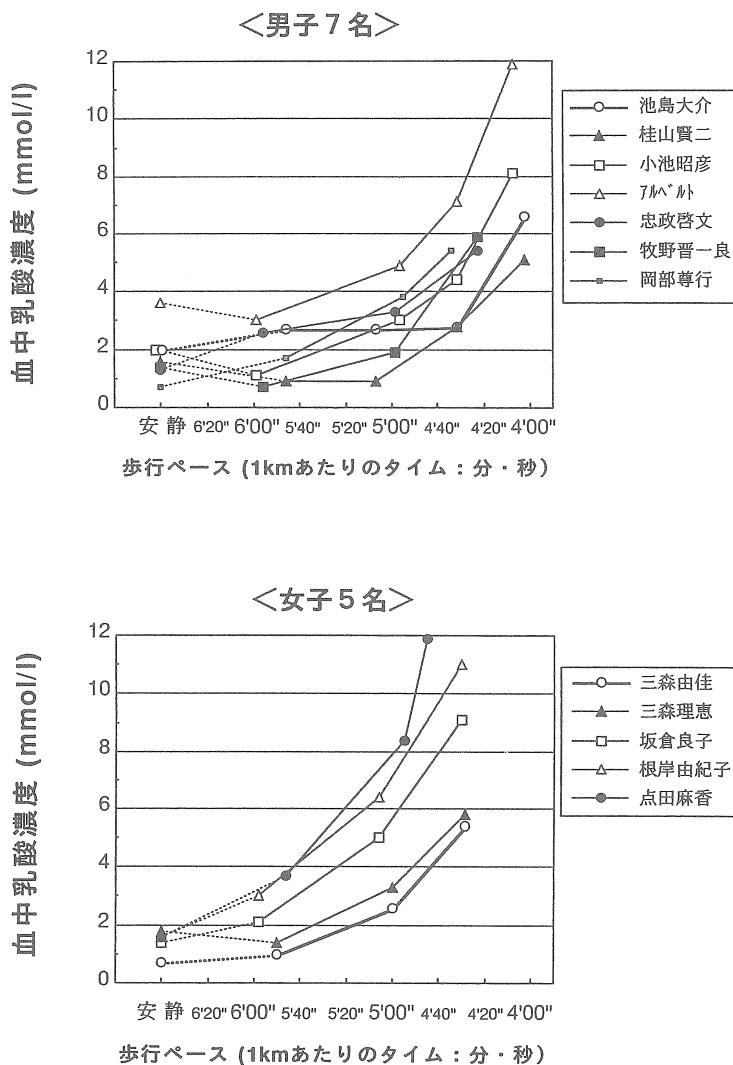


図15 3分間ペースウォーキングテスト測定結果  
(1998. 3. 14. AM 7:00-8:30, 於・メキシコシティ, セドム内トラック)

### トレーニング中の心拍反応

トレーニングの心拍数の推移を標高2,300m, 2,600m, 2,800m, 3,000mの場合について記録した。

<図16>は標高2,300mで10km競歩トレーニングをした時の男子1名、<図17, 18>は標高2,600mで20km競歩トレーニングを行った時の女子選手2名(1名は日本記録保持者)、<図19, 20, 21>は、標高2,600mで30km競歩トレーニングをした時の男子3名(1名は日本記録保持者)、<図22>は、標高2,600mで40km競歩トレーニングをした時の男子1名、<図23>は、標高2,800mで25km競歩トレーニングをした時の男子1名(日本記録保持者)、<図24, 25>は標高3,000mで12.5km及び30km競歩ト

レーニングをした時の男子2名のデータを示した。

これらのトレーニングは、心拍数160拍／分を基本ベースとして、160～170拍／分ゾーンで行われていることがわかる。

また、標高3,000mでの30km競歩トレーニングを行った桂山選手では、当初80分までは150～160拍／分ゾーンで推移したが、以後145～155拍／分ゾーンで30kmをトレーニングしている。

一方、12.5kmを行った日本記録保持者である池島選手では、180拍／分の水準を保持して80分歩いた。

高地でのトレーニングは、疲労が運動後に抜けにくいので、心拍数をコントロールしながらのトレーニングは有効であると考えられる。

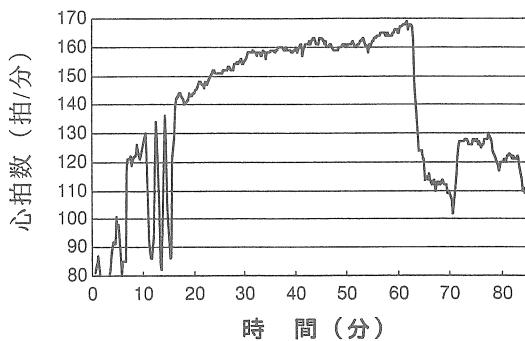


図16 10,000m競歩トレーニング(47分30秒)中の心拍数：桂山賢二(於・メキシコシティ、セドム内トラック、メキシコ：標高2,300m, '98. 3. 16午後)

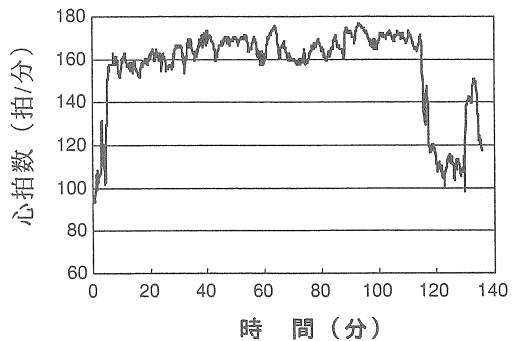


図18 20km競歩トレーニング(1時間50分24秒)中の心拍数：坂倉良子(於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12)

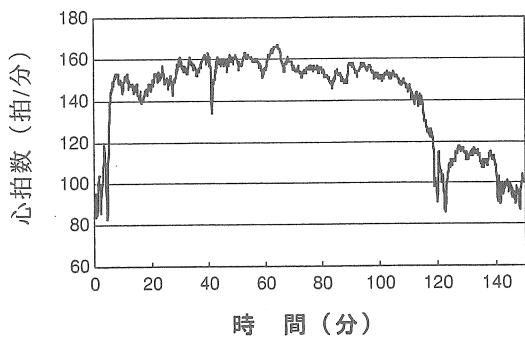


図17 20km競歩トレーニング(1時間53分49秒)中の心拍数：三森理恵(於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12)

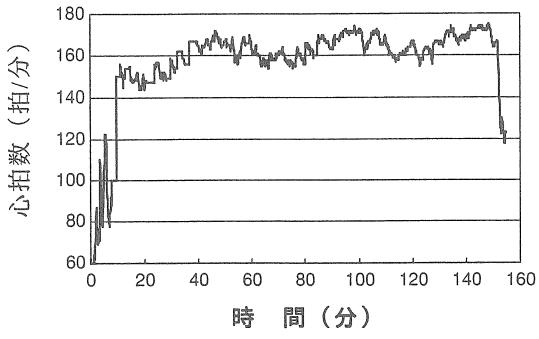


図19 30km競歩トレーニング(2時間23分58秒)中の心拍数：池島大介(於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12)

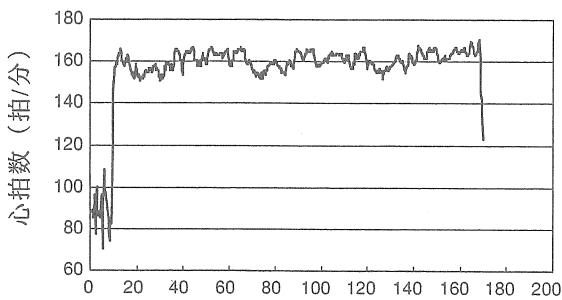


図20 30km競歩トレーニング（2時間28分10秒）中の心拍数：桂山賢二（於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12）

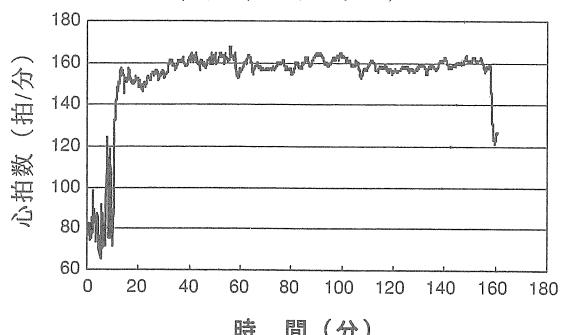


図21 30km競歩トレーニング（2時間38分58秒）中の心拍数：忠政啓文（於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12）

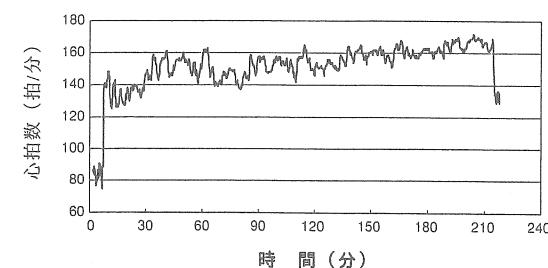


図22 40km競歩トレーニング（3時間27分39秒）中の心拍数：小池昭彦（於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 12）

### まとめ

- メキシコでの高地トレーニングの様子を3分間ペースウォーキングとトレーニング中の心拍水準のモニターからとらえた。
- 歩行ペースと血中乳酸濃度との関係には、大きな個人差がみられ、高地トレーニングを良く

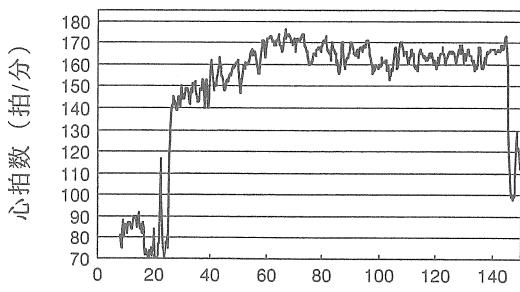


図23 25km競歩トレーニング（1時間59分30秒）中の心拍数：池島大介（於・テボソトラン、メキシコ：標高2,600m, '98. 3. 16午前）

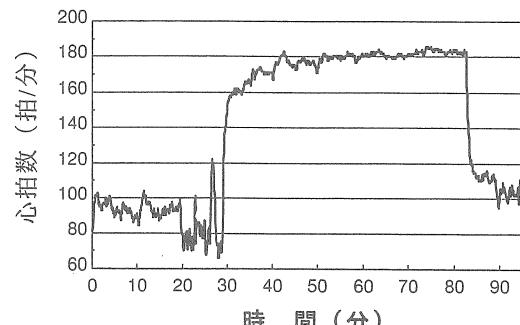


図24 12.5km競歩トレーニング（53分33秒）中の心拍数：池島大介（於・デシェルト、メキシコ：標高3,000m, '98. 3. 18午前）

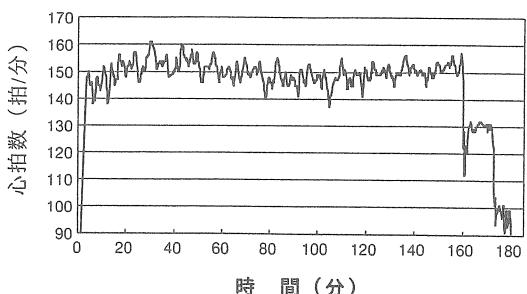


図25 30km競歩トレーニング（2時間38分00秒）中の心拍数：桂山賢二（於・デシェルト、メキシコ：標高3,000m, '98. 3. 16午前）

積んだ選手では、高地でも血中乳酸濃度の上昇が少ないことが明らかとなった。

- トレーニング中の心拍数は、160拍／分をベースゾーンとして行われており、標高3,000mでも145～155拍／分で30kmを歩くことができた。

### 3. 水泳競技の高地トレーニング医・科学サポート

報 告 者 若吉 浩二<sup>1)</sup> 萩田 太<sup>2)</sup> 田中 孝夫<sup>2)</sup>  
有吉 讓<sup>3)</sup> 清田 隆毅<sup>4)</sup> 鈴木 陽二<sup>4)</sup>

#### はじめに

平成10年度における水泳競技の国際大会は、12月に開催されたバンコクアジア大会のみであった。例年通りであれば、夏季のシーズンに国際大会が開催され、それに向けた高地トレーニングも実施しやすいのだが、今年度の場合、アジア大会が冬期であったため、ナショナルチームとして、スケジュール的に冬期に高地トレーニングを組み込むことを事前に計画立てることは困難であった。なぜならば、ナショナルチームに所属するような選手やコーチ陣は、すでにシドニーオリンピックを意識しており、それに合わせたトレーニングスケジュールを考えていくと、冬期に高地トレーニングを行うことに対して、少なからずもリスクを感じていた。したがって、本年度の水泳競技における高地トレーニングサポートは、アジア大会に出場した3名の選手（鹿島、田中、浜野）の所属するセントラルスポーツ研究所が、夏季に実施した高地トレーニング（アメリカ・ソルトレイクシティ）に対して、医科学的側面からサポートを行った。そのサポート内容とその結果を報告する。

#### 1-1. トレーニングスケジュールおよびトレーニング内容の検討

##### 1. 競技会までのスケジュール

水泳の高地トレーニングは、3週間でトレーニングが組まれることが多い。実際に、日本、中国、オーストラリアなどの多くのナショナルチームが高地に3週間滞在してトレーニングを行った後、3週間の平地における調整トレーニング期間を持って競技会に望んでいる。このパターンとほぼ同

じく、今回の高地トレーニング合宿は、平地で3週間高地トレーニングに備えた泳ぎ込みを実施した後、競技会の約6週間前から3週間の高地トレーニング合宿を行った。下山後、平地で約3週間（18日間）の調整期間を取って競技会へ参加した。

表1は、目標とする競技会として設定された国民体育大会までのスケジュールを示している。今回の対象となった3選手はアジア大会代表に選ばれており、7月19～30日は、日本水泳連盟のアジア大会代表強化合宿（オーストラリア）に参加した。オーストラリアから帰国した後、鹿島選手は翌日の7月31日に関東学生選手権、浜野選手は8月1・2日に行われた日本実業団大会に参加した。ソルトレイクシティ（米国）には8月3日に出発し、8月24日まで高地トレーニング合宿を行った。ソルトレイクシティから帰国後、田中、鹿島両選手は、所属クラブで練習を行った後、所属大学の合宿を経て、帰国後（下山後）10日目にあたる9月3日から行われた日本学生選手権（東京辰巳国際水泳場）に出席した。その後、田中選手は千葉県、鹿島選手は東京都の国民体育大会に向けた合宿に参加した。浜野選手は、所属クラブで練習を行った後、千葉県の国民体育大会に向けた合宿に参加し調整を行った。3選手は、県、都の合宿を経て、9月12～15日に神奈川県の相模原市立総合水泳場で行われた国民体育大会に出席した。

##### 2. トレーニングスケジュール

練習は、自由形短距離を専門とする浜野選手とバタフライを専門とする田中、鹿島の2選手で2つに分けて実施された。

表2は、1週間毎の練習日数、練習回数およびトレーニング量を示している。7週目の後半より、大学や国体合宿にそれぞれが参加しており、7週目は5日間のデータとなっている。また、これらのデータを図1～図4に表した。

1) 奈良教育大学

2) 鹿屋体育大学

3) 共立病院

4) セントラルスポーツ研究所

表1 トレーニングスケジュール

		浜野	田中	鹿島
1週	7/13-7/19			所属トレーニング
2週	7/20-7/26			アジア大会代表合宿（豪州）
3週	7/27-8/2		日本実業団大会	所属トレーニング 関東学生選手権大会
4週	8/3-8/9			
5週	8/10-8/16			高所トレーニング
6週	8/17-8/23			
7週	8/24-8/30			所属トレーニング
	8/31-	国体合宿		大学合宿 日本学生選手権大会 国体合宿
	9/12-9/15			国民体育大会

表2 1週間毎のトレーニング量

練習日数	(日)		(回)		総泳距離 (m)		総泳距離／日 (m)		総泳距離／回 (m)	
	浜野	田中 鹿島	浜野	田中 鹿島	浜野	田中 鹿島	浜野	田中 鹿島	浜野	田中 鹿島
1週	4	5	4	7	22200	39300	5550	7860	5550	5614
2週	6	6	9	10	56200	65500	9367	10917	6244	6550
3週	3	5	5	7	31100	46000	10367	9200	6220	6571
4週	5	5	8	8	45119	46719	9024	9344	5640	5840
5週	6	6	10	10	52139	57137	8690	9523	5214	5714
6週	6	6	11	11	47593	51776	7932	8629	4327	4707
7週	3	3	3	3	12850	15200	4283	5067	4283	5067

注：7週は、8/24-29日の5日間

図1は、1週間毎の練習回数を示したものである。練習回数は、浜野選手と田中・鹿島選手で高地トレーニングの前3週間に若干の差が見られ、浜野選手の練習回数がやや少なかった。しかし、高地トレーニング期間中の3週間および下山後(7週目)に差はみられなかった。1週目および3週目の練習回数が少なかった理由として、合宿のための移動や試合などがあったことがあげられる。一方、高地トレーニング2週間前の2週目は、オーストラリア合宿中にあたり、泳ぎ込みがなされ

たため練習回数が多くなっていた。このオーストラリア合宿では前後の移動日も含めた12日間で浜野選手は14回、約97,500m、田中・鹿島選手は15回、約87,300mの練習を行っていた。高地トレーニング合宿の3週間(4~6週目)では、週を追うごとに練習回数が増え、高地トレーニングの最後の週(6週目)には3選手とも、ここに示した7週間で最高の練習回数(11回)を示した。

図2に1週間の総泳距離を示している。田中・鹿島両選手の泳距離は、全ての週で浜野選手を上

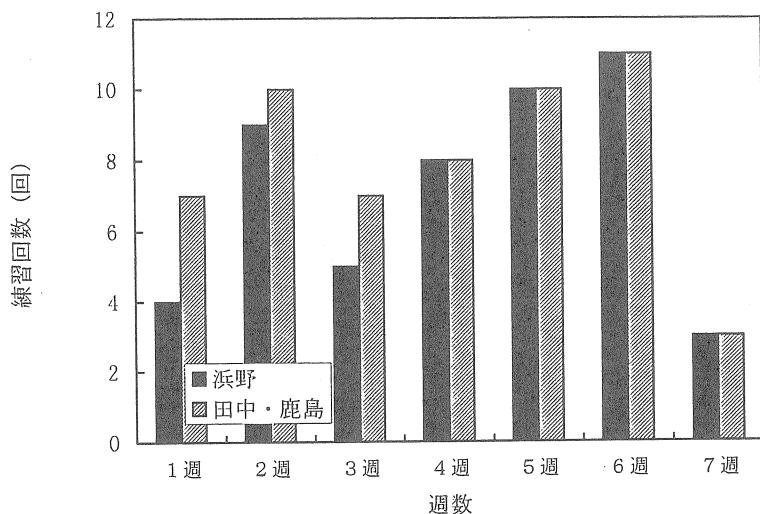


図1 1週間の練習回数

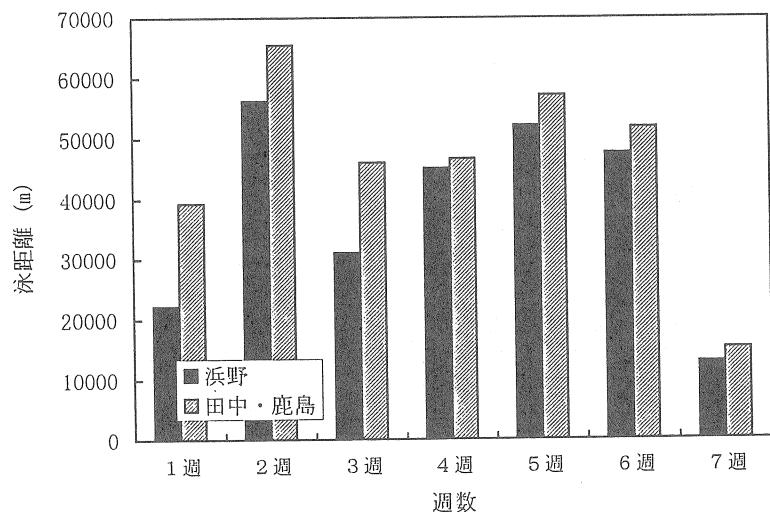


図2 1週間の総泳距離

回っていた。1週間の総泳距離の変化は、当然のことながら練習回数に大きく依存しており、ほぼ同様の変化を示していた。しかしながら、高地トレーニング期間中の3週間では、週を追うごとに練習回数が増加していったのに対し、総泳距離では6週目（高地における3週目）で前週よりも泳距離は少なくなっていた。最も長い泳距離は、浜野選手、田中・鹿島選手のいずれの場合も2週目にみられ、それぞれ約56,200m、65,500mであった。反対に、最も少なかったのは（7週目を除く）、

1週目で浜野選手は約22,200m、田中・鹿島選手は約39,300mであった。

図3は、1週間の総泳距離を練習日数で割ることにより求めた1日あたりの平均泳距離を示している。浜野選手は、徐々に泳距離が増え、高地トレーニング直前の3週目に最高値（約10,400m）を示し、その後の高地合宿において徐々に減少していく一つの山型を示していた。一方、田中・鹿島選手の場合は、オーストラリア合宿期間にあたる2週目（約10,900m）と、高地トレーニング中

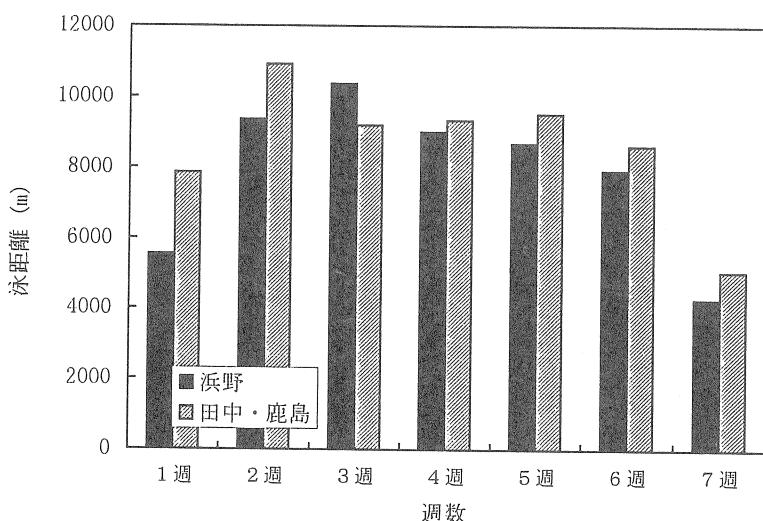


図3 1日あたりの平均泳距離

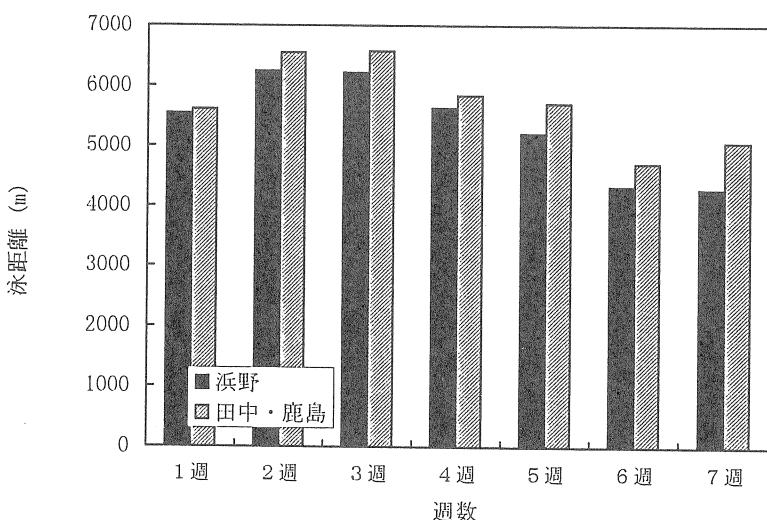


図4 1回の練習あたりの平均泳距離

の5週目(約9,700m)を頂点とする2つの山型が認められた。下山後の7週目は、最も少ない泳距離を示しており、浜野選手は約4,300m、田中・鹿島選手は約5,100mとピーク時と比較すると半分以下となっていた。

図4は、1週間の総泳距離を練習回数で割ることによって算出した1回練習あたりの平均泳距離の変化を示している。田中・鹿島選手の泳距離は、全ての週で浜野選手のそれを上回っていた。最長の泳距離は、浜野選手は2週目(約6,200m)、鹿島・田中選手は3週目(約6,600m)に観察された。その後、3選手とも練習1回あたりの泳距離は、徐々に減少していき、浜野選手は下山後の7週目(約4,300m)、田中・鹿島は高地トレーニング合宿の最終週の6週目(約4,700m)において最も少ない値を示した。

表4は、表3に示したトレーニングカテゴリーの分類にしたがって練習内容を分類し、それぞれのカテゴリーごとの泳距離とその割合を示したものである。また、各トレーニングカテゴリーの泳距離の1週間の総泳距離に対する割合を図5および6に示した。この図で他の週に比べ特徴的な週

は、4週目であった。この高地トレーニングの最初の週にあたるこの週は、A2の割合が他の週と比較して大きく、浜野選手、田中・鹿島選手のいずれの場合も50%を超えていた。A2は泳距離で見た場合にも、この4週目において最も高い値を示していた。そして、反対にENは、浜野選手で21.8%、田中・鹿島選手で21.3%と7週間で最も低い割合を示しており、泳距離でも最も低い値(7週目を除く)を示していた。さらに、ANが0%と全く行われなかったことも4週目の大きな特徴である。ANは、5週目においても平地でのトレーニング時と比べてその割合は低くかった。しかし、高地での最後の週(6週目)には約5.5%を占め、ANの割合は平地と差がなくなっていた。

4週目の以外に目立った点は、ENのトレーニングが、高地トレーニング直前の3週目に浜野選手(35.7%)、田中・鹿島選手(36.7%)のいずれでも比較的高い割合で行われていたことである。A1の割合に関しては、3選手とも約22%と1週目がやや少なかった以外は7週間を通して大きな変化は示されなかった。

表3 トレーニングカテゴリーの分類

A1	エアロビック	ウォーミングアップ、クーリングダウン
A2		Kick、Pull、その他様々なスイム
EN	エンデュランス	HR130~150、Rest10"~30"(5"~15") HR150~170、Rest20"~1' HR180~Max、Rest1'~2'
AN	アネロビック	HR ~Max、Swim:Rest=1:1~1:2 HR ~Max、Swim:Rest=1:2~1:8 HR150~170、10~50m、Rest10"~5'

表4 カテゴリー別の水泳距離および分類

総泳距離 (m)	泳距離				総泳距離に対する割合			
	A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	A1 (%)	A2 (%)	EN (%)	AN (%)
<b>浜野</b>								
1週	22,200	4,800	7,300	10,000	100	21.6	32.9	45.0
2週	56,200	16,540	20,800	15,800	3,060	29.4	37.0	28.1
3週	31,100	8,205	10,100	11,100	1,695	26.4	32.5	35.7
4週	45,119	12,278	22,987	9,855	0	27.2	50.9	21.8
5週	52,139	15,639	18,681	16,862	957	30.0	35.8	32.3
6週	47,593	14,352	17,112	13,515	2,614	30.2	36.0	28.4
7週	12,850	3,800	5,300	3,100	650	29.6	41.2	24.1
<b>田中／鹿島</b>								
1週	39,300	8,750	16,150	13,250	1,150	22.3	41.1	33.7
2週	65,500	17,395	24,200	21,100	2,805	26.6	36.9	32.2
3週	46,000	11,655	15,400	16,900	2,045	25.3	33.5	36.7
4週	46,719	12,278	24,487	9,955	0	26.3	52.4	21.3
5週	57,137	15,639	23,253	17,188	1,057	27.4	40.7	30.1
6週	51,776	14,626	18,392	16,018	2,740	28.2	35.5	30.9
7週	15,200	3,700	7,000	3,600	900	24.3	46.1	23.7

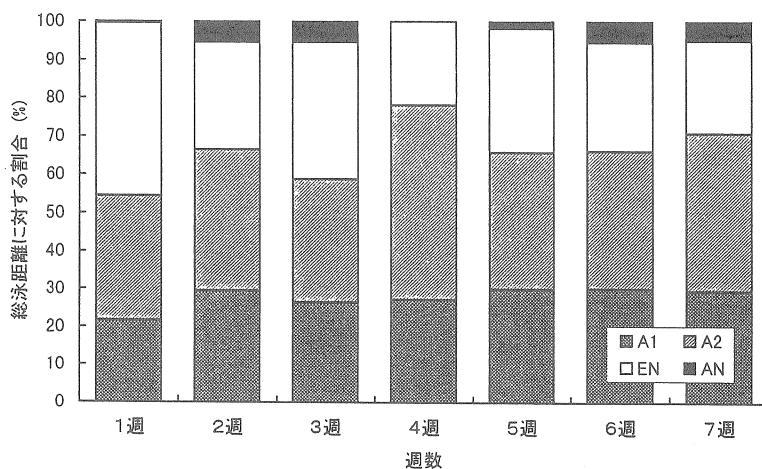


図5 トレーニングカテゴリー毎の総泳距離に占める割合（浜野）

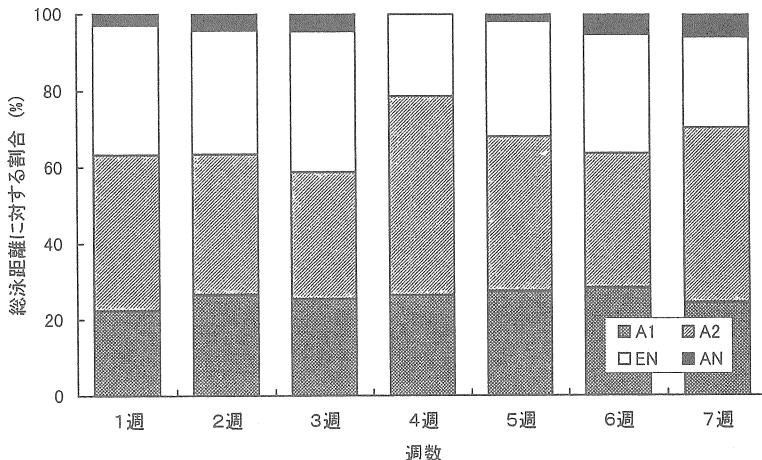


図 6 トレーニングカテゴリー毎の総泳距離に占める割合変化 (田中・鹿島)

### 3. 高地トレーニング合宿中のトレーニング

表5に、高地トレーニング中のトレーニングスケジュールを示した。

練習は、1週目が8回、2週目が10回、3週目は11回であった。1週目は1日2回練習が3日、1回練習が2日であった。2週目は、1日2回の練習の日が4日、1回の日が2日であった。3週目は、2回練習の日が5日、1回練習の日が1日であった。

水中トレーニングは、1回約2時間、基本的に午前はAM 6:30、午後はPM 3:30から行われた。また、午前中の練習は50mの長水路コースを使用し、午後の練習は25ヤードコースを使用して行われた。

陸上トレーニングは、基本的に午前中の水中練習終了後、普段と同じく1時間行われた。練習を始めた3日間はエアロバイクを利用した有酸素トレーニングが行われた。また、その後は、サーキットトレーニング、腹筋・背筋を中心とした基礎的トレーニング、チューブトレーニングが順番に日を替えて実施された。これらのトレーニング後、マシンを使用したウェイトトレーニングおよびストレッチは毎日実施された。

図7は、1日の総泳距離の変化を示している。1日の総泳距離が最も多かったのは、浜野選手、田中・鹿島選手のいずれの場合も、高地4日目での約13,100mであった。各週における1回練習あ

たりの平均練習距離は、浜野選手、田中・鹿島選手とも1週目から3週目にかけて週単位での減少が認められた。さらに、週の始め（オフ明け）に泳距離は最高を示しており、1週間の中でも後半にかけて日毎に泳距離が減少していく傾向がみられた。このように、合宿後半にむけて徐々に泳距離は減少しており、最長泳距離を示した3日目と同じ1日2回練習の20日目の泳距離はおよそ60%になっていた。これらのことから、量的なピークは合宿初期にあり、4日目に当たれていることが認められた。

表6、7は、浜野選手と田中・鹿島選手それぞれの高地トレーニング期間中の毎日の各カテゴリー毎の泳距離を示している。2回練習の午前練習と午後練習の泳距離を比較すると、1週目は25ヤードプールを使用した午後の方が多い傾向にあった。表8と図8、表9と図9は、浜野選手と田中・鹿島選手の高地トレーニング期間中の1日総泳距離に占める各トレーニングカテゴリーの占める割合を示している。図7と図8を比較してみるとわかるように、浜野選手と田中・鹿島選手のトレーニングカテゴリーの割合の変化に大きな差異はみられなかった。まず、ANの練習が、合宿10日目まで行われておらず、11日目からトレーニングに組み入れられていることがわかる。ANが行われていなかった10日目までのトレーニングは、その

表5 高地合宿期間中のトレーニングスケジュール

	8／3 (月)	8／4 (火)	8／5 (水)	8／6 (木)	8／7 (金)	8／8 (土)	8／9 (日)
午 前		オフ	水中トレーニング 陸上トレーニング (エ・筋・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (エ・サ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (サ・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (チ・ウ・ス)	オフ
午 後	到着	水中トレーニング 陸上トレーニング (エ・筋・ス)	水中トレーニング	水中トレーニング	水中トレーニング	オフ	オフ
	8／10 (月)	8／11 (火)	8／12 (水)	8／13 (木)	8／14 (金)	8／15 (土)	8／16 (日)
午 前	水中トレーニング 陸上トレーニング (筋・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (サ・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (チ・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (筋・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (サ・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (チ・ウ・ス)	オフ
午 後	水中トレーニング	水中トレーニング	オフ	水中トレーニング	水中トレーニング	オフ	オフ
	8／17 (月)	8／18 (火)	8／19 (水)	8／20 (木)	8／21 (金)	8／22 (土)	8／23 (日)
午 前	水中トレーニング 陸上トレーニング (筋・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (サ・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (チ・ウ・ス)	オフ	水中トレーニング 陸上トレーニング (筋・ウ・ス)	水中トレーニング 陸上トレーニング (サ・ウ・ス)	オフ
午 後	水中トレーニング	水中トレーニング	水中トレーニング	オフ	水中トレーニング	水中トレーニング	水中トレーニング 陸上トレーニング (チ・ウ・ス)
	8／24 (月)						
午 前	出発	陸上トレーニング エ：エアロバイク サ：サーキットトレーニング ウ：ウェイトトレーニング			筋：腹筋、背筋等の筋力トレーニング チ：チューブトレーニング ス：ストレッチ		
午 後							

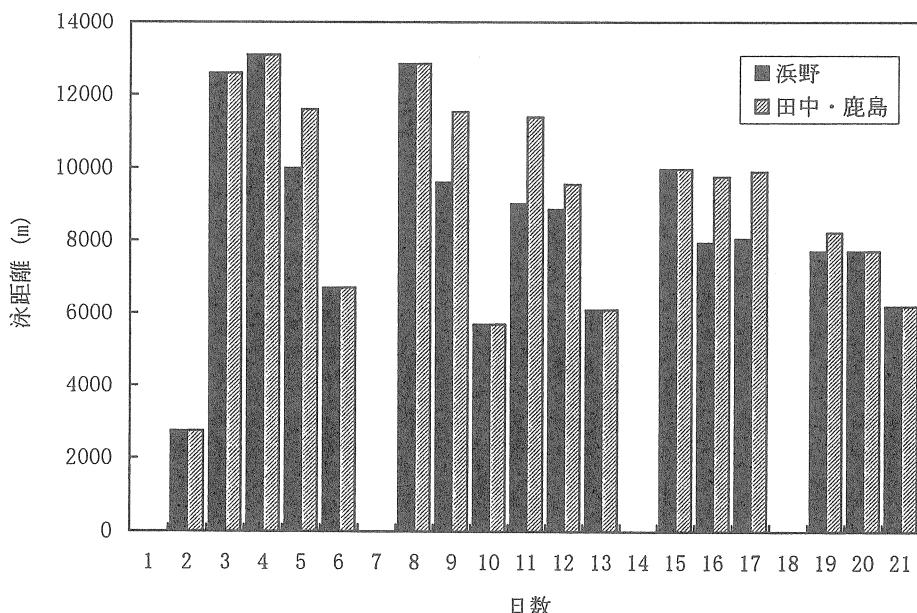


図7 高地合宿中の1日の泳ぎ距離

表6 高地合宿におけるトレーニングカテゴリー別の泳距離（浜野）

日付	日数	午前練習					午後練習					1日の合計						
		A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	合計 (m)	A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	合計 (m)	A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	総泳距離 (m)		
8/3	1											到着						
4	2						1280	1463	0	0	2743	Y	1280	1463	0	0	2743	
5	3	1700	3200	1200	0	6100 L	1189	3840	1463	0	6492	Y	2889	7040	2663	0	12592	
6	4	1700	3200	1600	0	6500 L	1554	3657	1372	0	6583	Y	3254	6857	2972	0	13083	
7	5	1600	900	1100	0	3600 L	1554	2926	1920	0	6401	Y	3154	3826	3020	0	10001	
8	6	1700	3800	1200	0	6700 L							1700	3800	1200	0	6700	
9	7						オフ						0	0	0	0	0	
10	8	1800	2600	2500	0	6900 L	823	2560	2560	0	5943	Y	2623	5160	5060	0	12843	
11	9	2100	2400	1000	0	5500 L	1097	1463	1554	0	4115	Y	3197	3863	2554	0	9614	
12	10	1900	1200	2600	0	5700 L							1900	1200	2600	0	5700	
13	11	1050	2600	2350	0	6000 L	1097	1097	549	274	3017	Y	2147	3697	2899	274	9017	
14	12	1900	400	1800	100	4200 L	1372	2560	549	183	4663	Y	3272	2960	2349	283	8863	
15	13	2500	1800	1400	400	6100 L							2500	1800	1400	400	6100	
16	14						オフ						0	0	0	0	0	
17	15	1800	1400	1900	300	5400 L	1372	2012	914	274	4572	Y	3172	3412	2814	574	9972	
18	16	1400	2000	1200	600	5200 L	823	914	1006	0	2743	Y	2223	2914	2206	600	7943	
19	17	1300	1800	2000	300	5400 L	1280			1097	274	2652	Y	2580	1800	3097	574	8052
20	18						オフ						0	0	0	0	0	
21	19	1600	1200	700	100	3600 L	914	1829	1097	274	4115	Y	2514	3029	1797	374	7715	
22	20	1600	2500	1200	400	5700 L	1463	457	0	91	2012	Y	3063	2957	1200	491	7712	
23	21						オフ						800	3000	2400	0	6200	
24	22						出発						800	3000	2400	0	6200	

L : 50mプール、Y : 25yardプール使用  
1yard=0.914383mで換算

表7 高地合宿におけるトレーニングカテゴリー別の泳距離（田中・鹿島）

日付	日数	午前練習					午後練習					1日の合計					
		A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	合計 (m)	A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	合計 (m)	A1 (m)	A2 (m)	EN (m)	AN (m)	総泳距離 (m)	
8/3	1											到着					
4	2						1280	1463	0	0	2743	Y	1280	1463	0	0	2743
5	3	1700	3200	1200	0	6100 L	1189	3840	1463	0	6492	Y	2889	7040	2663	0	12592
6	4	1700	3200	1600	0	6500 L	1554	3657	1372	0	6583	Y	3254	6858	2972	0	13084
7	5	1600	2400	1200	0	5200 L	1554	2926	1920	0	6401	Y	3154	5326	3120	0	11601
8	6	1700	3800	1200	0	6700 L							1700	3800	1200	0	6700
9	7						オフ						0	0	0	0	0
10	8	1800	2600	2500	0	6900 L	823	2560	2560	0	5943	Y	2623	5160	5060	0	12843
11	9	2100	2400	1000	0	5500 L	1097	3658	1280	0	6035	Y	3197	6058	2280	0	11535
12	10	1900	1200	2600	0	5700 L							1900	1200	2600	0	5700
13	11	1050	2600	2350	0	6000 L	1097	3475	549	274	5395	Y	2147	6075	2899	274	11395
14	12	1900	400	2400	200	4900 L	1372	2560	549	183	4663	Y	3272	2960	2949	383	9563
15	13	2500	1800	1400	400	6100 L							2500	1800	1400	400	6100
16	14						オフ						0	0	0	0	0
17	15	1800	1400	1900	300	5400 L	1372	2012	914	274	4572	Y	3172	3412	2814	574	9972
18	16	1400	2000	1200	600	5200 L	1097	366	3109	0	4572	Y	2497	2366	4309	600	9772
19	17	1300	1800	2000	600	5700 L	1280	1829	1097	0	4206	Y	2580	3629	3097	600	9906
20	18						オフ						0	0	0	0	0
21	19	1600	1200	1100	200	4100 L	914	1829	1097	274	4115	Y	2514	3029	2197	474	8215
22	20	1600	2500	1200	400	5700 L	1463	457	0	91	2012	Y	3063	2957	1200	491	7712
23	21						オフ						800	3000	2400	0	6200
24	22						出発						800	3000	2400	0	6200

L : 50mプール、Y : 25yardプール使用  
1yard=0.914383mで換算

表8 高地合宿におけるトレーニングカテゴリー別の泳距離割合（浜野）

日付	日数	午前練習				午後練習				1日の全体							
		A1 (%)	A2 (%)	EN (%)	AN (%)	A1 (%)	A2 (%)	EN (%)	AN (%)	A1 (%)	A2 (%)	EN (%)	AN (%)				
8/3	1					到着											
4	2					46.7	53.3	0.0	0.0	46.7	53.3	0.0	0.0				
5	3	27.9	52.5	19.7	0.0	18.3	59.2	22.5	0.0	22.9	55.9	21.1	0.0				
6	4	26.2	49.2	24.6	0.0	23.6	55.6	20.8	0.0	24.9	52.4	22.7	0.0				
7	5	44.4	25.0	30.6	0.0	24.3	45.7	30.0	0.0	31.5	38.3	30.2	0.0				
8	6	25.4	56.7	17.9	0.0					25.4	56.7	17.9	0.0				
9	7					オフ											
10	8	26.1	37.7	36.2	0.0	13.8	43.1	43.1	0.0	20.4	40.2	39.4	0.0				
11	9	38.2	43.6	18.2	0.0	26.7	35.6	37.8	0.0	33.3	40.2	26.6	0.0				
12	10	33.3	21.1	45.6	0.0					33.3	21.1	45.6	0.0				
13	11	17.5	43.3	39.2	0.0	36.4	36.4	18.2	9.1	23.8	41.0	32.1	3.0				
14	12	45.2	9.5	42.9	2.4	29.4	54.9	11.8	3.9	36.9	33.4	26.5	3.2				
15	13	41.0	29.5	23.0	6.6					41.0	29.5	23.0	6.6				
16	14					オフ											
17	15	33.3	25.9	35.2	5.6	30.0	44.0	20.0	6.0	31.8	34.2	28.2	5.8				
18	16	26.9	38.5	23.1	11.5	30.0	33.3	36.7	0.0	28.0	36.7	27.8	7.6				
19	17	24.1	33.3	37.0	5.6	48.3	0.0	41.4	10.3	32.0	22.4	38.5	7.1				
20	18					オフ											
21	19	44.4	33.3	19.4	2.8	22.2	44.4	26.7	6.7	32.6	39.3	23.3	4.9				
22	20	28.1	43.9	21.1	7.0	72.7	22.7	0.0	4.5	39.7	38.3	15.6	6.4				
23	21					12.9	48.4	38.7	0.0	12.9	48.4	38.7	0.0				
24	22					出発											

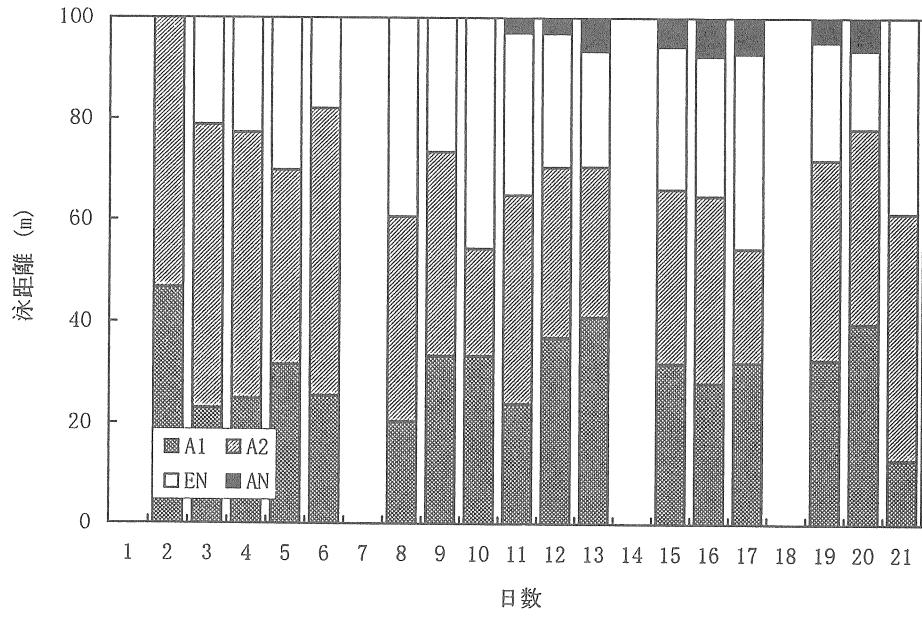


図8 高地合宿のカテゴリー毎の泳距離割合

表9 高地合宿におけるトレーニングカテゴリー別の泳距離割合（田中・鹿島）

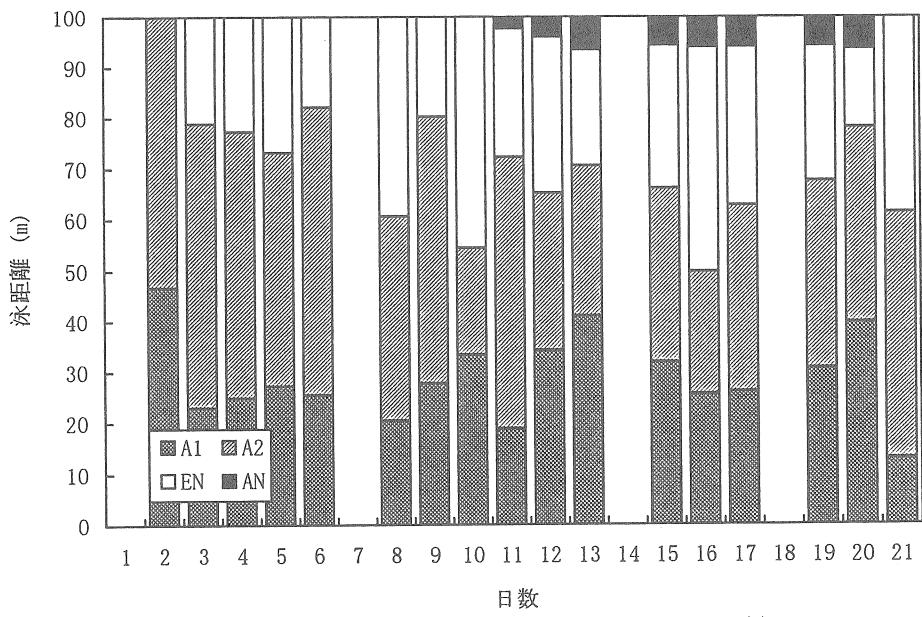


図9 高地合宿中のカテゴリー毎の泳距離割合（田中・鹿島）

後の2週間と比較して、A2の割合が高いことがわかる。高地トレーニング初期は、比較的ゆっくりとしたスピードで長い距離を泳ぐことが奨められており<sup>1)</sup>、今回の合宿もこれに沿うかたちで行われていたと考えられる。

ANのトレーニングは11日目より始められており、13日目からその割合が増えている。浜野選手は16日目に7.6%、田中・鹿島選手は15日目に6.6%の最も高い割合が認められた。このことから、質的に高いトレーニングが15日目以降に行われていたと考えられる。また、ENとANの両者が1日の総泳距離に占める割合から、17日目から19日目に

質的なピークが当てられていたことがうかがわれる。

そして、高地トレーニングの最後の3日間は、ANの占める割合を維持しつつ、ENの量を減らしてA1およびA2の割合を増やしていることがわかる。

以上のことから、今回の高地合宿が、負荷の低いトレーニングによる量的なトレーニングからはじまり、泳距離を減らしつつ強度の高いトレーニングを入れたスピード、パワー質的なトレーニングに移行していく様子がうかがわれる。

## 1-2. 高地トレーニングの効果についての検討

### 1. 高地トレーニング日程と各テストスケジュール

表10は、高地トレーニングと、その前後の合宿および競技会のスケジュールを示す。また、高地トレーニング効果を調査することを目的に実施された採血（血液性状の調査のため）および血中乳酸テスト（ラクテートカーブテスト）のスケジュールも記されている。なお、高地トレーニング期間中の右端の○印は、一日の午前と午後の練習実施を示す。

若吉<sup>2)</sup>は、競泳選手の高地トレーニングを3週間とした場合、その期間を順応、鍛錬、そして調整に区分し、トレーニング計画を立案するべきであると指摘しているように、その間の高地トレーニ

ング効果を検証していく上でも、血中乳酸テストの実施は、トレーニング計画と合致した形で行わなければならない。これまでの経験から、1回目を到着後、高地トレーニング開始3日以内に行い、その後、トレーニング計画にあわせ、5日前後毎に合計3回から4回の実施が妥当であるように思われる。

また、血液性状のための採血は、高地トレーニング前後に、同一機関で行われることが望ましい。また、高地トレーニング期間中も、採血を行ってもよいが、結果がどうであれ、選手へのフィードバックは避けるべきであろう。なぜならば、平地から高地へと環境の大きな変化（低酸素環境への暴露による影響）によって、選手間の変動の差が大きく、短期間での血液性状の変化だけで、その効果を評価することに問題があると考えられる。

表10 高地トレーニング日程表

		7月		8月		9月	
1	水		土	実業団（北海道）↓		火	
2	木		日	VV		水	
3	金		月	↑	採血①	木	↑
4	土		火	高所トレーニング	○	○○金	
5	日		水	(ソルトレイク)	○	○○土	インカレ （東京・辰巳）
6	月		木		乳酸②	○○日	
7	火		金			○○月	
8	水		土			○火	
9	木		日			水	
10	金		月		○○木		
11	土		火		○○金		
12	日		水		○土	↑	
13	月		木		○○日	国民体育大会	
14	火		金	乳酸③	○○月		（神奈川）
15	水		土		○火	↓	
16	木		日			水	
17	金		月		○○木		
18	土	乳酸①	火		○○金		
19	日	↑	水		○○土		
20	月		木			日	
21	火	代表合宿（豪州）	金	乳酸④	○○月		
22	水		土		○○火		
23	木		日		○水		
24	金		月	↓		木	
25	土		火	帰国（成田着）		金	
26	日		水		採血②	土	
27	月		木			日	
28	火		金			月	
29	水		土	乳酸⑤		火	
30	木	↓	日			水	
31	金	関東インカレ	↑	月			

## 2. 高地トレーニング期間中における気象条件

表11は、練習時の気象条件を調査したものである。調査内容は、天気、気温、そして気圧である。ソルトレイクシティは標高約1600mであり、使用されたプールもほぼ同じといえる。実際、練習中にプールサイドで計測された気圧をみると、850ヘクトパスカル前後（最低846、最高864）を示していた。この値からも、海拔0mを1013ヘクトパスカルとすると、標高1500m前後の高地トレーニン

グ環境であったといえよう。

練習は、早朝6時半からと午後3時半からの二回練習を中心であった。高地環境であるため、早朝の気温は20度前後と低く、逆に午後は35度を越える時もあり、相当の気温差があることが判明した。室内プールであればそれほど問題にはならないが、屋外プールでは選手のコンディションの維持には気をつけなければならないと思われる。

表11 練習時の気象条件（プールサイド）

日付	AM				PM			
	時刻	天気	気温 °C	気圧 hps	時刻	天気	気温 °C	気圧 hps
8/4					no data			
5	6:00	晴	19.7	846	15:30	晴	32.9	855
6	6:00	晴	23.5	860	15:30	晴	37.6	852
7	6:00	晴	26.6	855	15:30	晴時々曇	29.4	847
8	6:00	曇	24.1	857				
9								
10	6:00	晴	23.1	862	15:30	曇	32.9	852
11	6:00	晴	19.5	864	15:30	晴	30.4	855
12	6:00	晴	22.4	863				
13	6:00	晴	22.2	864	15:30	晴	38.2	855
14	6:00	晴	23.9	860	15:30	晴	39.5	852
15	6:00	晴	23.0	857				
16								
17	6:00	晴	25.7	853	15:30	晴時々曇	34.8	847
18	6:00	曇	25.2	854	15:30	晴	32.5	849
19	6:00	晴	21.0	858	15:30	晴	37.0	851
20								
21	6:00	晴	22.1	860	15:30	晴	36.2	851
22	6:00	晴	23.5	850	16:00	晴	30.4	855
23					15:00	晴	36.7	846

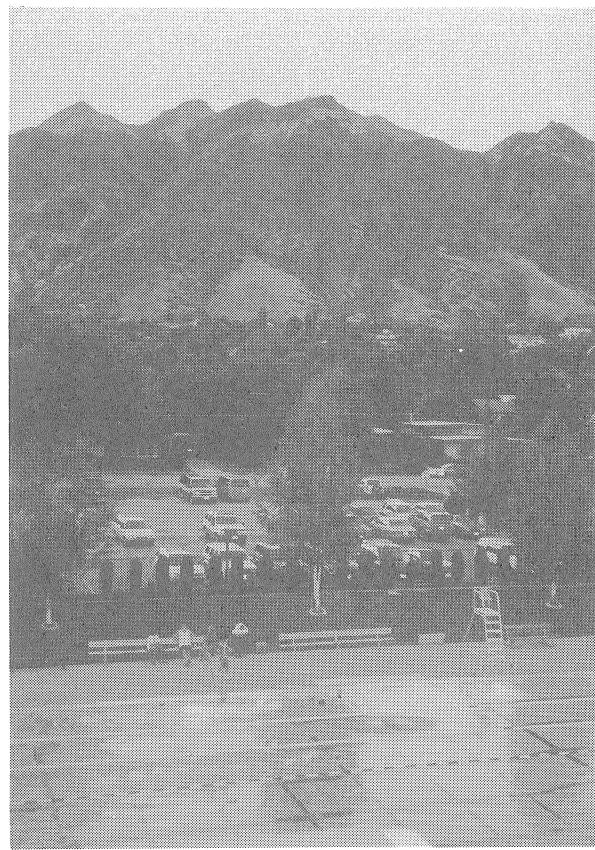


写真1 自然に囲まれた50m屋外プールで高地トレーニング

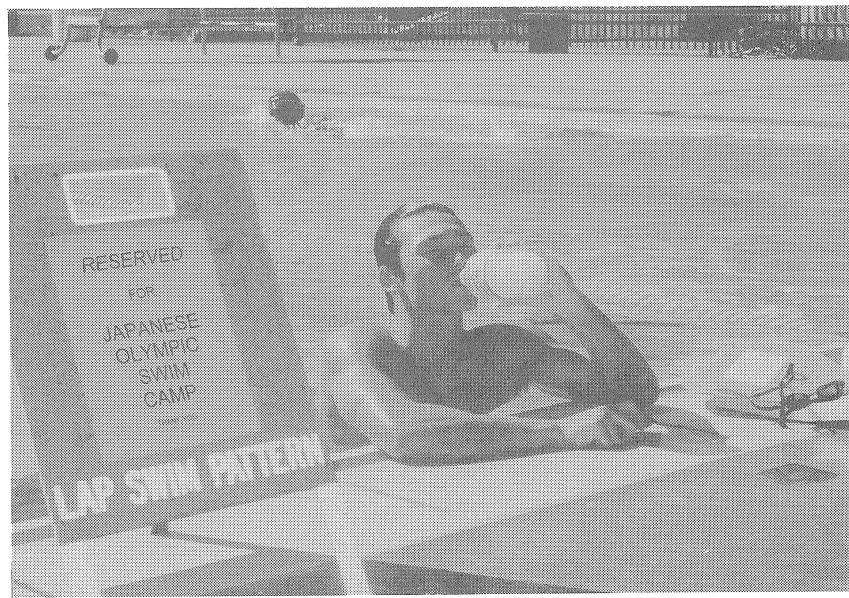


写真2 午後の練習は気温も上昇し、水分の補給が重要

表12 合宿前後の血液分析結果

		赤血球数 (万/mm <sup>3</sup> )		ヘモグロビン (g/dl)		ヘマトクリット (%)		MCV (μm <sup>3</sup> )		MCH (pg)		MCHC (%)		白血球数 (千/mm <sup>3</sup> )		血小板数 (万/mm <sup>3</sup> )	
		8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日
hamano	492	521	15.3	16.4	47.0	49.8	96	96	31.1	31.5	32.6	32.9	6.9	8.2	29.8	30.1	
tanaka	526	550	16.1	16.7	46.7	49.9	89	91	30.6	30.4	34.5	33.5	5.0	5.4	27	26.6	
kashima	427	482	12.6	14.6	39.6	44.8	93	93	29.5	30.3	31.8	32.6	4.8	6.0	22.5	24.8	
		血清鉄 (μg/dl)		フェリチン (ng/ml)		CK (IU/l)		BUN (mg/dl)		クレアチニン (mg/dl)		尿酸 (mg/dl)		GOT (IU/l)		GPT (IU/l)	
		8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日
hamano	132	107	174.1	128.6	320	190	21.3	16.3	1.2	1.3	7.8	5.3	40	31	30	25	
tanaka	100	227	83.2	64.9	99	110	15.2	15.9	1.0	1.2	5.2	5.2	22	22	15	13	
kashima	112	96	23.6	15.9	171	140	15.5	14.8	0.9	1.0	4.2	3.0	27	26	18	14	
		LDH (IU/l)		総蛋白 (g/dl)		アルブミン (g/dl)		総ビリルビン (mg/dl)		直接ビリルビン (mg/dl)		ALP (IU/l)		総コレステロール (mg/dl)		中性脂肪 (mg/dl)	
		8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日
hamano	552	461	7.6	7.9	4.7	4.8	0.5	0.8	0.1	0.2	185	173	198	190	178	66	
tanaka	357	409	6.7	7.0	4.3	4.5	0.5	1.1	0.2	0.3	186	187	178	179	96	54	
kashima	456	431	7.0	7.4	4.2	4.3	0.5	0.6	0.1	0.2	137	127	158	178	91	59	
		Na (mEq/l)		Cl (mEq/l)		K (mEq/l)		血糖 (mg/dl)		エリスロポエチン (mU/ml)							
		8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日	8月3日	8月26日						
hamano	142	140	102	100	4.0	3.9	66	86	16.9	7.5							
tanaka	140	140	98	97	3.7	3.7	91	129	15.0	7.3							
kashima	140	137	102	100	4.3	3.8	96	130	21.2	16.9							

### 3. 高地トレーニングに伴う血液分析結果

血球計算、生化学検査(検査内容は別表12)は、高地移動前日と23日後の下山2日目に施行された。高地合宿前には3名とも、10日間のオーストラリア合宿へ参加し、その直後に関東インカレへ2名、実業団の大会(北海道)に1名出場している。2つの競技会の日程が若干ずれているため初回の検査の時点では3名が完全に同条件ではない。初回検査において浜野選手のCKが正常範囲内であるものの、若干高い値であったのは、これ以前のオーストラリア合宿および実業団の競技の影響と思われる。田中選手が初回を含め、赤血球、Hbとも最大であるが、HTは他の2名と比較しても高くなく、赤血球指数からも小型化した赤血球を持っており、血液粘度が高い状態であったとは考えられない。

高地合宿前後の検査値を比較して、全員、肝・腎機能などに変下ではなく、高地合宿を通じて体調を崩した者はいなかったと考えられる。

さて、酸素運搬能の一指標としての赤血球の変化は、Hb濃度でみると3名とも増加し、増加率最低の者で4%であった。これは約3週間という期間から妥当な数値であると考えられる。今回の検尿は施行していないため、HTおよびBUNの変動

からのみ、脱水傾向の有無を推測したが、BUNには変動がなく、この増加はみかけ上のHb濃度上昇ではなく、赤血球産生増加の結果と考えられる。赤血球産生が亢進していたことは、フェリチンが3名とも減少していることからも裏付けられるが、血清鉄に関しては、田中選手で下山後増加していたのは高地合宿に際し、経口鉄製剤を服用していたためであろう。女子であるため幾つかのリスクがあるが、鹿島選手ではフェリチンがかなり少くなっているおり、鉄分摂取や鉄吸収を促進するような食事などの検討が必要と思われる。

一般的に高地トレーニングにより、平均赤血球容積(MCV)が低下することが報告されているが、今回の3名の赤血球指数には合宿前後で変化は認めなかった。しかし、HTは3名とも50%以内に留まっており、合宿後半の練習中の記録は向上しており、血液粘度が高まりかえって不利益が大きくなっていたとは考えにくい。

合宿途中の血液を測定していないため、トレーニングの経過中の赤血球変化などは不明であるが、3週間のトレーニングで3名とも赤血球(Hb)は増加していた。しかし、これが運動能力を向上させたか否かについては、血中乳酸測定の変化など

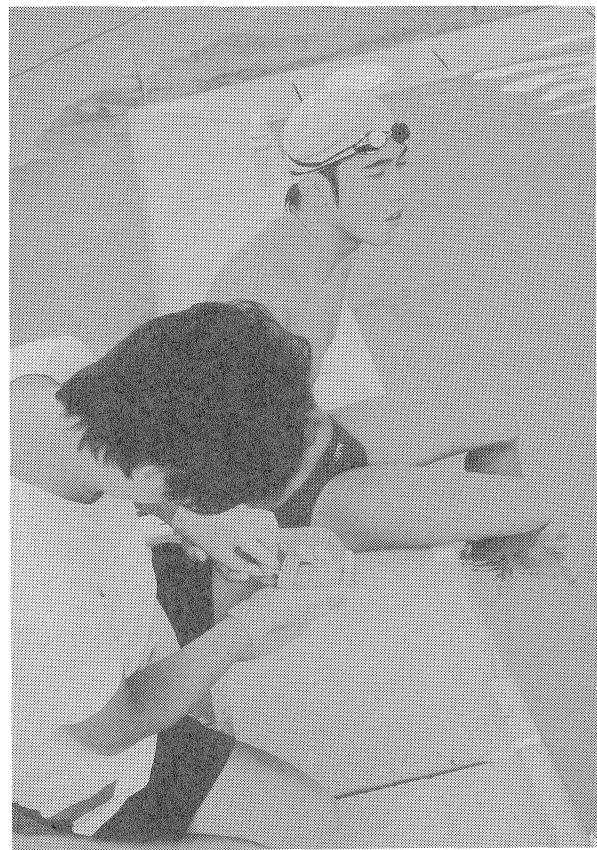


写真3 小型血中乳酸分析装置を用いての血中乳酸テスト

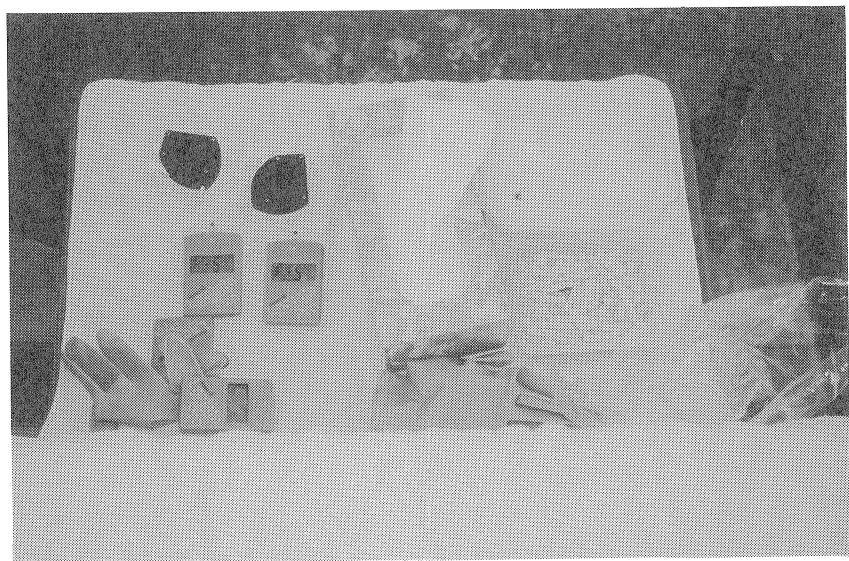


写真4 小型血中乳酸分析装置（ラクテートプロ、京都第一科学）の使用により、  
フィールドや海外でのテストも容易となった。

とともに、評価する必要がある。

#### 4. 高地トレーニングに伴う泳速度と血中乳酸濃度の関係

図10, 11および12は、浜野選手、田中選手および鹿島選手の高地トレーニング効果を調査するために実施された血中乳酸テストの結果を示す。上側の図は泳速度と血中乳酸濃度との関係を、下側のそれは心拍数と泳速度の関係を示す。7月18日および8月29日のデータは、高地トレーニング前と後、つまり平地（日本）で行われたものであり、8月7日、14日および21日は高地トレーニング中（ソルトレイクシティ）に測定されたものである。

浜野選手は自由形の短距離を専門としているため、泳距離を100mとして本テストは実施された。まず、7月18日の高地トレーニング前と8月7, 14および21日の高地トレーニング中の結果を比較してみたい。1.5m/s以下の泳速度では、高地トレーニング前およびトレーニング中、すべてにおいて顕著な差はみられないが、1.6m/s以上になると、その差は著しくなる。これは、高地では平地に比べて、低い運動強度においても、無酸素性のエネルギー供給機構である解糖系のエネルギーが動員されなければならない。そのため、血中での乳酸濃度が上昇したものと考えられる。では、高地でのトレーニング効果を見るために、高地トレーニング前と後の比較を行う。1.7m/s以下の最大下泳速度においては、同じ泳速度に対して、血中乳酸値が1 mmol/l以上の低下傾向にあった。しかしながら、1.8m/s以上になると、顕著な差はみられなかった。これは、7月18日の最高努力による血中乳酸濃度が予想よりも低い値を示しており、本来ならば、6 mmol/l前後の値を示すものと思われる。今回の結果からは、最大下泳速度レベルにおいては、十分に高地トレーニングの効果をみるとことができたが、レースペースでの速度ではみるとできなかった。これは、今回の3週間という高地トレーニング期間が関係しているのかもしれない。また、心拍数と泳速度においては、1.6m/s以下の速度においては、僅かながら差は存在したが、

全体的に顕著な差はみられなかった。

田中選手においては、高地トレーニング前の平地と高地トレーニング中の結果を比べると、その差は明らかとなった。例えば、7月18日と8月14日の血中乳酸濃度8 mmol/lに相当する泳速度では、約0.1m/sの低下がみられた。これは、1600mの高地においても、十分にそのトレーニング効果を得るために環境下にあるものと判断できよう。また、高地トレーニング前（7月18日）と後（8月29日）では、1.5m/s以上において血中乳酸カーブは、高レベルの泳速度において、右側にシフトしており、同等の泳速度に対して血中乳酸濃度は低下傾向にあった。泳距離200mで実施された本テストは、浜野選手の100mに比べてより有酸素的な運動能力が要求されるため、最高速度に対する血中乳酸濃度の低下は、高地トレーニングの効果によるものと思われる。心拍数と泳速度の関係においても、その変化は、平地から高地の場合、左側にシフトし、高地から平地の場合、右側にシフトしており、血中乳酸カーブと同様な変化を示した。

鹿島選手も、田中選手と同様、血中乳酸カーブは、平地から高地にトレーニング環境が変化した場合、左側に大きくシフトし、そして、高地トレーニングから平地への移行においては右側に大きく移動していることが判明した。また、高地トレーニング前と後との比較においても、高いレベルの泳速度において、右側にシフトしている傾向にあった。この結果は、高地トレーニングの成果を示すものと考えられる。しかしながら、高地トレーニング期間中の血中乳酸濃度と泳速度との関係において、規則的な変化をみることはできなかった。心拍数と泳速度の関係においては、鹿島選手の場合、血中乳酸濃度と泳速度との関係に、類似する傾向にあった。

今回は、高地トレーニングを挟んで合計5回の血中乳酸テストが行われ、貴重なデータを得ることができた。今後は、1年を通して、データを収集することで、より高地トレーニングの効果を調査できるものと考える。

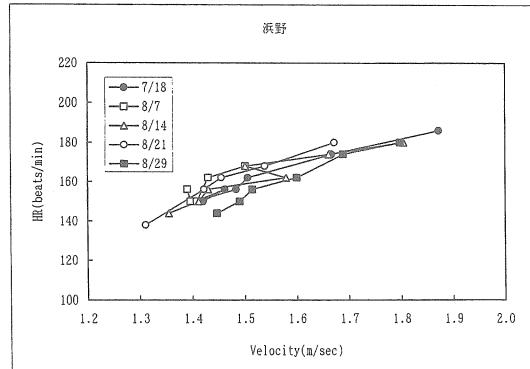
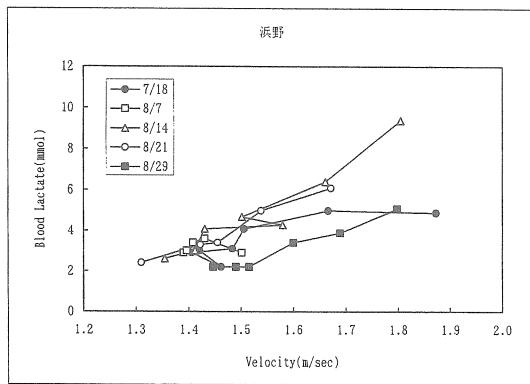


図10

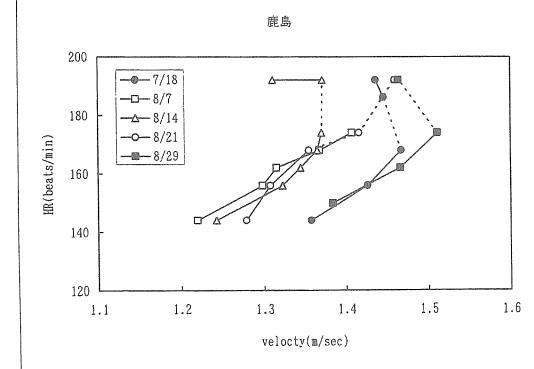
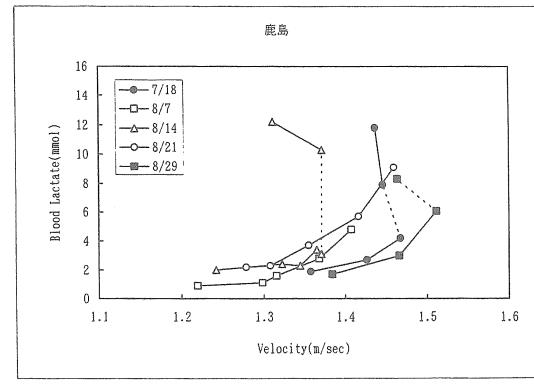


図12

### 参考文献

- 1) 宮下充正, 水泳競技における高所トレーニングを成功させるために考慮すべき要点. 平成8年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, No.IV JOC高所トレーニング医・科学サポート 6, 17-27, 1997
- 2) 若吉浩二, 高所トレーニングと血中乳酸テスト. 平成8年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, No.IV JOC高所トレーニング医・科学サポート 6, 28-38, 1997
- 3) 若吉浩二, 森裕暢, 清田隆毅, 鈴木陽二, 水泳競技の高所トレーニング医・科学サポート. 平成9年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, No.IV JOC高所トレーニング医・科学サポート 7, 91-103, 1998

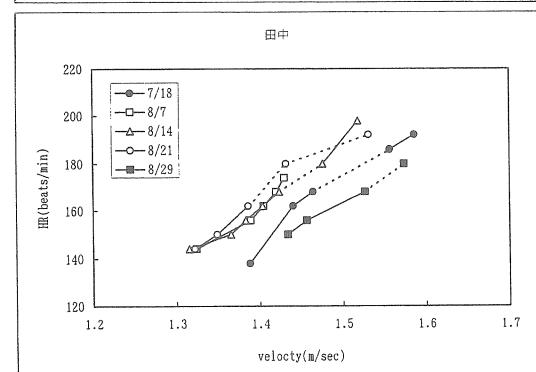
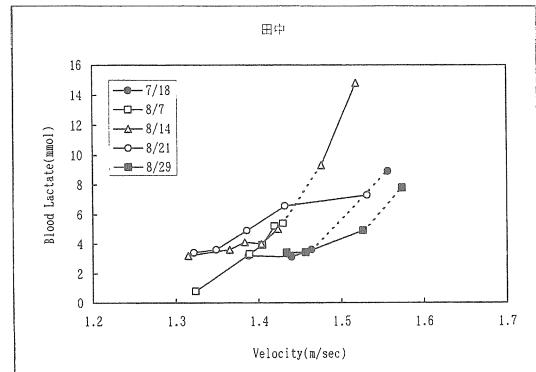


図11

# 4-1. スキー・ノルディック複合日本チームのオーストリアアルプス '98高地トレーニングにおける酸素運搬系能力の推移と評価

報告者 川初 清典<sup>1)</sup>

## 緒 言

### ～高地トレーニング効果の評価法確立の経緯から～

我国スキー・ノルディック複合ではナショナルチームとして選手強化合宿トレーニングに高地トレーニングを取り入れて以来本年度で10年になり(川初他, 1991), そのスポーツ医・科学サポート事業の実施は9年目になる。この初期の頃は、ノルディック複合競技の種目名さえ一般に知られず、新聞誌上に扱われる場合にも「複合」のみの呼び名で表わされ、「スキージャンプとクロスカントリー」の2種目の合計点を競う競技形態を知る人は少なかった。我国では選手層は薄く、強化予算は少なかった。その頃、全日本スキー連盟のこの種目関連の役員・指導陣の尽力によって「選手強化海外遠征」がこのチームに事業化され、競技シーズン開始に先がける9月にヨーロッパアルプス(オーストリー), ダッハシュタインの標高2,700~3,000mの山岳高地氷河スキー場で雪上スキー練習を実施するようになった。北半球の積雪期からのオフシーズンに雪上実滑走のトレーニングを行う主目的を有し、積雪を求めて山岳高地を目指したのが経緯であった。そして、1992年のフランス国アルペールヴィルオリンピックのクロスカントリースキーコースが高地開催の状況となって、このナショナルチームは高地トレーニング医・科学サポート事業を重視し、それに取組み、今日に継続されている(池上, 1990)。当時、ノルディック複合指導者がこのダッハシュタイン高地スキー場の利用体験を海外選手団の中で共に有しており(早坂, 1990), 我国チームの利用に漕ぎつけていた。この地は、今日では我国クロスカントリースキー部門

やバイアスロン競技の選手達をも常時見かける振わいの地となっている。

さて、こうして今日に継続されているノルディック複合日本チームの高地トレーニング時に実施されているトレーニング状況の評価法についてこの項に記すこととする。高地トレーニングで目指す実質的な効果はスキー滑走技術の向上と競技力を向上させるための酸素運搬・代謝系の能力向上である。当チームにおいて、前者は担当コーチの専門的事項であり、後者はスポーツ医・科学サポート側の専門的事項として自ずと分化されている。前者の課題、つまり滑走技術については今日それを数量化する計測法もなく、多くのスポーツ種目の場合もそうであるように評価法は客観化されていない。コーチングの現場では勢い、後者の課題である体力系の各要素を総合させたレースパフォーマンスの評価・判定に依存することとなる。しかし指導スタッフ達は滑走技術を体力的要素から区別して評価する重要性を認識しているので、これを唯一、視覚的な尺度による評価を余儀なくされている。さて、もう一方の酸素運搬・代謝系の要素に関しては今日、運動生理学的評価判定法が確立しており(Mader, 1976), 我国ノルディック複合チームでは表1に示した基準を前提として高地トレーニングの医・科学計測を確立・適用してきた。高地馴化によるこの能力の向上は前者の滑走能とは異なり、高地系環境のみで獲得される現象である。表中の1)ではトレーニング中の心拍数を計測して運動強度を調べることが容易であり、このサポート開始期にはホルター心電計を適用したが、時期的に小型軽量薄型腕時計型心拍計の普及期に符合して今日では専らこの手法が毎回のクロスカントリースキーアイジングで実用されている。そして、我国ノルディック複合チームでは代謝系の直接指標として血中乳酸の計測を1992年来

1) 北海道大学

表1 スキー・ノルディック複合日本チームの高地トレーニングにおける医・科学計測の適用基準

- 
- 1) 選手・コーチに納得される競技直接的な評価項目の選定
  - 2) 高地への移動、氷河の気象、等の条件下でも可能な計測手法の適用
  - 3) 計測値を直ちに高地トレーニング現場へフィードバックさせ得る  
計測手法の重視
  - 4) 選手に加わる負荷度及びトレーニング支障度の少ない計測手法の適用
- 

表2 スキー・ノルディック複合日本チームの高地トレーニングにおける身体適応過程の評価の視点

- 
- 1) 運動強度の指標：心拍数（最大値が約200 bpmで各選手にほぼ共通、計測  
は容易で高精度、選手負荷軽度）  
維持強度の指導：原則的に140～160 bpm（持久力向上を目指して）
  - 2) 適応過程の評価の指標：
    - a) 対心拍数による血中乳酸値：
      - i) 心拍数に対して低値になる程適応状態を良好と判定
      - ii) 1回のトレーニングではi)の指標が経時に低下すれば  
積極的效果の判定
      - iii) トレーニング期間の経過にあっては進行過程に沿って低下す  
れば積極的效果の判定
      - iv) 血中乳酸値2.0 mmole以下では心拍数強度増強を指導
      - v) 血中乳酸値4.0 mmole以上では心拍数強度軽減を指導
    - b) 動脈血酸素飽和度：92%以下に於いて増血効果の積極的判定
- 

継続して実施している。血中乳酸は微量採血で計測でき、技術さえあれば、1選手当たりの採血時間が20秒で済み、1～2日内に分析値を得る項目である。表中の2)の点で、強度な風雪下では血液のマイクロキャビラリーへの吸引が不能になる事態が起こる。これは計測日程の順延で克服されるが順延が不可能であれば計測値は得られない。本年のトレーニング開始時計測が初めてこれに相当した。我国ノルディック複合チームの場合、高地という地形・気候の条件下でクロスカントリースキーイングという競技専門的スポーツ形態によって行うトレーニング様式を採っており、その強度（心拍数）に対する代謝能力（血中乳酸）の適応

過程について表2の視点で判定・評価して今日に至っている。表2中の血中乳酸は今日のところ、トレーニング中の連続計測や実時間計測が不可能である。従ってクロスカントリースキーイング時におけるこの計測は一般的には走行する選手が計測点を通過するときに採血に必要な時間を一旦停止する相互理解が不可欠になる。クロスカントリースキーイングの競技様式は常に長距離走行を競うのでトレーニングでも殆どの場合、周回型の長距離走行になる。我国ノルディック複合チームの高地トレーニングの本拠地、ダッハシュタインスキー場も1周10km又は5kmの周回走行コースが設定されており、気象条件が許す限りは10kmコー

表3 オーストリアアルプス高地スキー合宿トレーニングに参加した全日本スキー連盟  
ノルディック複合ナショナルチーム選手

Aチーム：国際スキー連盟'98～'99ワールド杯出場有資格選手\*

荻原健司、森 敏、富井 彦、大竹太志（以上4名）

Bチーム：国際スキー連盟'98～'99ヨーロッパコンチネンタル杯出場  
候補選手

富井正樹、荻原貴則、正木 誠、正木栄治、鈴木幸保、  
北村 隆、高沢公治、上野 隆、一戸 剛、日時慎一

（以上10名）

\* 我国では他に荻原次晴選手がこの出場権を有しているが  
本年既に現役引退した。

スを利用している。つまり10km毎に検体採取することになり、その方式が今日チームに定式化している。本研究はこの方法に従って本年度スキー・ノルディック複合日本チーム選手の高地トレーニングにおける酸素運搬系能力を判定・評価したものである。

## 方 法

### 1. 高地滞在及び高地トレーニング

本トレーニングを実施した選手達は平成10年10月5日に東京を出発し、同日夜分にヨーロッパアルプス、オーストリア国標高1,400m帯域にあるラムソーザの牧場リゾート地帯に到着し、同月20日の帰国まで滞在した。高地トレーニングは從来年のとうりの原則によって、スキージャンプ及び各種補強トレーニングはこの標高で、またクロスカントリースキーイングは乗用車及びロープウェイを乗り継いで標高2,700～3,000m帯域に敷設される氷河上クロスカントリースキーコースで実施した。本年のクロスカントリースキーイングでは実施全日程で1周回10kmの、所謂この地の好条件コースでトレーニングできた。但し、本合宿トレーニング開始時計測日であった10月7日は強風雪下の実施となり、前項に記したように多くの選手で血液

検体採取不能であり、心拍数と動脈血酸素飽和度のみの計測となった。

### 2. 対象選手

本高地トレーニングの参加選手は全日本スキー連盟ノルディック複合ナショナルチーム(A)、及び(B)チーム全成員14名であり選手名は表3のとうりである。

### 3. トレーニング内容

ノルディック複合日本チームが本高地トレーニングで実施したトレーニング内容は表4のとうりである。

### 4. 計測項目及び計測方法

#### 1) 選手走行中の計測

前項に記したように本高地トレーニングのクロスカントリースキー走は計測日全日程とも10kmのコースを利用した。従って周回走開始点に計測拠点を設定し、1周回の10km毎にこの拠点を通過走行する選手を一旦静止させ、以下に示す血中乳酸分析用検体を採取し、同時に指尖から動脈血酸素飽和度を、また心拍数モニターから心拍数を検出した。検体採取の1回当りの必要時間は約20秒、

表4 全日本スキー連盟ノルディック複合ナショナルチームがオーストリアアルプス  
高地スキー合宿トレーニングで実施したトレーニング内容

10月 5日 選手 成田発 深夜 滞在地着、標高1,400m帯域

	午前	午後
6日	選手毎に自由調整トレ*	陸上自由走
7日	氷河コース120分間スキー個人走 計測実施	陸上20分間走
8日	氷河コース120分間個人走	陸上自由走及びウェイト補強トレ
9日	氷河コース120分間個人走	陸上90分間走
10日	自由日（休養）	
11日	スキージャンピング	氷河コース50分間個人走 及び40分間集団走
12日	スキージャンピング	氷河コース50分間個人走 及び40分間集団走
		計測実施
13日	スキージャンピング	ウェイト補強トレ
14日	自由時間（休養）	スキージャンピング
15日	スキージャンピング記録会	氷河コース5Kmスキースプリント走
16日	氷河コース90分間個人走	ウェイト補強自由トレ
17日	スキージャンピング	氷河コース5Kmスキースプリント走
18日	氷河コース60分間スキー個人走 及び60分間集団走	A：スキージャンピング B：氷河コース90分間スキー個人走
19日	氷河コース60分間スキー個人走 及び60分間集団走	A：スキージャンピング B：氷河コース90分間スキー個人走
	計測実施	
20日	ラムソー出発、帰国	
21日	選手 成田着	

\*トレ：トレーニング、A：Aチーム、B：Bチーム

この時間に並行して行われる酸素飽和度の検出には約1分間を要した。選手のこれら周回走行中の計測に先立って、標高2,700m地点のロープウェイ

山頂駅到着時に全選手について各項目のトレーニング開始前計測を行った。



図1 霧のアルプス高地でクロスカントリースキー10kmコースの周回走中に検体採取に臨む  
我国ノルディック複合ナショナルチーム選手

## 2) 血中乳酸

血中乳酸分析用検体はガラスマイクロキャピラリー ( $20\mu\text{l}$ ) によって耳朶採血し、直ちに除蛋白処理した後携帯用冷蔵庫に保管した。保管検体は宿舎にて遠心分離器等による現地処理を施した後ドイツ国、ケルン市のドイツ体育大学循環器スポーツ医学研究所へ輸送し、酵素法によって30時間以内に分析値を得た（川初、晴山、1997）。

## 3) 動脈血酸素飽和度

動脈血酸素飽和度 ( $\text{SpO}_2$ ) は血中乳酸分析用の検体採取時に合わせて選手の指尖で計測した。計測にはミノルタ KK 製 PULSOX-3i 型オキシメータを用いた。

## 4) 心拍数

心拍数は胸部装着型のセンサーバンドから無線送信によって腕時計型モニターに表示される器械（ハートレイトモニター・バンテージ XL, エレクトロポーラ社）によって記録値を得た。この器械を保有しない選手については上記パルスオキシメータで検知される脈波判読値を採用した。

## 結 果

上記方法によって得られた全選手の各回各項目の計測値を表5～7に一覧表示した。また、例数不足による無理があるものの比較の便宜の上で、ナショナル(A)チームと同(B)チームの各項目毎の平均値を計測各回毎に表8～10に示した。高地トレーニング開始時には表5及び8から血中乳酸値が第2及び第3周回目で欠落しているが、端的に両チームを比較すると、各周回に於いてAチームはBチームよりも低心拍数を維持できており、このトレーニング開始当初の過負荷の問題を適切に克服していると思われる。それに符合して第1周回目の血中乳酸値もAチームでは有酸素性トレーニングに好適な強度範囲の低値域を維持しているのに対し、Bチームでは同様に好適な強度範囲にあるもののその高値域となっている点は対照的である。また、動脈血酸素飽和度はトレーニング開始前の安静時と第1周回目に於いて両チームで約90%域の同値にあり、第2周回目ではA、Bチームとも約86%域までの低下反応を示し、この点でも両チーム間には差がみられていない。さて、表8

表5 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング  
開始時における酸素運搬系指標の計測値

選手	前			I			II			III			(個人値)		
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA
	7日	開始時													
A	—	—	—	111	93	3.1	126	89	—	123	86	—	—	—	—
B	—	—	—	95	89	1.6	126	87	—	126	93	—	—	—	—
C	70	89	1.3	144	85	—	144	83	—	—	—	—	—	—	—
D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	70	91	1.5	140	89	—	150	86	—	—	—	—	—	—	—
F	80	91	1.4	168	90	5.7	165	88	—	157	89	—	—	—	—
G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H	72	90	0.8	151	89	—	153	86	—	—	—	—	—	—	—
I	85	91	1.1	112	90	—	144	88	—	—	—	—	—	—	—
J	84	89	0.9	153	86	4.5	156	84	—	158	81	—	—	—	—
K	87	92	1.0	149	92	—	146	89	—	—	—	—	—	—	—
L	94	89	1.3	153	91	3.3	148	89	—	—	—	—	—	—	—
M	67	93	1.0	132	88	—	126	91	—	—	—	—	—	—	—
N	—	—	—	133	93	1.9	144	89	—	144	89	—	—	—	—

略号：「前」は標高2,700m地点への移動時で運動開始前、I・II・IIIは10Kmコースの周回数であり多くの選手はこの日は第II周回でトレーニング終了、HRは心拍数、SO<sub>2</sub>は動脈血酸素飽和度、LAは血中乳酸値である。

の第2周回目の結果に基づけばAチームの場合、相対的低心拍数を示しているのに対し、動脈血酸素飽和度の方は相対的高心拍数を示したBチームと同値を示している特徴が抽出される。同じような特徴はこの後の計測でも認められたがこの現象の機序説明は今日困難である。この日の計測で第2,3周回目の血中乳酸値が得られていないので、この分のデータを補完してそれらの関連性を調べるのは重要な課題であろう。高地トレーニングでは運動強度から相対的に独立して動脈血酸素飽和度が変動を示すとすれば、それに基づくトレーニング様式の改善の異なる研究を要することになる。

表5の個人値を一見すると、上記低心拍数傾向のAチームタイプの変動を示した群にはA, B, C, I, M, Nの各選手を挙げることが出来よう。またトレーニング中の動脈血酸素飽和度で低値を示したのはC, J選手である。

続いて表6及び9に基づいて高地合宿トレーニング期間の中間時点における計測値を検討する。この計測時の走行距離は両チームとも20kmであった。心拍数及び血中乳酸値ではAチームは第1周回で相対的高強度、第2周回で相対的低強度のトレーニングパターンを示した。Bチームは総じてその逆型の変動値であった。しかし、Bチームの

表6 スキー・ノルディック複合'98~'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング中間時における酸素運搬系指標の計測値

選手	12日 中間時			(個人値)					
	前			I			II		
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA
A	65	91	1.2	163	79	2.0	120	88	1.6
B	65	87	1.0	124	87	2.7	120	84	1.7
C	61	86	1.2	—	83	5.5	105	75	1.9
D	68	93	1.4	130	82	4.0	140	91	2.9
E	61	92	1.4	120	86	3.4	131	83	2.6
F	72	87	1.3	145	80	4.3	140	84	1.9
G	81	91	1.1	136	82	2.2	132	84	2.1
H	58	94	1.5	—	92	3.0	122	89	2.3
I	72	87	1.3	—	87	3.5	—	87	3.4
J	65	89	1.0	129	92	6.0	129	86	5.0
K	76	88	1.4	122	89	2.4	140	86	1.1
L	65	91	1.3	127	89	3.1	149	84	3.0
M	67	91	1.2	140	77	2.8	134	75	2.4
N	66	93	1.2	108	88	2.9	107	86	2.4

表の見方は表5に同じ

平均値が心拍数では第1周回目平均値よりも第2周回目で高値でありながら血中乳酸値が第2周回目で低下傾向を示した。これは従来のAチームがよく示していた好適な適応状況と一致しており、その表現型として考えられる現象である(川初、晴山, 1996)。動脈血酸素飽和度については、この中間時点でも先の開始時と同様の傾向、即ち心拍数や血中乳酸値で考えられる運動強度とは独立した変動を示す局面が示されていた。表9の第1周回目ではAチームがBチームよりも分時心拍数と血中乳酸値で高い強度を示しながら動脈血酸素飽和度は高く、逆に第2周回目では分時心拍数と血中乳酸値でBチームが高強度を示しながら、動脈血酸素飽和度が両チーム同値であった点で独自な変動を示している。

続いて表6の個人値を検討してみよう。相対的

高心拍数になどても血中乳酸値で低値を示す好的傾向をA, D, F, K等の選手にみてとれる。ここで、動脈血酸素飽和度が高地合宿トレーニングの中間時点で心拍数や血中乳酸の変動に照らしてどのような動態を示すかを調べるために便宜的に表11に示す項目を立てて試行的に計測値を分類した。その結果、この計測時点では第1周回目に較べて第2周回目に心拍数と血中乳酸の双方で上昇を見た選手はなく、また同値に停まった選手も皆無と判断された。従って両項目は全選手で低下したかそれらに該当しない非該当の項目に分類された。非該当ではこれに分類された全5選手とも心拍数が上昇又は同値に停まり、血中乳酸値の方は低下した。そして所謂従来の我国優秀選手が示した好適適応状態を示した。表11の個々の選手の分布状況それ自体は既に動脈血酸素飽和度の変動状

表7 スキー・ノルディック複合'98~'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング終了時における酸素運搬系指標の計測値

選手	前			I			II			III			(個人値)
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	
A	67	91	1.6	122	91	2.7	142	81	2.4	139	86	2.1	
B	72	91	1.2	136	89	2.3	134	94	1.9	125	88	1.8	
C	64	92	1.4	144	81	3.4	150	81	1.6	132	81	1.3	
D	69	91	1.1	139	93	4.5	147	86	4.5	145	86	3.9	
E	68	96	1.5	139	85	2.1	115	85	1.3	138	89	1.1	
F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
G	64	94	1.4	126	89	2.2	126	91	1.8	—	—	—	
H	74	92	1.3	141	88	2.8	142	87	2.1	127	93	—	
I	90	91	2.2	126	84	4.7	120	82	3.3	126	91	3.6	
J	69	89	1.4	151	84	4.7	149	87	4.1	132	86	3.2	
K	71	92	1.0	137	90	2.0	142	85	1.5	144	91	1.6	
L	91	91	1.4	139	92	1.9	140	88	1.5	143	88	1.2	
M	78	95	1.2	140	80	2.7	154	78	4.3	151	83	2.5	
N	63	89	0.9	114	90	1.8	126	90	1.7	—	—	—	

表の見方は表5に同じ

態の分布それ自体を示しているが表においてそれぞれの群を更に観察する。上述した表6の個人値の検討において相対的高心拍数で低乳酸値の傾向であった4選手の場合は表に示すようにそのうちAとFの選手が第2周回目に心拍数と血中乳酸値で低下し動脈血酸素飽和度は上昇を示した。この結果は一方では運動生理学的によくかなう安定型への変動状況として評価できる傾向である。しかし逆に、この変化はトレーニング強度を総体的に下げていることをも意味しており、厳密にはこれら双方の視点から更に評価が必要な点である。残りのD及びKの選手は第2周回目に心拍数が上昇し、血中乳酸値は低下した型であり、先にも好適適応状況と評価された型であり望ましい結果である。この場合、動脈血酸素飽和度は上昇と下降に

各々分れる結果となった。その意義等は生理学的に今日なお不明である。

最後に表7及び10に基づいて高地合宿トレーニング終了時の計測結果を検討する。先ず表10の結果からAチームでは毎周回の血中乳酸値がBチームよりも高値であり、心拍数も同様に高い傾向である。これはAチーム成員は4人であり、内1名が特に高値を示したことにより依存した結果である。そしてAチームの第1周回目における血中乳酸値、及び第2周回目における心拍数が特に高値である。それ以外の計測値では上述の傾向を含みながらも、AチームとBチームではこの高地合宿トレーニング開始時と中間時の2度の計測値に較べると両チームの計測値の一様化への変化傾向の方をより重視できる。そして、Aチーム第2周

表8 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング開始時における酸素運搬系指標の計測値

	(平均値)											
	前			I			II			III		
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA
A チーム												
n	1	1	1	3	3	2	3	3	0	2	2	0
m	70.0	89.0	1.30	116.7	89.0	2.35	132.0	86.3	0	124.5	89.5	0
SD	-	-	-	24.5	3.2	0.80	8.5	2.0	-	1.5	3.5	-
B チーム												
n	8	8	8	9	9	4	9	9	0	3	3	0
m	79.9	90.8	1.13	143.4	89.8	3.85	148.0	87.8	0	153.0	86.3	0
SD	8.8	1.4	0.20	15.3	2.0	1.00	10.0	2.0	-	6.4	3.8	-

表9 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング中間時における酸素運搬系指標の計測値

	(平均値)											
	前			I			II					
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA
A チーム												
n	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
m	64.8	89.3	1.20	139.0	82.8	3.55	121.3	84.5	2.02			
SD	2.9	2.9	0.10	17.1	2.9	1.30	12.4	6.0	0.50			
B チーム												
n	10	10	10	8	10	10	9	10	10			
m	68.3	90.3	1.27	128.4	77.3	3.36	131.6	84.4	2.62			
SD	6.6	2.3	0.10	11.2	4.8	1.00	11.3	3.6	1.00			

回目の高心拍数に対する低乳酸値、更にBチーム第3周回目の同様の傾向は今高地トレーニングの適応効果をそのまま示す結果と考えられるものである。更に動脈血酸素飽和度を見ると、代謝上の負担が少なくかつ好適な持久性負荷状況を心拍数と血中乳酸値に示しながら、A、B両チームとも85～90%にあって造血機能高揚に好適値になっておりトレーニング状況は総じて積極的に評価される。クロスカントリースキーイングの競技力向上の全体的視点では全身持久力向上のための高地ト

レーニング負荷強度として上記のように先ず原則上の評価がなされる。これに合わせて地形、気候条件、雪質や対戦相手との戦況に即して持久戦の中でどのような戦術、例えばスパート等のスピード局面を組入れるトレーニングをいかに強化するか等も現場指導の重要な課題であろう。

続いて個人値を検討する。この時のクロスカントリースキー走では第3周回まで走行する選手が殆どであった。そのため先に示した合宿トレーニング中間時点について各走行距離での計測値の比

表10 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地トレーニング終了時における酸素運搬系指標の計測値

	(平均値)											
	前			I			II			III		
	HR (bpm)	SO <sub>2</sub> (%)	LA (mmol)	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA	HR	SO <sub>2</sub>	LA
Aチーム	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	m	68.0	91.3	1.33	135.3	88.5	3.23	143.3	85.5	2.60	135.3	85.3
	SD	3.3	0.4	0.20	8.2	4.6	0.80	6.1	5.3	1.10	7.5	2.6
Bチーム	n	9	9	9	9	9	9	9	9	7	7	7
	m	74.2	92.1	1.37	134.8	86.9	2.77	134.9	85.9	2.40	137.3	88.7
	SD	9.7	2.3	0.30	10.3	3.6	1.10	12.8	3.8	1.10	8.7	3.1

表11 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地合宿トレーニング中間時における走行10km地点及び20km地点の計測値の比較・検討

選手	HRとLA		増加		低下		同値		非該当**	
	SO <sub>2</sub>									
	上昇	下降	上昇	下降	上昇	下降	同値	下降	上昇	下降
	A, F	B, C*	I*	D	E, J					
	G	H*, M	N	K, L						

略号：表5に同じ

\* HR値一部欠落

\*\* 原則的にHRで増加、LAで低下の好適な適応状況を示す

表12 スキー・ノルディック複合'98～'99日本チーム選手のオーストリアアルプス高地合宿トレーニング終了時における走行10km地点、20km地点及び30km地点の計測値の比較・検討

選手	HRとLA		増加傾向		低下傾向		同値傾向		非該当	
	SO <sub>2</sub>									
	上昇	下降	上昇	同値	下降	上昇	下降	上昇	同値	下降
	M	B, E	C			N	A, D			
		G, H				K, L				
		I, J								

表の見方は表11に同じであるが比較は走行10Km地点の計測値に対する20Km及び30Km両地点の計測値の平均値の変動による。

較検討を表わした表11と同様の数値比較を試みる。今回も又便宜的になるが、第2及び第3周回目の走行で得られた2回分の計測値を平均的に判断して第1周回目からの差を変動傾向として整理し、表12に各分類成績を示した。この表に於いても高地合宿トレーニング中間時と同様に第1周回目に較べてその後の周回の心拍数及び血中乳酸値が同値或いは増加の傾向を示した選手は殆どみられなかった。つまり多くの選手達で心拍数と血中乳酸値、即ち身体に及ぶ負荷強度は後の周回で軽減されており、これらの選手達が先ず1群を形成した。この群では動脈血酸素飽和度もほぼ全選手で上昇した。この動脈血酸素飽和度の上昇傾向は、適応の状況がこの高地合宿の中間期よりも更に進行した結果として積極的に評価され得るものではある。逆には負荷の不足の指摘も可能であり、終盤期のトレーニングの在り方の意味では要検討項目である。更にもう1群の非該当に分類された選手達は全例で後の周回走で心拍数が上昇し血中乳酸値が低下しており、その傾向はこの高地トレーニング中間時と同様の分類の様子になった。そしてその場合の動脈血酸素飽和度が殆どの選手達で下降しているのも先の中間時と同様であった。この点は上述の心拍数と血中乳酸の双方で後の周回走に軽減されていた群と異なっており、心拍数上昇という負荷増加状態と動脈血酸素飽和度の下降が連関したことを浮き立たせた結果である。生理学的に考えられる代謝機序の整合性がとれるように好転効果が現われたとする解釈も可能である。ここで特に注目される現象として、先の高地合宿トレーニング中間時点での相対的高心拍数にあっても低い血中乳酸値を示していたA, D, F, Kの4選手の、合宿トレーニング終了時の様な変動が挙げられる。そのうち、F選手が風邪によってこのトレーニング日を休養に当て、計測値が得られていない。そして残り3名の選手が一様に後の周回走の計測値では心拍数を高めても血中乳酸値は低下し、かつ動脈血酸素飽和度も下降している群に分類されていることである。この点はここに改めて注目しておきたい結果になる。

表12では殆どの選手が表中の項目のうちの2つの群に該当した。そのもう一方の群は後の周回に

なって心拍数も血中乳酸値も低下し、つまり運動強度自体を下げて、そして動脈血酸素飽和度が高まっている群であった。両群は血中乳酸値を低くした状態でトレーニング状況を維持できるようになっている点で共通し、心拍数を高め、動脈血酸素飽和度を低くしてなおトレーニングを追い込んでいるかの視点で差が現われたことになる。また、この高地合宿トレーニング終了時に於いては、上記選手以外に更にC, H, J, Mの各選手が相対的高心拍数でトレーニングしていたが、トレーニングの進行に伴って各計測項目間に法則的動態が明確になっていないこともここに附記される。

### ま と め

全日本スキー連盟ノルディック複合'98~'99ナショナルチーム（A, B）全選手14名のオーストリアアルプス高地強化合宿トレーニングにおいて例年どうりのスポーツ医・科学サポートを実施し、以下の成績を得た。

1. アルプスの高地氷河クロスカントリースキコース周回走行トレーニングを主内容とする14日間の強化合宿においてその開始時、中間時及び終了時に下記2の医・科学計測を実施した。
2. 本研究で計測した項目は分時心拍数、血中乳酸値、動脈血酸素飽和度であり、これらの値をスキー走行各周回、即ち10km毎に得た。
3. 各計測値を当ナショナルチームが従来確立してきた適応効果の評価法によって検討した。つまり各選手について1回トレーニングでは走行周回数の進行に伴う運動強度としての心拍数の変化と代謝能力としての血中乳酸値の変化とを相対的に連関させて評価・検討した。同様の変化の様子は強化合宿日程の進行に照らしても評価検討した。
4. 上記3は基本的にはトレーニングの進行に伴い心拍数が高まても血中乳酸値が逆に低下する傾向を適応状況良行と評価し、各選手毎に検討した。
5. 本年の研究では更に動脈血酸素飽和度についても上記計測値に対応させながら分析・検討した。その結果、優秀な競技成績を示す選手

やこのトレーニングにおいて好適な適応状態を示していると判断される選手の計測値の様が輪郭化されたと考えられた。

## 謝 詞

本サポート研究事業は特に高地氷河クロスカントリースキー場で系統的に調整された計測条件を整備するうえで我国スキー・ノルディック複合チームの成田収平ヘッドコーチ並びに長く本事業の対象選手でもあった阿部雅司コーチの多大な御理解と御助力を得た。現地計測、検体の現地処理、検体輸送ではドイツ体育大学（ケルン）トレーニング・スポーツ科学研究所の Dr.Hartmann,U., Niessen,M.,並びに Neth, S.,検体分析では同大学循環器スポーツ医学研究所の Böttcher, K. の各氏の御協力を得た。そしてとりわけ、同大学循環器スポーツ医学研究所 Rost,R 所長には我国このチームが高地トレーニングに取り組み始めた最初から全般的な補助・協力を賜り今般も変わらぬ御助力を得た。しかし今回、著者が御礼表敬に訪れたときは不慮の闘病にあってなお日本チームの活躍を願いつつ、クリスマスの日に逝去された。当チームの活躍とは切り離せない御縁の教授の冥福をお祈りし、上記各氏と亡き教授にここに記して謝意を表する次第である。

## 附 記

本スポーツ医・科学サポート研究事業で得られ

た計測値は強化合宿現地に於いて幾分の評価判定を加えて担当コーチに速報値として説明し、帰国後説明を加筆して全日本スキー連盟競技本部へ報告した。

## 引 用 文 献

- 1) 池上三紀: Personal communication, 1990
- 2) 早坂毅代司: Personal communication, 1990
- 3) 川初清典, 中川功哉, 晴山紫恵子, 北村辰夫: 高所トレーニング「全日本スキー連盟での取り組み」。臨床スポーツ医学 8, 616-620, 1991
- 4) 川初清典, 晴山紫恵子: オーストリアアルプス中等高所におけるスキー・ノルディック複合ナショナルチーム選手のスキー走時の血中乳酸値の評価・検討。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, No.IV JOC 高所トレーニング医・科学サポート 5, 54-62, 1996
- 5) 川初清典, 晴山紫恵子: ノルディック複合ナショナルチーム'96オーストリー・アルプス高所トレーニングにおける強度管理の分析・検討。平成 8 年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, No.IV JOC 高所トレーニング医・科学サポート 6, 88-96, 1997
- 6) Mader,A.,H.Liesen,H.Heck, H.Philippi, R.Rost, P.Schürch, W.Hollmann : Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. Sportarzt u. Sportmed. 27, 80-88, 109-112, 1976

## 4-2. スキー・ノルディック複合における 高地トレーニングの在り方の検討

報告者 上杉 尚宏<sup>1)</sup> 川初 清典<sup>2)</sup>

### 序論～高地トレーニングは有効、課題はその最適化～

高地トレーニングをスポーツに適用する研究は広義には航空や登山等を対象に置いた高所医学を含み、その歴史は既に1世紀にもなる。競技スポーツ医・科学に絞ってもこれが本格的に行われてから4半世紀を超えた。これらの過程で、今日、持久性スポーツに対する高地トレーニングの有効性は専門各誌に公表されるように既に明確である。多くの国際競技会で陸上競技の長距離走種目や水泳、そしてスキークロスカントリーの「高地」に関わった各国選手達が勝利し、我国選手達も好成績を挙げてきた戦績はその点をよく裏付けている。このテーマに関する今日の課題はその有効性を既に前提に置いて、各スポーツ種目毎の適用法の最適化の段階に至っている。

適用法を誤れば切角の高地トレーニングも仇に終わるのはこの課題に限らず自明のことである。本研究はクロスカントリースキーの国際的競技戦略を対象に置いた高地トレーニングの最適化を論点にしてこれまで我国スキー・ノルディック複合ナショナルチームが実践してきた経緯を総括し、現在の状況を位置づけ、そして未来を展望するものである。

### 1. 我国ノルディック複合ナショナルチームとしての高地トレーニングの10年間

我国スキー・ノルディック複合はスキー関連の組織内でその部門もチームも誠に弱小であった故に、特に国際的競技会に関するトレーニング計画は常にナショナルチームとして小規模チームの全

体行動がとられていた。これに対して相対的に伝統を有し社会的視線も多く受ける部門の選手にはチーム行動を超える企業や商業主義による支援があつて選手が単独で海外強化に取り組む等、選手個別の強化計画がよく行われていた。ノルディック複合部門ではそれらの支援が得られることはなく、連盟の強化計画内の行動に停まっていた故のチーム行動であったことになる。しかし、従ってこの種目関連の役員・指導陣の尽力によって選手強化海外合宿等が可能になった時、それらの計画・実行段階でもそのままチーム行動がとられた。そしてスキー競技のオフシーズンの強化合宿でヨーロッパアルプスの氷河での雪上スキーを実施できるようになった時もナショナルチームとして全体行動がとられ、これに対してスポーツ科学的支援を行った場合もチーム全体がその対象となった(川初他, 1991)。そして折から、アルペールヴィル'92冬季五輪大会を眺む時期になって、この地のクロスカントリースキーコースがフランスアルプスの中等高所に敷設されたことからJOC・日本体育協会による本研究プロジェクトの対象種目に数えられた。この研究プロジェクトに対しても上記経緯を有するノルディック複合部門はナショナルチームとしてこの課題に取り組み、主に(A)チームと通称されるワールドカップ転戦参加有資格の選手達を直接の対象に置いた。こうしてこのチームに対する高地トレーニング医・科学サポートは1990年に始まり、今その10年目を迎えた。そして表1のように、1980年代までは競技戦績が世界の底辺域にあり、それからの1990年代は総じて世界の頂点にあってこのチームの全盛期を形成した。しかし、この90年代もその前半期は将に上述の頂点以外の何物でもなかつたが後半期は今日までのところ斜陽化を不安視することも可能である。高地トレーニングを含めて何につけてもナショナルチームと

1) 北海道東海大学

2) 北海道大学

表1 我国スキー、ノルディック複合の国際競技成績歴  
～オリンピック及び世界選手権大会\*～

競技年 (シーズン)	大 会 名	競技年	大 会 名
1971～72	札幌五輪（日本） 5位（勝呂）、13位	89～90	〔競技会なし〕
79～80	レイク・ブラシド五輪（米国） 25位、27位	90～91	ヴァルディ・フィエメ世界選手権（イタリー） 11位、16位、24位、30位
81～82	オスロ世界選手権（ノルウェー） 26位、27位、30位	91～92	アルペールビル五輪（仏国） 団体：3位（三ヶ田、阿部、児玉） 7位（荻原健）19位、30位、34位
82～83	〔競技会なし〕	92～93	ファルーン世界選手権（スウェーデン） 団体：1位（三ヶ田、河野、荻原健） 1位（荻原健）、5位（河野）、6位（阿部） 40位
83～84	サラエボ五輪（ユーゴ） 20位、21位	93～94	リレハンメル五輪（ノルウェー） 2位（河野）、4位（荻原健） 10位、19位
84～85	ゼーフェルト世界選手権（オーストリー） 27位、31位、37位 団体：10位	94～95	サンダー・ペイ世界選手権（カナダ） 5位（荻原健）、8位（阿部） 10位、19位、22位
85～86	〔競技会なし〕	95～96	〔競技会なし〕
86～87	オーバーストドルフ世界選手権（西独） 28位、29位、37位 団体：7位	96～97	トロンハイム世界選手権（ノルウェー） 1位（荻原健）、34位、40位、55位 団体：9位
87～88	カルガリー五輪（カナダ） 31位、36位、37位 団体：9位	97～98	長野五輪（日本） 4位（荻原健）、6位（荻原次）、23位、38位 団体：5位（荻原次、森、富井彦、荻原健）
88～89	ラハティ世界選手権（フィンランド） 27位、33位、38位 団体：10位		

\* スキー・ノルディック世界選手権大会

（上杉資料：Jap.J.Sports Sci. 15, 1996より加筆）

して取り組んだという成果は表にみられているよう多くは団体戦で優勝してきた事実によく現われていよう。そして団体の勝利は後半期にはみられないものである。

## 2. ノルディック複合競技の中でのクロスカントリースキー成績の変遷

我国ノルディック複合チームが活躍した上記全盛期には各誌に決まって報道されたように「ジャンプでリード、クロスカントリーで逃げ切る」戦略が勝利の構図であった。実際には表1の成績低迷期には個別の選手が競技前半のジャンプで好位置につけてリードを奪うこともあった。しかし競技後半のクロスカントリーでは必ず追われ、越され、そして開けられて、勝利することはなかったのである。このチームが高地トレーニングに重点

を置いたのはこのジャンプの成績を守らんと志したからに他ならない。さて、この頃スキージャンプ界には所謂「V字ジャンプ」が流行し始めた。東洋人が相対的に器用だということを裏付けるようにノルディック複合の分野では東洋から唯一参加している日本チームがこの技法で暫くの期間優位に立ち、競技前半のジャンプでは例外なく成績をリードした。そして高地トレーニングの重点化に符合して我国チームはクロスカントリースキーでは容易には追いつかれなくなっていた。その反面、当然のなりゆきとして、スキーに先進する各国でもジャンプで「V字」をマスターするようになり、加えて再三再四にわたるスキージャンプの配点ルールが日本チームに不利になる方向で改正され続け、1990年代後半期には我国チーム選手が競技前半のジャンプでリードする場面がみられ

なくなっていた。一方、クロスカントリースキーに対する本プロジェクトによる「高地トレーニング医・科学サポート事業」は依然として継続された。その期間に該当するオリンピック大会並びに世界選手権大会のノルディック複合競技のクロスカントリースキーだけを分離してその成績の変遷をジャンプ成績や総合成績に照らしながらその実態を検討する。我国チームは前述のように国別団体で勝利していたがこの団体種目のクロスカントリーはリレーで競われ、また比較の対照が得られないために個々の選手の評価が出来ない。従って個人戦を分析の対象とし、その結果を表2に示した。大まかな変遷は、1) この表の競技会以前までの時期になるが、クロスカントリーでスキー先進各国の選手に更に開けられていた時期、そして表2に示されている時期に相当するが、2) 容易には開けられなくなったり逆に対等に走行したり、その順位を好転させる戦いが目立つ時期、更に、3) このチームの最優秀選手を除いてはクロスカントリー成績が思わしくない時期、等を経的に区分できる。そして上記2) の時期がジャンプの「V字飛行」リードの時代に重なり、3) の時期は2) の時期に比較すると斜陽化が不安視され得る現時点までを表わしていく。さて、表2からは全体的に我国選手は総じて、1) ジャンプの成績をクロスカントリースキーで守り抜くという戦い方になっており、これがかなった時に成績的結果を得ていること、2) その成績をあげたときのクロスカントリースキーは大約10位代の成績で成就されていること、3) 我国選手のクロスカントリーでは1桁代の順位の成績が皆無に近いこと、されども、4) 総合成績が上位の選手ではクロスカントリースキーで逆転して、「金」を含むメダルを獲得する事例も目立つこと、等が判読される。

以上の戦績的分析に基づけば競技現場で模索されるように、再び「ジャンプでリード」を重視するかつてへの回帰を目指した選手強化も一法であろう。また、今日のジャンプの成績であれ、クロスカントリースキーで10位前後の順位の成績をあげ得ればメダル獲得は勿論、優勝を競う水準の成績になることも明確である。ジャンプの1桁代の

順位を更に高めるための難度をもってすれば参加全選手の平均もしくはそれ以下の順位を10位前後までに高める有効性の方が現実的かつ実利的とする考え方もまた要検討項目として取り組まれるべき課題になる。

### 3. 高地トレーニングの最適化に向けて

トレーニングの最適化はどのスポーツにも共通に最大の課題であり、その重要性自体は論を待つものではない。スキー・ノルディック複合にとってはジャンプのトレーニングとの整合性から見る最適化が種目固有の課題であり、各国チームが最も腐心し続けている課題である。本研究の主題は高地トレーニングなので本論ではこの点に絞ってクロスカントリーから見る最適化を検討する。クロスカントリースキーヤーに対して今日提供できる高地トレーニングメニューを著者達の手元の資料の範囲ではあるが表3に整理して示した。表にあげられるシミュレータは元来、医学上の生体実験を目的に開発された設備であり、これが高地トレーニングに有効な手段となる意味の範囲に於いてトレーニングに実用されるようになった。従ってトレーニングとしては、この狭隘空間で可能な手段のみが実施されることになる。今日提供されるこのトレーニング設備には有効なクロスカントリースキートレーニング機器は知られていない。従ってシミュレータ内で陸上競技のマラソンランナーがトレッドミル上でマラソンランニングのトレーニングを行うような競技直接的な効果を得ることはクロスカントリースキーヤーにはこの場合不可能になる。クロスカントリースキーヤーにとって有効性の高いシミュレータ高地トレーニングはシミュレータ内居住による高地馴化とオープン・エアで行うクロスカントリースキー走をプログラムすることである。この場合のスキー走は積雪があれば自然環境下のクロスカントリースキーコースで行い、積雪を見ない場合にはローラースキー走もしくは人工雪コースによって行うことになる。それらの設備は今日、フィンランド国のヴォカティ・スポーツセンターに完備されている。

さて、表3のIIの項に記される山岳や高地でなされるトレーニングはアフリカの高地民族が陸上

表2 我国スキー・ノルディック複合ナショナルチーム選手の世界選手権大会及びオリンピック大会におけるクロスカントリースキー成績の変遷

選手*	ジャンプ	個人競技順位		
		総合	C.Cスキー**	
I アルペールヴィル五輪（1992） （団体1位）	A	6	7	16
	B	25	19	18
	C	24	30	30
	D	2	34	42
II ファルーン世界選手権（1993） （団体1位）	A	1	1	14
	B	3	5	25
	C	2	6	37
	D	24	40	50
III リレハンメル五輪（1994） （団体1位）	A	6	4	11
	B	4	2	13
	C	14	10	4
	D	8	19	42
IV サンダベイ世界選手権（1995） （団体1位） <u>***ワックスワークの失敗</u>	A	1	5	23***
	B	7	8	18***
	C	4	10	25***
	D	2	19	42***
	E	7	22	44***
V トロンハイム世界選手権（1997） （団体9位：ジャンプにて転倒）	A	2	1	12
	B	33	34	30
	C	6	40	59
	D	43	55	58
VI 長野五輪（1998） （団体5位）	A	9	4	13
	B	3	6	23
	C	4	23	42
	D	34	38	37

\*選手名と記号は各競技会毎に異なる。

(上杉資料、未発表)

\*\*クロスカントリースキー。

成績は個人戦より。

表3 クロスカントリースキーのための高地トレーニングの態様の分類

I シミュレータ

1. 低圧室トレーニング：
  - 1) 自転車
  - 2) トレッドミル
  - 3) その他のエルゴメータ
2. 低酸素室：常圧室に於ける長時間の滞在
  - 1) 室内トレーニング
    - a) 自転車、 b) トレッドミル、 c) その他エルゴメータ、
    - d) ランニング
  - 2) 室外トレーニング
    - a) 各種エルゴメータ、 b) ランニング、ボート、水泳、  
スキー走、等スポーツ自体による持久力トレーニング

II 山岳・高地：ランニング、ボート、水泳、スキー走、etc.

1. 低地居住・高地トレーニング
2. 高地居住・低地トレーニング
3. 高地居住・高地トレーニング

競技の長距離走で勝利し続けたようにこの流れの本来の伝統的な高地トレーニングである。積雪期には多くの高地スキー上でこのトレーニング環境が得られる。しかし、スキー環境は殆どが北半球諸国で整備されており、従ってそれらの場の積雪期は同時に競技シーズンである。つまり、積雪期には競技に出場する限り既にシステムティックな高地トレーニングを設定できない。スキーはもともと北欧に発祥しヨーロッパで発展した背景もあって、主要な国際競技は欧洲を拠点に開催され、選手達はそれらの競技を転戦するのが通例である。このスキーの選手達が上記の競技シーズンを戦い続けるためにはそのシステムティックなトレーニングを競技シーズン開始前に終えている必要が戦いの大前提になる。従って我国選手の場合にも高地トレーニングをも含むクロスカントリースキーの基本的なトレーニングを競技シーズンのオフ期に終えている必要があることになる。しかし、多くの主要競技を地元で消化する欧洲の選手の場合

には競技シーズンにあってもスランプに陥った時に直ちに強化の本拠地へ呼び戻されて上記のシミュレータによる調整トレーニング等によって調整・回復して戦線復帰することがよく知られている。然るに時差や遠隔地のため移動の負担を考えてこれを出来ない我国選手はオフ期の強化を完全に成し終えておかなくてはならない。そのことは従つて競技シーズンオフとなる4月から11月の期間のトレーニングをいかに組み立てるかを問うものになる。この視点で本研究のテーマ、高地トレーニングの見地からその在り方を以下に検討する。

4. 競技シーズンオフ期「高地トレーニング」の在り方

我国スキー・ノルディック複合チームは氷河スキーコースにおける競技シーズンオフ期スキー強化合宿訓練を「高地トレーニング」に位置付けて、オフ期トレーニング全体をシステムティックに整備して世界のメダル戦線に浮上し(川初他, 1999),

表4 我国スキー・ノルディック複合チームにおける山岳氷河スキー・クロスカントリーの実施態様

1980年代中期まで	実施せず
1980年代終期	山岳氷河コースのスキー連続走行
1990年以後	高地トレーニング指針に基づく手法の導入、スキー連続走行
1990年代前期	オフ期2度の高地系トレーニング実施（含：シミュレータトレ）
1990年代後期	上記オフ期2度実施の消失
1990年代終期	低酸素下居住の積極的検討

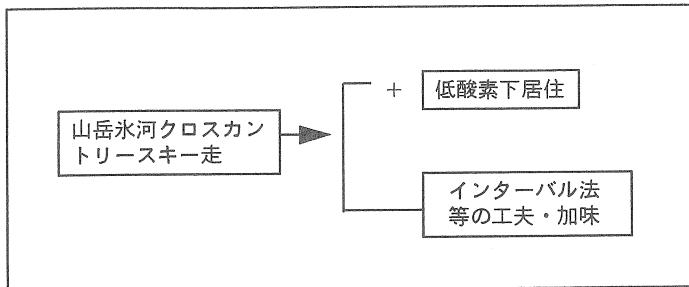


図1 クロスカントリースキーのための高地トレーニング手法拡大の構図

続いて「V字ジャンプの早期習得によって世界戦線の頂点を獲得した。しかし前述の如くこのチームが斜陽化を心配しなくてはならない今日、高地トレーニングをも含むトレーニングの最適化を念頭に置きそのためのトレーニング・レイアウトを考えなくてはならない。トレーニングでは前項の制約によってオフ期トレーニングの充実化が主体となることになる。我国チームが実施してきた「山岳氷河スキークロスカントリー=高地トレーニング」の視点からその変遷を整理すると表4のようになる。現時点では新しい試みとして低酸素下居住による高地馴化の途についたところであり、今季初めてBチームの若年2選手に適用したところである。これらの1名は今季スロヴァキア・ストラブスケプレッソ・ユニバーシアードに派遣され、前半の飛躍第8位からクロスカントリーで追い上げて銀メダルを獲得し、残りの1名は全日本学生

選手権大会で優勝した。新しい試みの奏功として評価できよう。このことは、従来型の高地トレーニングに有意義な試みを加味する有効性を示しており、適切に指導される低酸素下居住がその1条件であることを裏付けている。クロスカントリースキーのための低酸素下居住施設はフィンランドを筆頭にしてスカンジナヴィア各国でこの上なく整備が進んでおり、この手法でのみそれら諸国の選手に勝利することは難かしそうではある。しかし我国選手のスキージャンプの強みを前提に置けばクロスカントリースキーでそれら選手に勝利するほどではなくとも10位前後の順位の成績に漕ぎつける目標に対しては充分な可能性を秘めた手法として熟慮が求められよう。新しい試みのもう1つは図1に示したように山岳氷河コースで従来踏襲している連続走に、有効性を更に望める持久力トレーニング法を加味することであろう。その1

法にここでは「クロスカントリースキーのためのインターバル法」を提倡するものである。当然ながら、従来の山岳氷河クロスカントリースキー走にインターバル法を加味し、これに更に異なった時期に低酸素下居住の高地馴化効果を上乗せし、更に高地系以外の日常の低地トレーニングに於いてもクロスカントリースキーのためのインターバル法を工夫すれば相乗効果を更に期待できるものである。そしてこのトレーニングが現在、各月1回なされるナショナルチーム強化合宿訓練に於いてのみ適用されるよりは、それ以外に個々の選手が所属チームで行うトレーニングでもナショナルチーム強化計画との有機的連携下で更に実施されれば、強化効果は重ねて高まることとなろう。そしてこれらの効果実現のためには、チームがいかにこの手法に取り組むかの競技現場の組織構成の姿勢や環境がその課題となろう。

## 摘要

我国スキー・ノルディック複合チームの競技力向上のための高地トレーニングの在り方を従来の経緯と共に以下のように分析・検討した。

1. 高地トレーニングの有効性を再検証し、今日の課題がその実施の最適化にあることに視点を当てた。
2. 我国チームが実施してきた10年間の高地トレ

ーニング状況を整理・分析し、今日新たな試みの工夫と加味が必要であることを考察した。

3. 我国チーム選手の世界戦線でのクロスカントリーライドの成績を総合成績と関連づけて分析し、その成績の我国チーム選手における特性を評価した。
4. 上記クロスカントリースキー成績は必ずしも高くはなく、従って改善・向上の可能性は存外に高いと考えられた。
5. 我国チームに今日適用可能な高地トレーニング態様の拡大について考え、低酸素下居住による高地馴化の加重と、従来型の山岳氷河クロスカントリースキー連続走にこの種目のためのインターバル法を加味する工夫を提案した。
6. 上記5の点の具体的実現のため、更に2~3の要因を加えて検討した。

## 引用文献

- 1) 川初清典、中川功哉、晴山紫恵子、北村辰夫：高所トレーニング「全日本スキー連盟での取り組み」。臨床スポーツ医学 8, 616-620, 1991
- 2) 川初清典、上杉尹宏、晴山紫恵子：全日本スキー連盟の高所トレーニングへの取り組みの現在・過去・未来。臨床スポーツ医学 16, 5, 1999 (印刷中)

## 5. クロスカントリースキー選手の高地における雪上トレーニング中の心拍数および合宿中のコンディションについて

報 告 者 吉本 俊明<sup>1)</sup>

### はじめに

1998年に開催された長野オリンピックの男子リレー競技において、日本チームはクロスカントリースキー競技としては始めてという、7位入賞の好成績をあげた。この成果は、高地トレーニングを初めとするクロスカントリースキー競技界における地道な取り組みが、徐々に実を結んできた結果として評価できよう。定着してきた高地における雪上トレーニングも、回を重ね経験をつむにつれて、指導陣のみでなく選手の間でも各自が自分なりに取り組む姿勢ができてきたといえる。

前年までの報告においても、選手のコンディションをどのようにとらえるべきかという観点から、いろいろな指標を用いて調査測定してきたが、およそ1週間の適応のための期間が必要なこと、高地という環境に慣れるためにも高地におけるトレーニングの経験を積むことが必要なことについて触ってきた。幸いなことに、フィンランドから招いたペッカ一氏の指導のもと、北欧の選手の中では当然のように行われてきた運動強度のレベルのコントロールについても、浸透しつつあるといえる。

長野オリンピックが終わった本年度からは、指導陣が変わり強化指定選手も改めて選考された形でスタートしている。指導陣、選手とも全員が変わった訳ではないが、やはり、今までとは違った意識で強化合宿に臨んでいると考えられる。今回の高地における合宿についていえば、高地トレーニングの経験者も多く、これまでの合宿とそれほど違った結果はみられないであろうと予想した。

ただし、これまでの調査結果は指導陣への報告に留まりがちであった。そこで、何らかの形で選手自身へのフィードバックができるのかという観

点から、選手自身の高地トレーニングに対する取り組み方や意識についても調査することを加えて検討し、合宿後に選手の一部とその結果について話し合う機会も持てたので報告する。

### 研究方法

#### 1. 調査時期および場所

1998年8月、合宿先のラムソウ(オーストリア)で実施した。

#### 2. 対象

全日本スキー連盟強化指定女子シニア選手11名、女子ジュニア選手5名、および男子ジュニア選手5名の計21名である。

#### 3. 調査、測定の内容

女子シニア選手5名、女子ジュニア選手1名、および男子ジュニア選手2名の計8名については、雪上トレーニング中の心拍数を測定するとともに、トレーニング内容についての報告を受けた。使用した測定器はバーンテージXLであり、トレーニング中5秒のオーダーで入力し、帰国後出力する方法で実施した。

毎回実施している気分の状態を調査するPOMSについては、合宿参加者21名全員について行った。65の下位項目からなるこのテストは、T-A(緊張)、D(抑うつ性)、A-H(怒り)、V(活動性)、F(疲労)、C(情緒混乱)の6尺度について調査するものであるが、POMSが1週間の気分の状態を調査するものであり、今回の合宿期間が実質11日間ということもあって、合宿の終わり近い8月10日に1回だけ実施した。

その他、雪上トレーニングに出かける前およびトレーニング中(後半)の血中乳酸値を簡易式の測定器で測定したが、各個人の測定値が系統的に

1) 日本大学

得られなかったため、参考資料に留めた。また、今回の高地トレーニング合宿での取り組みや高地でのコンディションについての自覚等に関する質問紙調査および面接を行い、参考とした。

#### 4. 資料の整理方法

心拍数についてはトレーニング中の変化を図示するとともに、各選手からの報告に基づいて、同じ運動強度で実施している期間の最高値と最低値を示した。値は、コースがU字型の連続で片側が

低くなつていて心拍数に変化があるため、1往復ごとの最高値、最低値を求めた。

POMSについては、各選手のプロフィールを示すとともに、選手からの今回の合宿についての取り組み、コンディションについての自覚を基に考察を進めた。

#### 結果および考察

今回の合宿日程を表1に示した。午前は、標高2,700mの氷河にある5kmのラムソウ・コース(図

表1 1998年ラムソウ(オーストラリア)合宿日程

単位:分

月 日	午 前	午 後
7 31		ラムソウ着
8 1	ランニング 6 0	ローラースキー(クラシカル) ダブルポーリング 7 0
2	スキー・フリー・テクニック (雪上) 9 0	ランニング 6 0
3	スキー・クラシカル・テクニック (雪上) 9 0	補強運動
4	スキー・フリー・テクニック (雪上) 1 2 0	フリー
5	スキー・フリー・テクニック (雪上) 1 5 0	(自主トレーニング)
6	スキー・クラシカル・テクニック (雪上) 1 0 0	ストック・ウォーキング 1 4 0
7	休 養	ランニング/サッカー 6 0
8	スキー・クラシカル・テクニック (雪上) 1 2 0	山歩き
9	スキー・フリー・テクニック (雪上) 1 5 0	ローラースキー(クラシカル) ダブルポーリング 6 0
10	スキー・クラシカル・テクニック *(雪上) 1 8 0	ストック・ランニング 8 0
11	スキー・フリー・テクニック (雪上) 1 2 0	フリー
12	ラムソウ出発	(自主トレーニング)
		ランニング 6 0

\* (10日午前)ストックなし30分、ダブルポーリング20秒8セット

1 参照) でスキーによるトレーニングを行い、午後は標高約1,200mの宿舎近くでローラースキーやランニング、ストック・ランニングなどを行う形がとられていた。毎年ならば、10kmのハルテット・

コースとのいずれかを選択して使用する形がとられるが、雪不足のため5kmのコースのみが使用可という状態であった。コースは片道約500mのU字型が連続するコースで、片側が勾配になってい

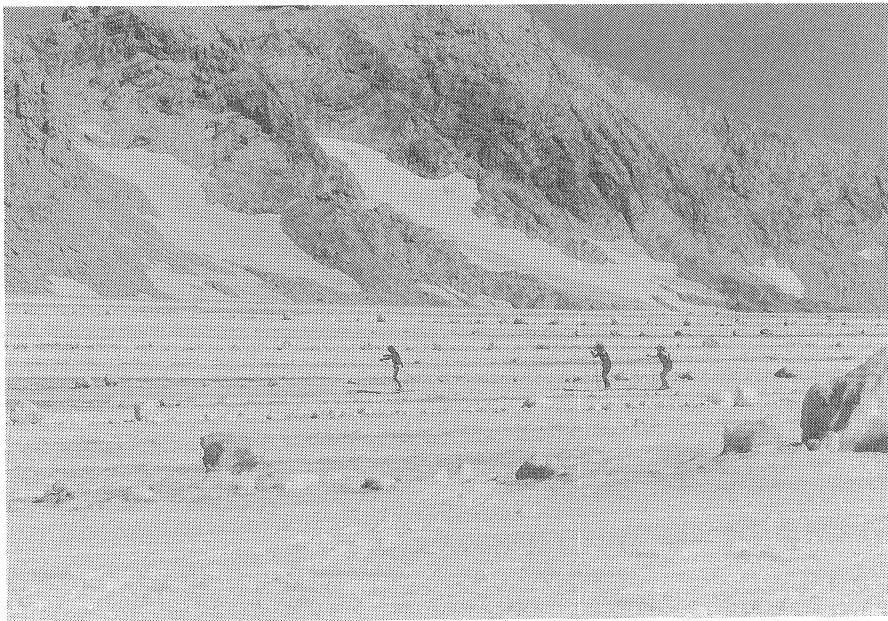


図1 標高2,700mにあるラムソウ・コース

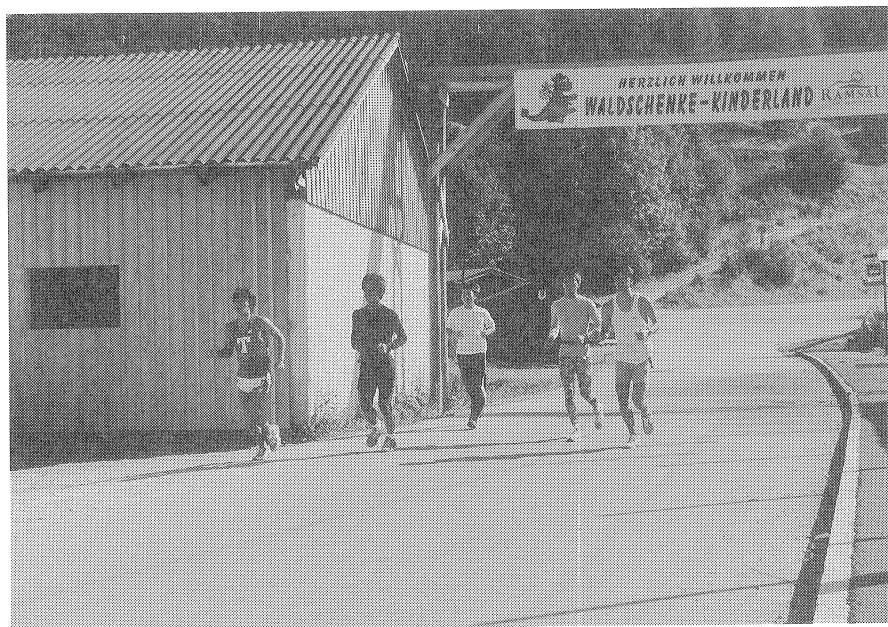


図2 1999年世界選手権大会会場近くでのランニング風景

るため、上り下りの繰り返しになっている。今回の特徴は、トレーニングの大枠だけを決め、できるだけ選手の自主性を重んじようとするものになっていた。また、今回の宿舎は標高約1,200mで、すぐそばが1999年2月18日から28日までノルディックの世界選手権大会が開かれる会場となっている場所であった(図2参照)。したがって、雪上でトレーニングのためには、標高で1,500m近く上ることになる。

### 1) 雪上トレーニング中の心拍数の変化

今回は、フリー・テクニックで120分間のトレーニングを行う最終日に記録した。基本的にはベース1(図中B1)といわれる運動負荷(76% max程度:心拍数の最高値200bpmの場合150bpm以下)を中心にトレーニングするように指示されていた。図の下に示した最高値、最低値のうち最低値については、同じ負荷でのトレーニング中の値

を示したが、選手からの報告では、ドリンクタイムやコーチからのアドバイスをもらっている時間が加わったりしているので、必ずしも下り勾配などで心拍数が下がった状態とはいえない部分もあった。

まず、女子シニア選手5名についてみる。図3-1は、Afの心拍数の変化を示したものである。トレーニング内容は、ベース1トレーニングを中心としたが、大会時のスピードをイメージし、心拍数が175bpmまで上がるスピードでトレーニングしたというものであった。Afは高地トレーニングの経験が豊富であり、心拍数の変化も規則的で安定し、自分なりのペースを守ったトレーニングをしていたといえよう。しかし、ベース1を中心としたトレーニングの割には最高値がやや高めになっていた点については、新チームになってしかも自主性が重んじられるようになった結果、周りのペースが気になってついスピードが上がり気味にな

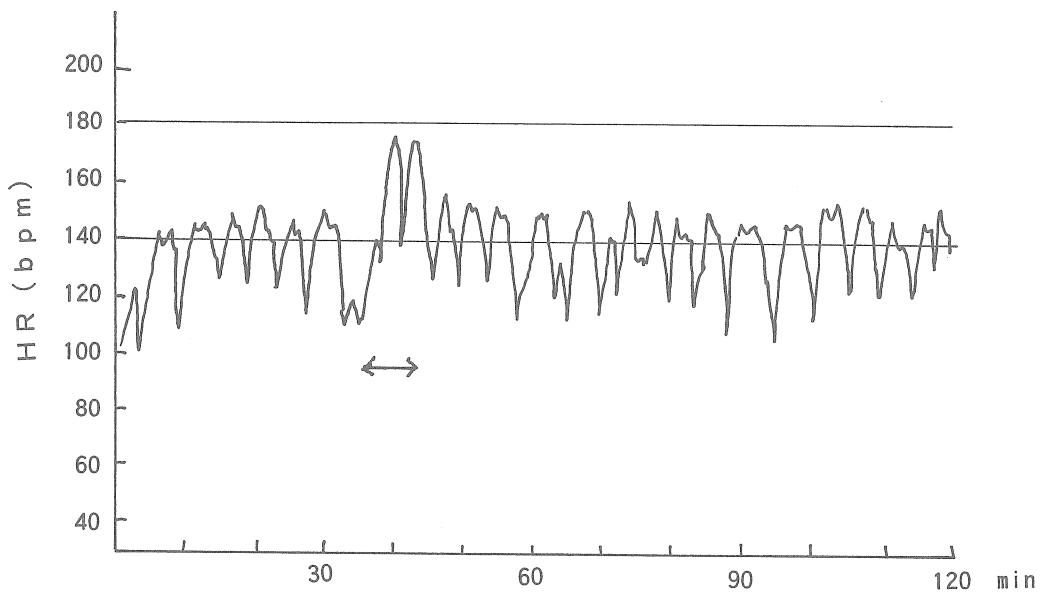


図3-1 女子シニア選手Afのトレーニング中の心拍数

前半B1トレーニング MAX153-146 MIN123-108

スピードトレーニング MAX178 MIN126 (矢印部分)

後半B1トレーニング MAX157-147 MIN124-104

ったが、他の選手も同様の傾向があったと述べていた。

図3-2のFmについても同様のことがいえる。すなわち、Fmも高地トレーニングの経験が豊富であり、心拍数の変化も規則的で安定している。また、スピードトレーニングについても、短い距離のスピードで、心拍数を上げるというより身体をMAXに動かすことを考えたというように、ベース1トレーニングの際とそれほど大きな値の違いはみられていなかった。しかし、ベース1についていえば、ゆっくりと走り、心拍数も140bpmから150bpmを目安にすると報告しているが、実際には最高値が絶えず150bpmを超える運動負荷でトレーニングが行われていたというのも、同様の観点からみることができよう。

図3-3のOtも高地トレーニングの経験は十分あり、ベース1のペースで行ったという報告であるが、実際にはむしろベース2(76%~85% max:

心拍数の最高値200bpmの場合150~165bpm)に近いペースで終始していたといえる。

それに対して、ジュニアの時代から高地トレーニングの経験のあるWr(図3-4)は、ベース1トレーニングでは他の経験者3名と異なり、かなりゆっくりとしたペースで終始していた。報告によれば、前半1時間ベース1トレーニングを行った後、30秒間のミドル・スピードでのトレーニングを6本入れ、その後再びベース1トレーニングを行ったとしているが、ベース1でのトレーニングでは130bpm台での最高値もかなりみられ、最低値も100bpm以下のところが數カ所みられた。またミドル・スピードの際も、最高値はベース1に比べると明らかに高くなっているが、最低値はいずれも100bpm以下となっていた。かなり疲労していたということであったが、自分なりに十分なインターバルを取りながらトレーニングしていたことを示す結果であった。

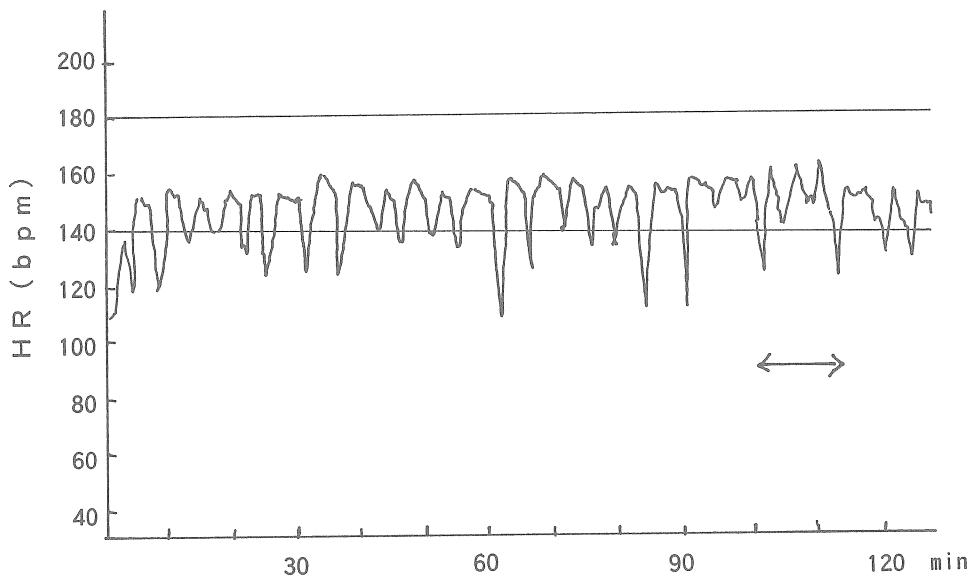


図3-2 女子シニア選手Fmのトレーニング中の心拍数

前半B1トレーニング MAX158~150 MIN138~109

スピードトレーニング MAX163~156 MIN150~113 (矢印部分)

後半B1トレーニング MAX155~153 MIN128~126

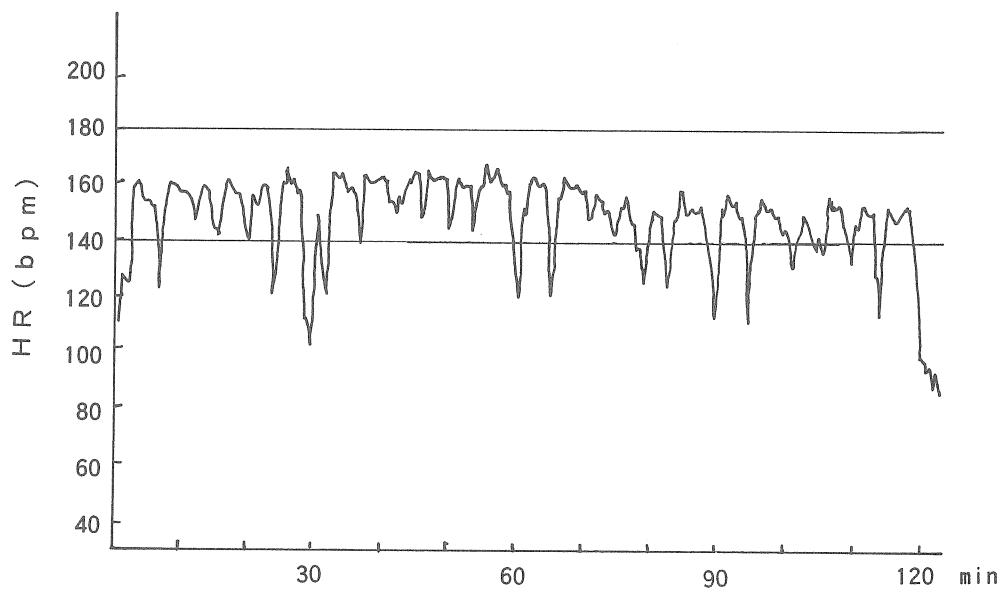


図3-3 女子シニア選手Otのトレーニング中の心拍数  
B1トレーニング MAX171-150 MIN150-101

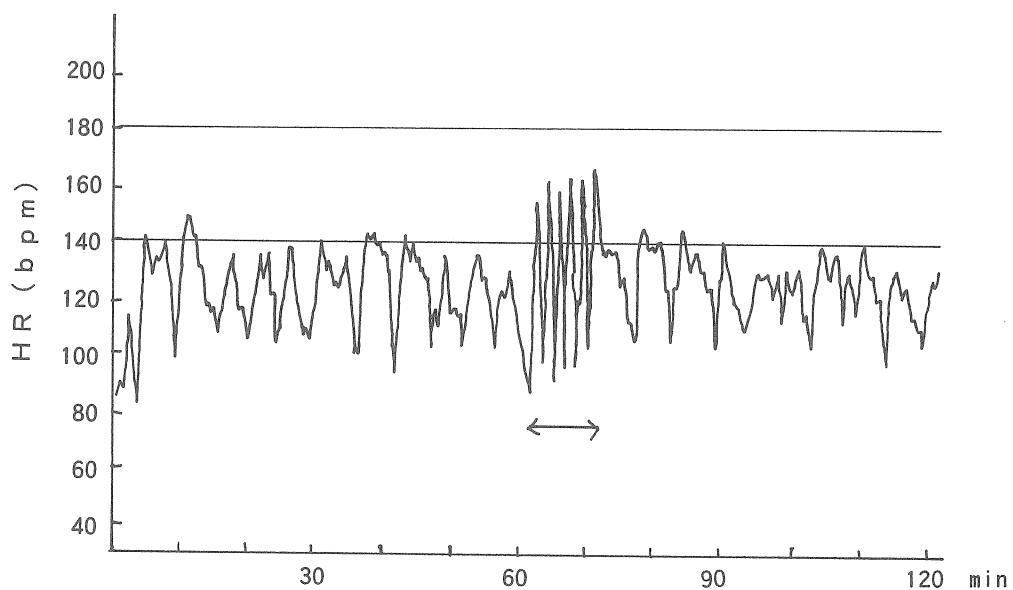


図3-4 女子シニア選手Wfのトレーニング中の心拍数  
前半B1トレーニング MAX149-136 MIN108-92  
スピードトレーニング MAX167-155 MIN 97-91 (矢印部分)  
後半B1トレーニング MAX147-131 MIN112-94

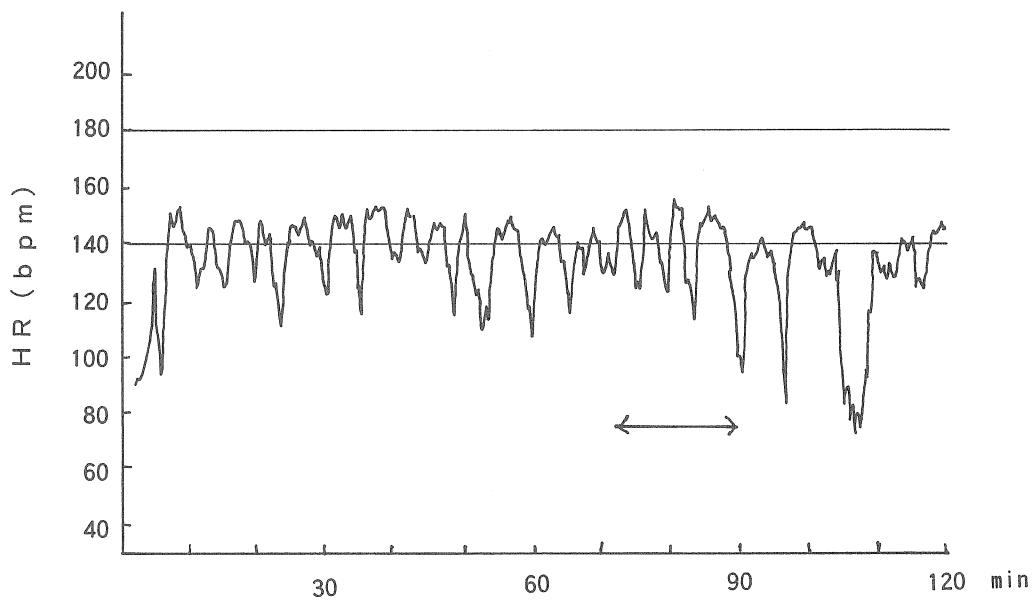


図 3-5 女子シニア選手 Sc のトレーニング中の心拍数

前半 B1 トレーニング MAX154-145 MIN133-104

スピードトレーニング MAX155-152 MIN128-110 (矢印部分)

後半 B1 トレーニング MAX148-143 MIN123-73

図 3-5 の Sc は女子シニア選手ではあるが、ラムソウでの高地トレーニングが始めての選手である。70分過ぎにダブル・ポーリングで少しペースを上げたとしているが、心拍数からみる限り、それまでのペースとそれほど大きな違いはみられなかった。報告では、ゆっくりでもなく早くもなくという表現をしているが、全体に不規則なペースでトレーニングしていた傾向がみられた。

図 4 は女子ジュニア選手の Im であり、ラムソウでの高地トレーニングも始めての選手である。本人の意識の中では、ゆっくり走り、途中3回立ち止まってコーチのアドバイスをもらったとしているが、最高値からみる限りかなり強い負荷で走っていたと判断された。65分過ぎ、ベテランのシニア選手にアドバイスを受け、併走してもらいながらスピードを上げ心拍数も上がったという部分では、明らかに170bpm 以上にあがっていた。ベース 1 を基準にトレーニングするという意識はあったようだが、負荷のコントロールという面では、アドバ

イスの必要な結果であったといえよう。

図 5-1 は男子ジュニア選手 Yo の心拍数であるが、ラムソウでの高地トレーニングは始めてであったが、非常にコントロールされた結果がみられた。報告によれば、40分間のベース 1 トレーニングの後スーパースケーティングを20分間行い、再びベース 1 トレーニングを30分間行った後スピードトレーニングを20分間行い、最後にベース 1 に戻ったというものであった。図の下の心拍数の値では、最後のペースを落としインターバルをとつのベース 1 については示さなかったが、トレーニングに強弱をつけながら走ったと報告にあるように、トレーニングの組み立ては計算どおり実行されていたといえよう。

男子ジュニア選手 My の心拍数の変化を示したのが図 5-2 である。報告では途中コーチのアドバイスを受けてとまりながら、ベース 1 からベース 2 のペースで走ったとなっているが、最高値からみる限りベース 1 とベース 2 の負荷の違いはそ

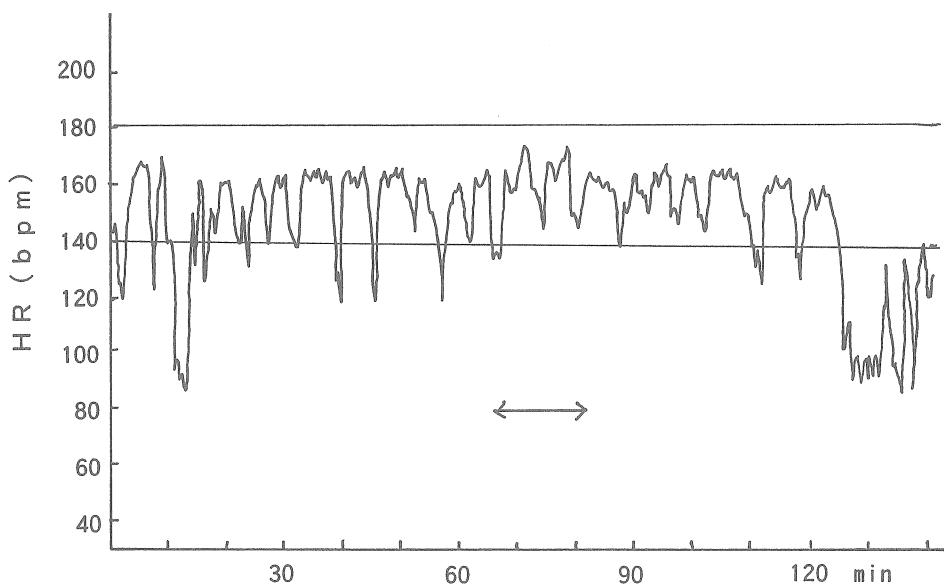


図4 女子ジュニア選手Imのトレーニング中の心拍数

前半B1トレーニング MAX170-161 MIN137-81

スピードトレーニング MAX175-173 MIN142 (矢印部分)

後半B1トレーニング MAX167-161 MIN144-123

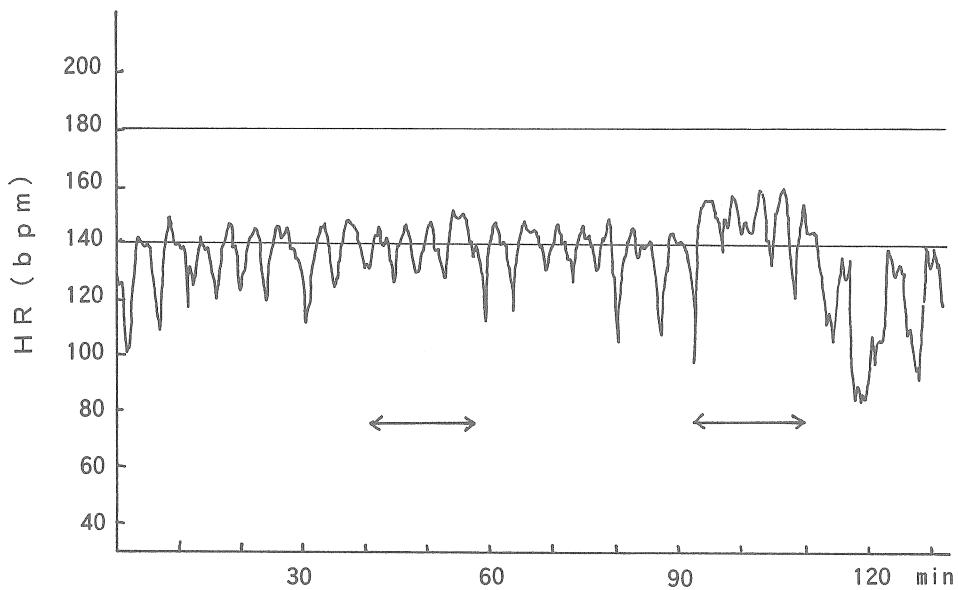


図5-1 男子ジュニア選手Yoのトレーニング中の心拍数

前半B1トレーニング MAX148-141 MIN123-110

スーパースケーティング MAX152-146 MIN133-123 (前半矢印部分)

後半B1トレーニング MAX149-142 MIN124-103

スピードトレーニング MAX159-154 MIN141-118 (後半矢印部分)

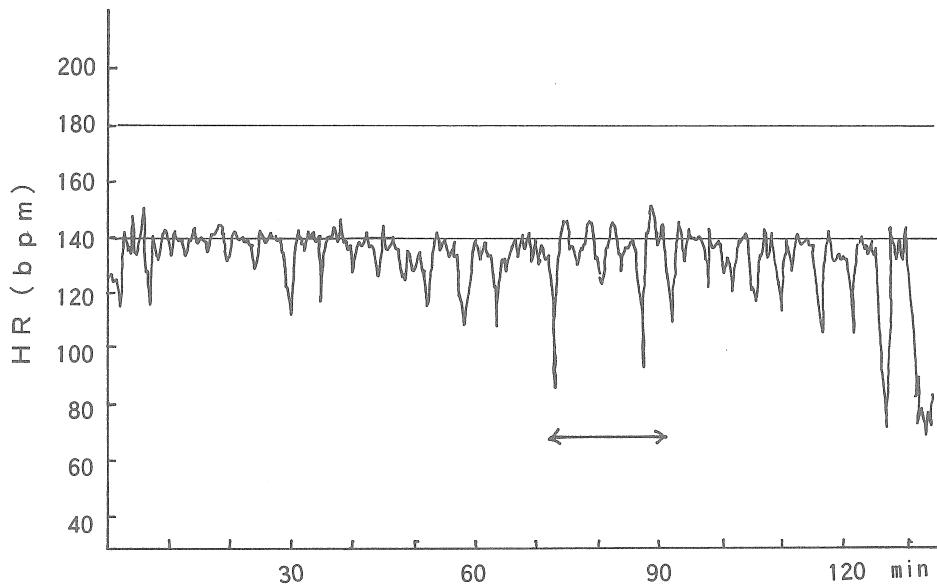


図 5-2 男子ジュニア選手 My のトレーニング中の心拍数

前半 B 1 トレーニング MAX154-138 MIN136-106

B 2 ドトレーニング MAX152-146 MIN131-94 (矢印部分)

後半 B 1 トレーニング MAX148-141 MIN132-98

れほどみられなかった。しかし、他の選手に比べ、特に前半から中盤にかけ最高値と最低値の差が少ない状態でトレーニングしている時間帯が多くみられ、その意味では自分なりに負荷をかけている意識があったとも考えられる。

今回の心拍数の変化についてみると、女子シニア選手では、ラムソウでの高地トレーニング経験があるにもかかわらず、負荷が高めになる傾向がみられた。その理由のひとつに新チームになって、周りの選手のトレーニングが気になったことを指摘する選手もいたが、トレーニング・メニューについては詳しい指示があった方がやりやすいという意識を持った選手が多かったことも、調査結果から得られている。この結果は、女子選手が対象であったことも影響していると考えられる。また、女子選手についていえば、シニア、ジュニアにかかわらず、高地トレーニングの経験のない選手には、特にトレーニング・メニューの詳しい指示が必要な結果であったといえる。

男子選手については、ジュニアのしかもラムソ

ウでの高地トレーニングが始めての選手が心拍数測定の対象であった。しかし、男子のシニア選手が一緒になかったことも理由のひとつとして考えられるが、かなり自分なりのトレーニング・メニューをこなしている傾向がみられ、女子選手とは異なった結果が得られたといえよう。

## 2) POMS からみたコンディション

POMS は、これまでにも取り上げてきたが、約 1 週間の単位での気分の状態を調べるものであり、6 尺度はつぎのように構成されている。

T-A (緊張)：緊張や不安のレベルを測る。緊張が高いほど注意の幅は狭くなる。

D (抑うつ性)：悲しみ、さびしさ、孤独感などのレベルを測る。この状態が高いとタイミングや動作が遅れる。

A-H (怒り)：他人に向かう怒りや敵意のレベルを測る。

V (活動性)：元気、活動力のレベルを測る。スポーツ選手の場合には T スコアが 50 以下は問題に

なる。

F(疲労)：疲れ、不活発、生気のなさのレベルを測る。

C(情緒混乱)：情緒の混乱した状態や焦り、うろたえなどのレベルを測る。このレベルが高いとパフォーマンスや意志決定の障害になる。

以上の尺度について求められた今回の結果は、これまでの報告ではみられなかった結果となった。すなわち、これまでの結果では、高地トレーニングの経験を重ねることによって、高地におけるトレーニング方法に対する対応も理解し、精神的にも安定した気分の状態になるというものであった。しかし、ほとんどがラムソウにおける合宿を経験している選手であるにもかかわらず、V(活動性)が高く、他の尺度のTスコアが低い、いわゆる氷山型という望ましい状態を示した選手が少なかつたことである。

図6-1から6-11までは、女子シニア選手のPOMSの結果を示したものである。図6-1のAfのプロフィールについてみると、昨年までの報告

と全く異なった結果となっていた。このAfはベテラン選手であり、これまでの報告では最も安定した氷山型を示していた。今回の結果では、V(活動性)のTスコアが50以下と非常に低く、それだけでも要注意の状態であるのに、F(疲労)のTスコアが高いというように、気分の状態としては問題のある結果となつた。同時に行った調査では、トレーニング・メニューが前回までと比べて適切とはいえないかったという反省をしている点がみられ、疲労感についても前回までの合宿より強く感じ、特に身体的な疲労を感じたとしている点は、この結果と一致した。また、合宿後の面接でも、今までの合宿よりも神経を使い、他の選手のトレーニングが気になったこと、もう少し基本となるトレーニング・メニューを示してもらった方が落ち着いてできたことについて述べているが、今回の結果を裏づける内容といえる。

図6-2のFmについても、V(活動性)のTスコアが非常に低く、やはり気分の状態としては望ましくない状態にあったといえる。調査の回答

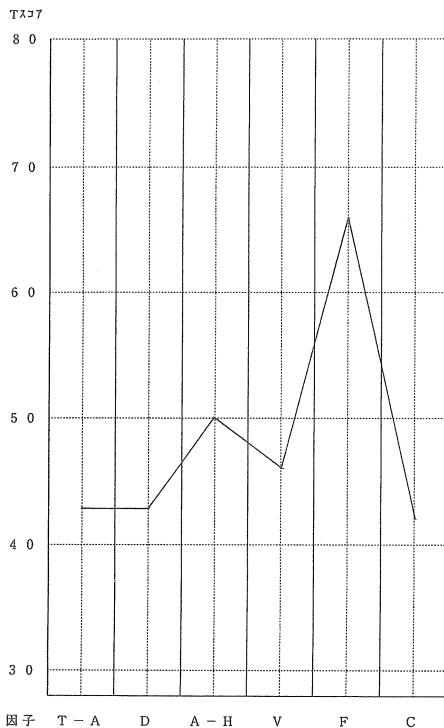


図6-1 女子シニア選手AfのPOMSのプロフィール

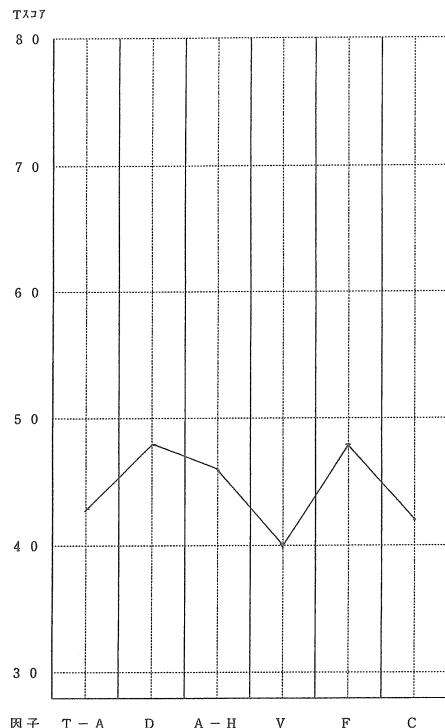


図6-2 女子シニア選手FmのPOMSのプロフィール

からは、食事や休養日についてやや満足しなかった点がみられた。図6-3のOtは、V(活動性)だけが低く、他の尺度値が高い、いわば逆の氷山型を示した。トレーニング中の心拍数からでは予想できない結果であり、調査の中では、食事に満足していない点と、前回までの合宿より身体的にも精神的にも疲れを感じたと回答している点が、このPOMSの結果と関連しているといえよう。Wrのプロフィール(図6-4)についても、V(活動性)のTスコアがやっと50であり、A-H(怒り)、F(疲労)とC(情緒混乱)が高く、やはり気分の状態はよいとはいえない結果であった。調査結果の中で関連した内容としては、休養日が適切でないこと、思ったより疲れ、特に前回までの合宿より身体的に疲れを感じたという回答が上げられよう。

図6-5は、女子シニア選手の中で今回始めてラムソウの合宿に参加したScのプロフィールである。V(活動性)のTスコアは56と良い状態といえるが、F(疲労)のTスコアが高いことが顕著

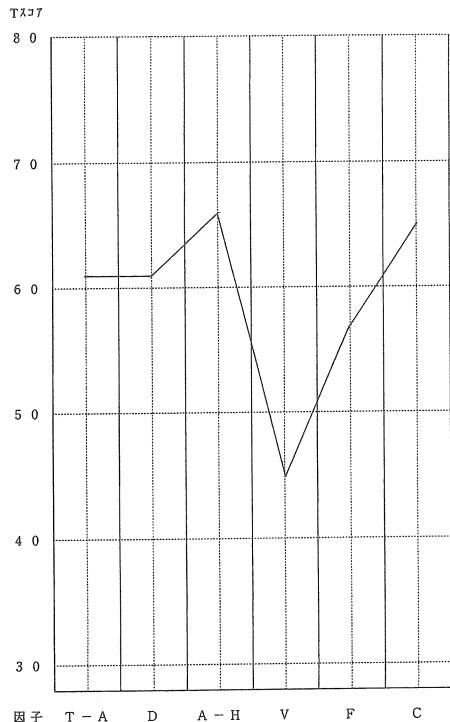


図6-3 女子シニア選手OtのPOMSのプロフィール

な結果となった。トレーニング中の心拍数が不規則なペース配分を示していたが、調査においても、メニュー通りに行かなかったこと、雪上までの移動時間が気になったこと、高地であり思った以上に疲れたことを上げているが、始めての参加者では起こりうる状態として理解できる。

図6-6のNmは、ラムソウでの合宿は十分経験している選手であるが、T-A(緊張)、D(抑うつ性)、F(疲労)、C(情緒混乱)と多くの尺度でTスコアが高く、逆に高いことが望ましいV(活動性)が低い、気分の状態としては非常に問題のある結果となっていた。このように、女子シニア選手の中でも、ラムソウでの合宿経験の有無にかかわらず、POMSからみた気分の状態では問題のある選手が多くみかけられた。

それに対して、これまでの結果と同じように、V(活動性)をピークとする氷山型あるいはそれに近いプロフィールを示す選手もみられた。図6-7のMmがその1人である。T-A(緊張)がやや高めであるが、V(活動性)のTスコアが53を

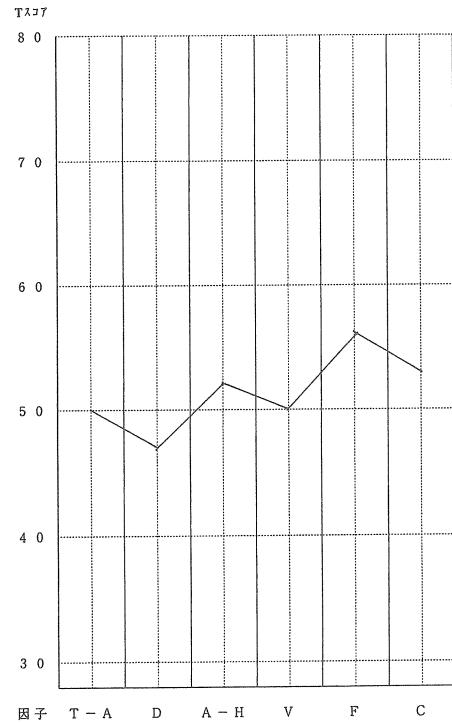


図6-4 女子シニア選手WfのPOMSのプロフィール

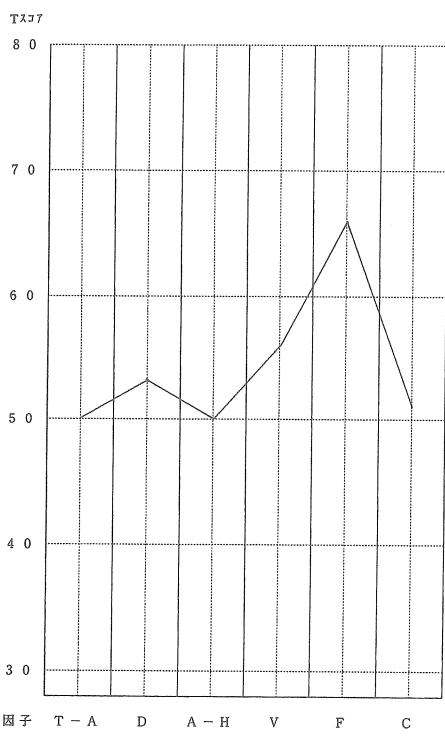


図 6-5 女子シニア選手 Sc の POMS のプロフィール

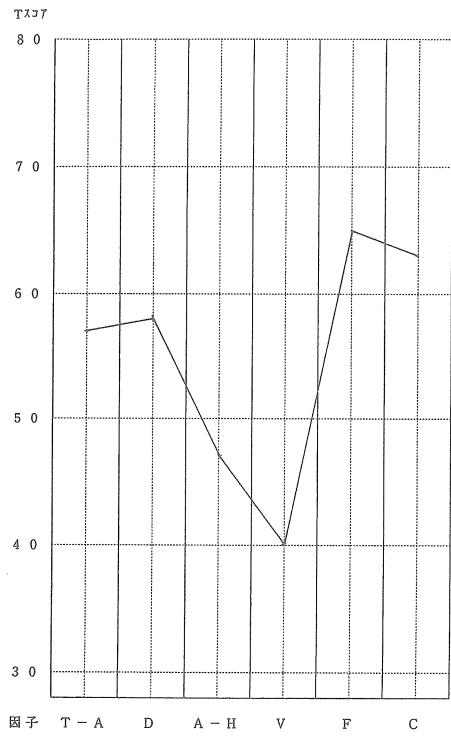


図 6-6 女子シニア選手 Nm の POMS のプロフィール

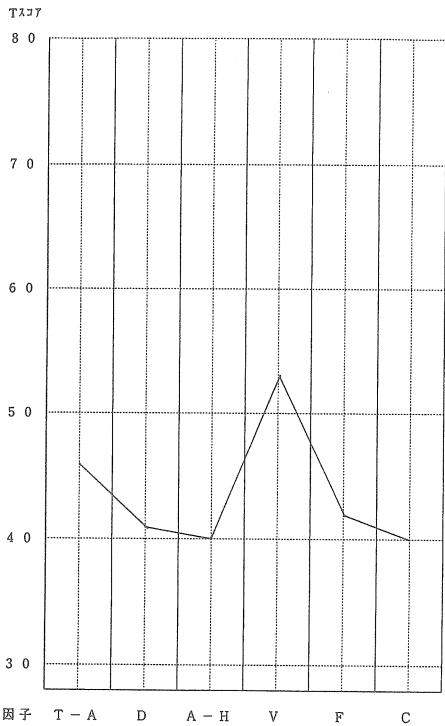


図 6-7 女子シニア選手 Mm の POMS のプロフィール

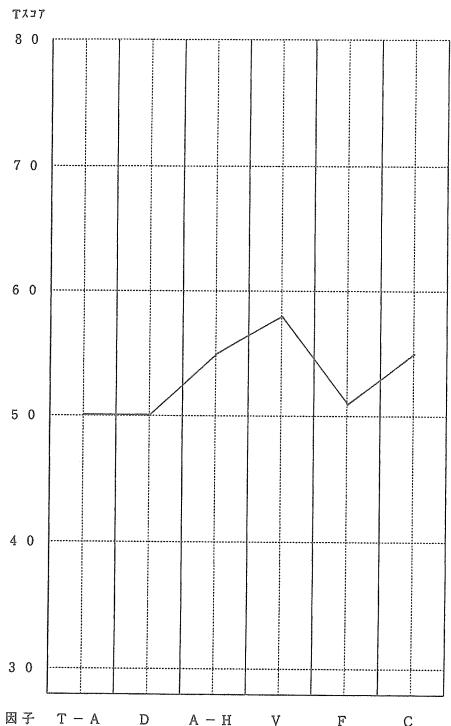


図 6-8 女子シニア選手 Gk の POMS のプロフィール

示し、他の尺度におけるTスコアはいずれも50を下回り、氷山型に近いプロフィールを示していた。図6-8のGkについても、A-H(怒り), F(疲労), C(情緒混乱)のTスコアの値が50を超えているという点では、必ずしも氷山型とはいがたいたが、V(活動性)のTスコアが58ともっとも高く、氷山型に近いプロフィールがみられたといえよう。

図6-9から6-11の3選手のプロフィールは、典型的な氷山型を示すプロフィールといえ、高地におけるトレーニング経験者に期待した気分の状態であった。特にYkとYsは、国外における合宿を続けてきており、海外という環境への適応もあったようで、非常にリラックスして合宿に臨んだしており、雪上トレーニングの際には、女子のジュニア選手にアドバイスをしながらトレーニングする余裕もあったようである。

ジュニア選手も今回新しく選考されたが、ラムソウにおける合宿の経験者は多く、POMSの結果では望ましい状態にある選手が多いであろうと予想していた。図7-1は心拍数の測定も行ったIm



図6-9 女子シニア選手SyのPOMSのプロフィール

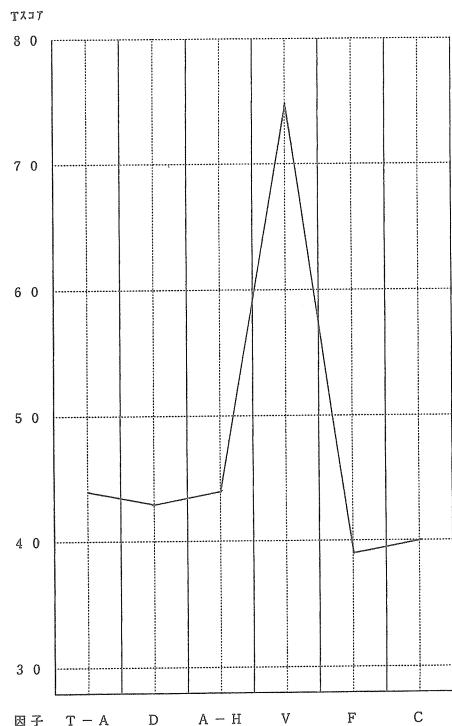


図6-10 女子シニア選手YkのPOMSのプロフィール

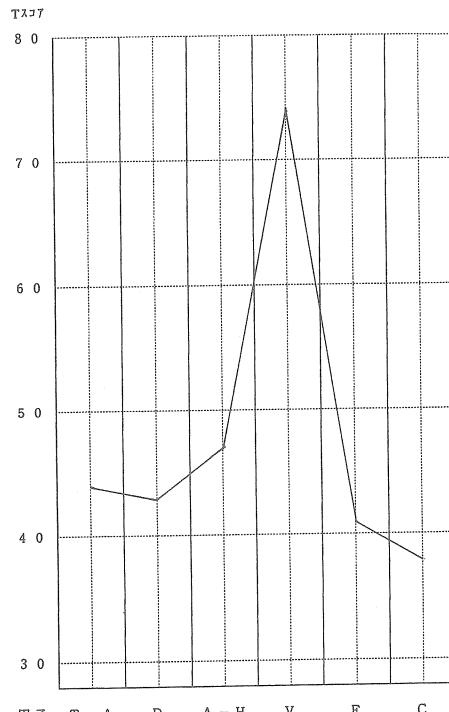


図6-11 女子シニア選手YsのPOMSのプロフィール

であるが、V（活動性）のTスコアがかろうじて50以上ではあるが、T-A（緊張）、D（抑うつ性）はそれ以上にTスコアが高く、特にF（疲労）は60以上と非常に高くなっていた。ラムソウでの合宿経験が始めてであり、全日本合宿が良い刺激であったと同時に、心拍数の高さにもみられたよう、緊張もあり疲れていたと判断される結果であった。

図7-2のKmは、ラムソウでの合宿経験をもっている選手であるが、V（活動性）のTスコアが50ともっとも低く、特にT-A（緊張）、D（抑うつ性）のTスコアが非常に高い逆の氷山型ともいえる結果であり、かなり問題のあるプロフィールといえた。雪上トレーニング会場までの移動時間を気にし、今回の合宿が2週間以内であるにもかかわらず長く感じ、前回までの合宿以上に精神的に疲れたと調査で回答している点からはうなづける結果といえよう。

Osのプロフィール（図7-3）は、Km以上に問題のある型を示した。すなわち、ラムソウの合宿は2回目であるが、V（活動性）のTスコアが45

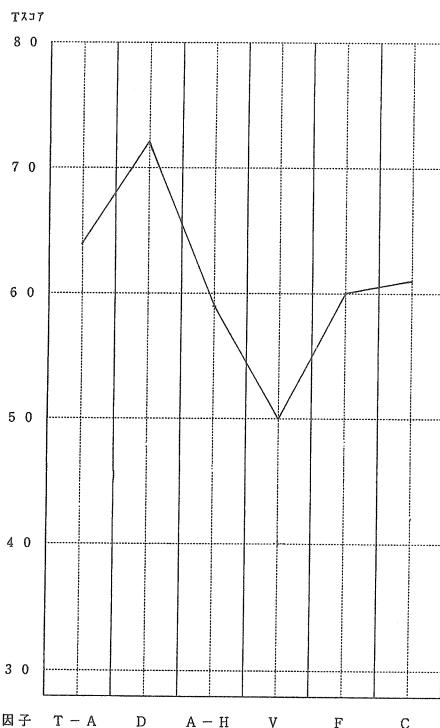


図7-2 女子ジュニア選手KmのPOMSのプロフィール

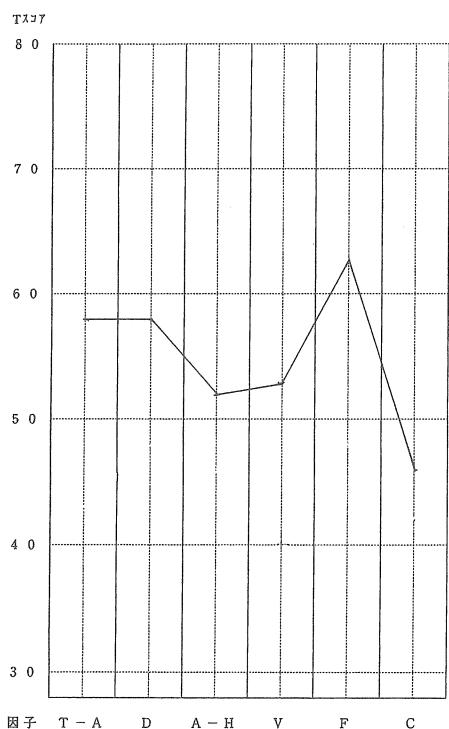


図7-1 女子ジュニア選手ImのPOMSのプロフィール

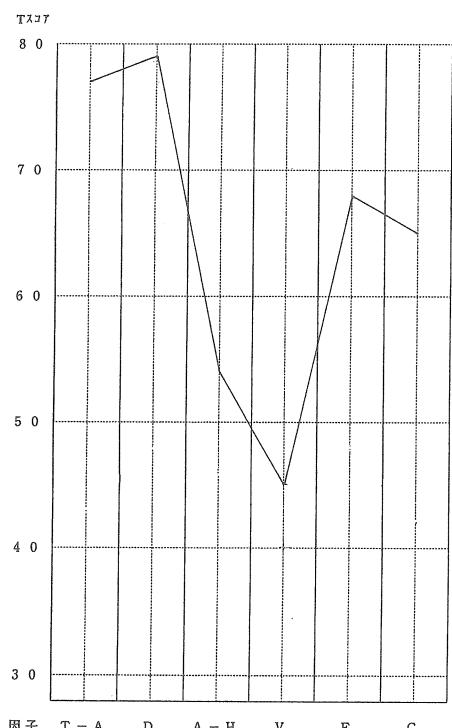


図7-3 女子ジュニア選手OsのPOMSのプロフィール

と低く、他の尺度値が非常に高いプロフィールであった。調査の回答で、トレーニングの時間や運動負荷はメニュー通りに行わなかったこと、宿舎で十分リラックスできなかったこと、高地トレーニングが平地よりも疲れること、前回よりも精神的に疲れたこと、多くの点を上げていることから、この結果は理解できる。

図7-4のTiもラムソウ合宿の経験者である。前の二人ほどではないが、V(活動性)が低く、特にT-A(緊張)とF(疲労)が高いプロフィールを示した。調査に対する回答では、宿舎で十分リラックスできなかったこと、トレーニング・メニュー通りにできなかったこと、前回までに比べて身体的にも精神的にも疲れたことを上げていた。

Sn(図7-5)も同様ラムソウ合宿の経験者である。プロフィールではV(活動性)が高く、F(疲労)のTスコアが47と低い点は、他の女子ジュニア選手にみられなかった傾向である。しかし、A-H(怒り)のTスコアが75と非常に高く、T-A(緊張)、D(抑うつ性)も高いという点では、

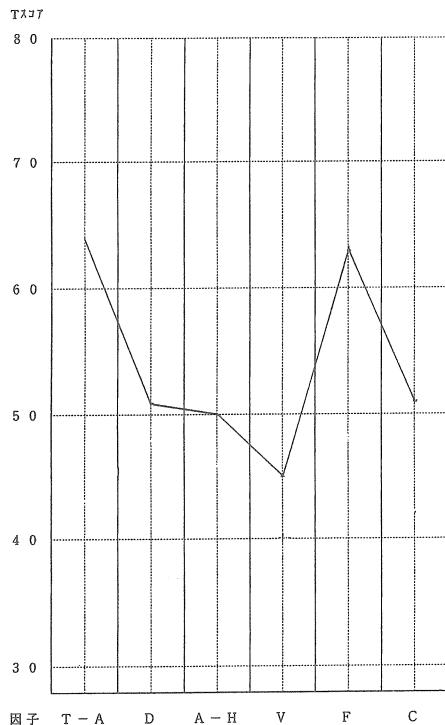


図7-4 女子ジュニア選手TiのPOMSのプロフィール

問題のある結果といえよう。調査の回答では、雪上トレーニング会場までの移動時間の点、宿舎で十分リラックスできなかった点、前回よりは精神的に疲れたが、思ったより疲れはなかったという点を指摘していた。

女子ジュニア選手のPOMSの結果についてみると、V(活動性)のTスコアが50を超えており、ほとんどの選手が本来はTスコアが50を超えることが望ましくない他の尺度で高い値を示していたことになる。このことは、ラムソウ合宿の経験の有無にかかわらず、気分の状態という観点からは望ましい状態になかったことを示す結果といえる。この点については、ラムソウ合宿の経験のあるジュニア選手全員が、調査の中で前回以上に精神的に疲れたと回答していたが、新チーム編成後始めての合宿であったことやシニア選手と一緒に合宿したことなど、が影響しているのではないかと考えられる。

図8-1から8-5は、男子ジュニア選手のPOMSの結果を示したものである。Yoのプロフィールを示したのが図8-1である。V(活動性)

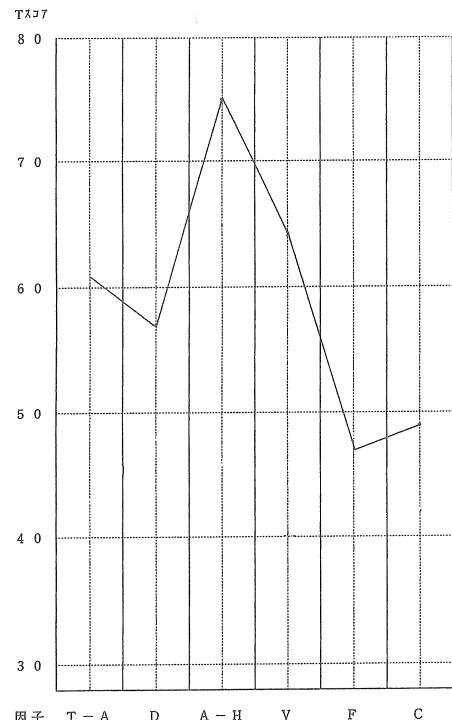


図7-5 女子ジュニア選手SnのPOMSのプロフィール

はTスコア53と50を超える値にはなっているが、C（情緒混乱）のTスコアが非常に高く、A-H（怒り）も高いという結果であった。Yoについては心拍数の測定も行ったが、その中ではトレーニングに強弱をつけ、トレーニング内容をコントロールしていたという結果であった。しかし、合宿の中では、まだ気分の状態が良いとはいえない面があったといえよう。

図8-2は、心拍数も測定したMyのプロフィールである。Yoと同様V（活動性）は高いが、それ以上にF（疲労）とC（情緒混乱）のTスコアが高い値となった。全体にTスコアが高い傾向のプロフィールとなっていたが、雪上トレーニングで心拍数に自分の意識ほど変化がみられなかったことも、この気分の状態が影響していたと考えられる結果であった。

図8-3のKkはラムソウ合宿2回目の選手である。V（活動性）のTスコアが53でもっとも高いが、他の尺度値も50前後となるプロフィールを示した。調査結果からみる限り、今回の高地トレーニングについて自信を持ち、トレーニング・メニュー

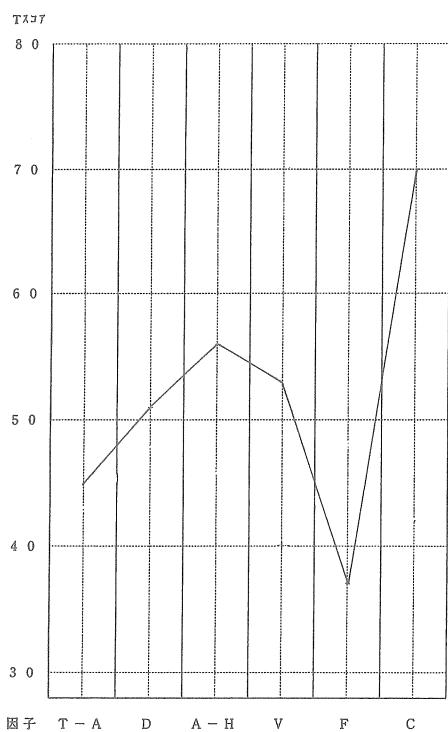


図8-1 男子ジュニア選手YoのPOMSのプロフィール

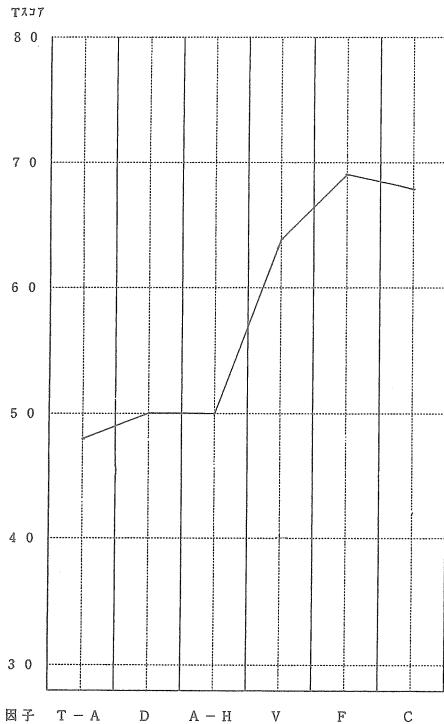


図8-2 男子ジュニア選手MyのPOMSのプロフィール

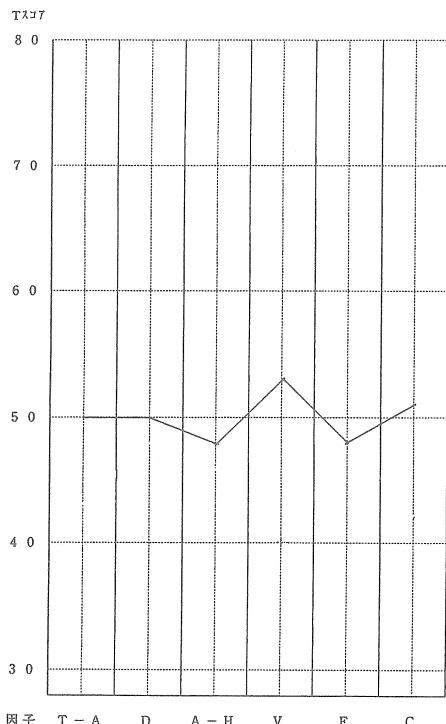


図8-3 男子ジュニア選手KkのPOMSのプロフィール

ューもそれなりにこなせ、あまり疲れは感じなかったと回答していた。ただし、食事が十分でないことと、前回に比べると自分のペースが守れなかったことも回答していた。このような回答も加味して判断すると、このプロフィールは、氷山型に近い気分の状態を示した結果としてとらえられよう。

図8-4のMkもラムソウ合宿2回目の選手であるが、F(疲労)のTスコアが50でもっとも高いという、全体のTスコアが低い値を示す結果となった。調査結果では、トレーニング・メニュー通りに行うことができ、宿舎でも十分リラックスし、食事や休養日も適切であったと回答しているが、前回に比べてやや身体的に疲れたと回答している点は、POMSからもその兆候がみられたといえる。調査結果との対応では明らかにならなかつたが、V(活動性)のTスコアが低い点は、問題のあるプロフィールであったといえよう。

図8-5のKsは、ラムソウでの合宿経験が男子ジュニア選手の中でもっとも多い選手であり、前回までの合宿でのPOMSでは典型的な氷山型のプロ

ロフィールを示していた。今回の結果では、A-H(怒り)だけがTスコア64と非常に高く、V(活動性)は45と問題のあるスコアになっていた。特に疲労という状態ではなかったが、経験は十分であるにもかかわらず、トレーニングでの工夫がなされていなかったのも、この気分の状態が反映していたと考えられる。

男子ジュニア選手のPOMSについてみると、女子と異なり、かなり個人差がみられたといえる。C(情緒混乱)、F(疲労)とC、A-H(怒り)とTスコアがかなり高い値を示したのは異なった選手であり、V(活動性)についてもTスコアが50を下回ったのは、2名のみであった。今回の結果に関していえば、経験の多さではなく、トレーニングへの取り組み方が影響したといえよう。

なお、今回の合宿では、疲労の兆候を訴える選手が多くみられたが、全員に系統だって測定することができなかつた血中乳酸値についてみると、合宿中盤から後半にかけてのトレーニング前およびトレーニング中の測定値で4mmolを超えたのは、8月6日のトレーニング中における女子2名(6.7

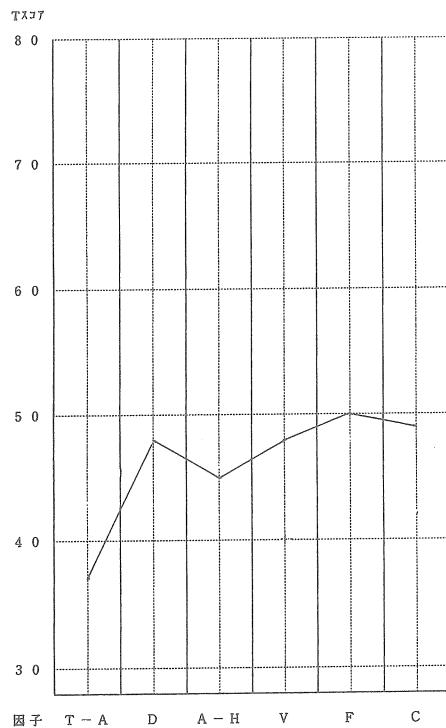


図8-4 男子ジュニア選手MkのPOMSのプロフィール

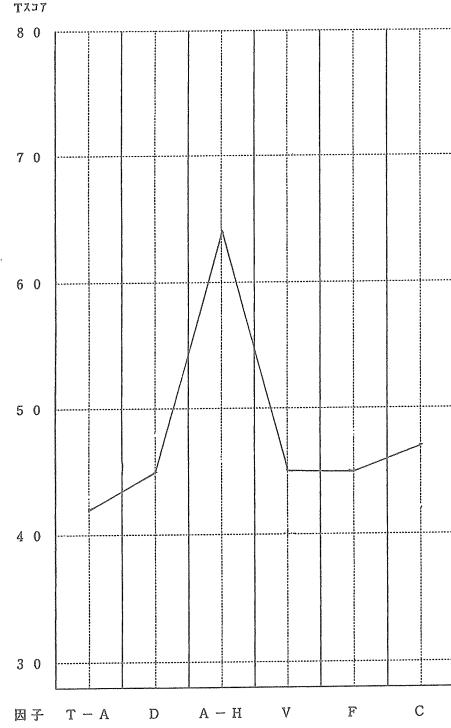


図8-5 男子ジュニア選手KsのPOMSのプロフィール

mmol, 5.7mmol)と、8月7日, 8日のトレーニング中における男子2名(4.1mmol, 4.4mmol)のみであり、POMSとの対応はみられなかった。

## ま　と　め

全日本スキー連盟強化指定の女子シニア選手とジュニア選手、および男子ジュニア選手を対象に、ラムソウ(オーストリア)での高地トレーニングにおけるトレーニング内容とその運動強度、取り組み方とコンディションについて検討した。結果はつぎのようにまとめられる。

1) 心拍数からみると、高地トレーニング経験を持つ女子シニア選手では、自分なりのペースを守っている傾向はみられたが、ベース1トレーニングを中心に行ったという報告の割には、やや負荷が高めになる選手が多くみられた。ラムソウでの高地トレーニングが始めての女子ジュニアおよびシニア選手では、ベース1トレーニングを中心に行っている点では同じであるが、トレーニングのペースが不規則になりがちであり、特にジュニア選手では全体にかなり高い運動負荷でのトレーニングになっていた。

男子ジュニア選手は、女子選手よりも自分のペースをコントロールしている傾向がみられた。

2) POMSについてみると、シニアの女子選手中には望ましい氷山型のプロフィールを示す選手もいたが、女子においては、シニアでもジュニアでも高地でのトレーニング経験の有無にかかわらず、気分の状態が良好でない選手が多くみられた。また、男子ジュニア選手では個人差が大きかったが、望ましい氷山型のプロフィールを示す選手はみられなかった。

以上の結果を総合的にみると、女子選手に対しては自主性を重んじながらも、トレーニング・メニューが過剰にならないように、もう少し詳しい指示を与えていく必要が示唆されたといえよう。

特に、高地トレーニングの経験の少ないジュニア選手については、その詳しい指示が不可欠といえる。また、男子ジュニア選手では、かなり自主的な取り組みはみられたが、より良い気分の状態でトレーニングに臨めるようなアドバイスの必要性が示唆されたといえよう。

## 文　　献

- 1) 白山正人：オーバートレーニングに対する予防と対策 精神医学的検討、臨床スポーツ医学9-5, pp.497-504, 1992
- 2) 山本勝昭：オーバートレーニングの指標としてのPOMSについて、臨床スポーツ医学7-5, pp.561-565, 1990
- 3) 吉本俊明：クロスカントリーにおけるサポート 高所トレーニング中の体重、フリッカー値、自覚症状、尿蛋白、POMSからみたコンディションの変化、JOC高所トレーニング医・科学サポート第3報、平成5年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, pp.72-80, 1994
- 4) 吉本俊明：クロスカントリーにおけるサポート 高所トレーニング中におけるコンディションの変化、JOC高所トレーニング医・科学サポート第4報、平成6年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, pp.33-51, 1995
- 5) 吉本俊明：クロスカントリースキー・ジュニア強化指定選手の高所トレーニング合宿中のコンディション、JOC高所トレーニング医・科学サポート第6報、平成8年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, pp.97-108, 1997
- 6) 吉本俊明：クロスカントリースキー強化指定選手の高所トレーニング合宿中のコンディションについて、JOC高所トレーニング医・科学サポート第7報、平成9年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告, pp.31-43, 1998

## 6. スピードスケート選手への高地トレーニング医・科学サポート —複合低酸素トレーニングの試み—

報告者 前嶋 孝<sup>1)</sup>

### はじめに

スピードスケート選手への高地トレーニング医科学サポートは、1995年より人工的低酸素室の利用を中心に試みられてきた<sup>2)3)</sup>。これは、スピードスケートは滑走中の空気抵抗が問題になるので平地でトレーニングすることを基本としたいという考えがあったからである。低酸素室としては、一人用の塩化ビニール製のものから、民家の1室あるいは全体をコントロールすることも技術的には可能になった。

高地環境に滞在しながら平地においてトレーニングを行う場合、その標高あるいは酸素濃度および滞在時間などをどのように決定するかが問題となる。Levine ら<sup>1)</sup>は標高2,500mに滞在しながらトレーニングは標高1,300mで行う(Living high and training low)というトレーニング方法によって、最大酸素摂取量が5%増加し、5,000mランニングの記録が30秒短縮されたとしている。また、Rusko<sup>4)</sup>は、平地でトレーニングしながら酸素濃度を15.3% (標高2,500m相当)にした低酸素室に1日16時間から18時間滞在することでエリスロポエチンや2,3DPGの増加を見ている。すなわち、低酸素環境あるいは低酸素室は滞在するだけで効果があるというのである。上述のように、高地トレーニングの効果は、主として滞在地の標高が2,000m以上で得られている。著者<sup>3)</sup>がこれまで行ってきた人工的低酸素室においては、酸素濃度を標高2,500m相当(15.3%)まで下げるとき選手が疲労感を訴えた。また、Rusko らの行っている1日18時間の低酸素室滞在は選手にとって一日の生活行動が制約され精神的ストレスとなるようであった。低酸素室の居住性が良くなれば多少の解決にはなるかもしれない

ないが、低酸素室滞在時間は1日10時間程度が限度であると思われた。そこで、低酸素室の酸素濃度は16.4% (標高2,000m相当)、1日10時間、滞在期間は約1週間とした。この場合、低酸素室滞在のみでは効果が認められなかったが、低酸素室滞在期間中1日40分~1時間程度低酸素室と同じ酸素濃度の空気を吸入しながら運動することを加えることで効果があることを確かめてきた。すなわち、酸素濃度や滞在時間の不足分を低酸素運動で補ったことになる。それらの結果に基づいて、長野オリンピックでは、競技開場に近い民家の1室を低酸素室にし、そこで8日間滞在と低酸素運動を行って競技に臨んだ。小人数ならば上述の装置を移動して人工的低酸素環境をセットすることは容易である。しかし、多くの選手が同時に低酸素トレーニングを行いたい場合には、装置も大掛かりになり、その移動あるいは設置などが簡単ではなくなる。そこで、本年度は、菅平(標高1,300m)滞在、平地トレーニング、および菅平において人工的低酸素(標高2,200m相当)運動を組み合わせた複合トレーニングを試み、その効果について検討することを目的とした。

### 方 法

滞在場所は菅平(標高1,300m)とし、氷上トレーニングは長野(標高340m)で行った。菅平(標高1,300m)の標高はやや低いが、それを補うために、菅平において標高2,200m相当の低酸素運動を加えることとした。標高2,200m相当の空気は、低酸素発生装置を用いて菅平における低压-低酸素環境の酸素濃度を18.7%にすること(酸素分圧: 121.7mmHg)によった。なお、低酸素発生装置はホテルの広間にセットした。

菅平滞在期間は、10月4日から10月25日までの21日間とし、その間、日曜を除くほとんどすべて

1) 専修大学

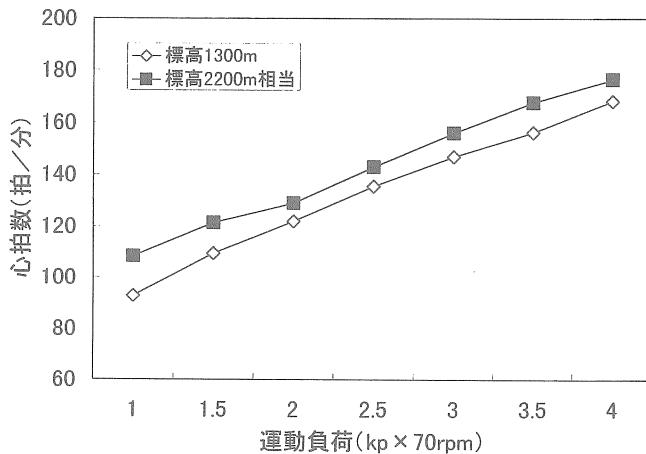


図1 標高1,300mおよび標高2,200m相当における運動中の心拍数

の午前中は長野におけるMウェーブスケートリンクにおいて氷上トレーニングを行った。菅平から長野スケートリンクまでの移動時間は片道約30分であるので、平地（長野市内）にいる時間は、1日のうち正味3時間程度で、残り20時間は菅平で過ごすという日課であった。菅平では午後1～2時間程度の自転車エルゴメータペダリング、ランニングあるいは球技などの軽あるいは中等度のトレーニングが行われた。そのうちの自転車エルゴメータによる運動は、ペダル回転数を70rpmに固定し、負荷を0.5kpあるいは1kpからはじめ、3分ごとに0.5kpずつ3.5kpあるいは4kpまでの7段階（21分間）を漸増するという方法で行った。そして、それは各選手ごとに毎回同じ負荷方法で行われた。このトレーニングは7名の選手のうち2名（選手：AおよびB）は、1回目の運動を標高1,300m（菅平の低圧－低酸素気）において行い、その後3日ないし4日おきに菅平において標高2,200m相当の低酸素気をマスクから吸入しながら行った。また4名の選手（C, D, E, F）は1回目および2回目を標高1,300mの空気で行い、その後標高2,200m相当の低酸素運動は3回のみであった。そして、1名は、2,200m相当の低酸素運動を行わず、すべて標高1,300m空気で上述の運動を行った。彼に2,200m相当の低酸素運動を加さなかったのは、過去の低酸素トレーニングにおいて、低酸素室滞在中および低酸素運動中のSpO<sub>2</sub>の低下が大きかったためである。すなわち、今回の低酸素

トレーニングでは、準高地滞在－平地トレーニングに標高2,200m相当の低酸素運動を、1) 3～4日おきに7～8回行った場合、2) 準高地滞在－平地トレーニング+標高2,200m相当の低酸素運動を3回、および、3) 標高1,300m空気吸入運動のみ7回の場合として比べられる。

自転車ペダリング中のSpO<sub>2</sub>、心拍数、RPEの測定は3分ごと（各負荷の終了時点）に、そして、血中乳酸濃度は6分ごとに測定した。

## 結 果

### 1) 運動負荷に対する心拍数の変化

#### a) 標高1,300m および 標高2,200m相当の比較

菅平の合宿に入つて最初の自転車エルゴメータ運動は、標高1,300mの空気で行われた。ここで、自転車エルゴメータ運動における生体負担度を把握するために負荷漸増に伴う心拍数の増加の程度を、トレーニングを行つた選手の平均値（1kpから4kpまでの7段階で行つた5名の平均値）で見る（図1）と、第1段階の負荷においては92±6.0拍/分（81～113拍/分）であり、第7段階の負荷では168±10.1（154～181拍/分）であった。標高1,300mと同様の自転車エルゴメータ運動を標高2,200m相当の低酸素吸入で行うと、心拍数は第1段階の負荷で標高1,300mのときより16拍/分（108±6.3拍/分）および第4段階の負荷で9拍/分（177±6.5拍/分）の増加となつた。

### b) 菅平滞在中のトレーニングに伴う変化

著者<sup>3)</sup>は、これまでの低酸素トレーニングサポートにおいて、低酸素気を吸入しながらの同一負荷運動中の心拍数は、トレーニングの経過に伴って低下することを見てきた。また、その低下の傾向は、低酸素への順応の程度と関連していることが示唆された。標高2,200m相当の低酸素運動の回数が多かったAおよびB(図2)は、このトレーニングをはじめて3~4回目から同一負荷に対する心拍数が低下しはじめ、最終的には7段階目の負荷においてそれぞれ17拍/分および8拍/分の低下となった。しかし、低酸素運動が3回のみで終わった4名の選手たち(図2。C:3拍/分, D:7拍/分, E:5拍/分, F:4拍/分の低下)の7段回目における心拍数の低下分はAおよびBより少なかった。なお、同じ負荷方法による自転車エルゴメータ運動を標高1,300mのみでおこなった選手G(図3)の第6段階目(彼はほとんどの場合6段階目3.5kpで運動を中止した)の心拍数は1回目の174拍/分から菅平滞在中における最終回(6回目)には158拍/分まで低下した。

### c) 下山後の低酸素運動に対する応答

同一運動負荷に対する心拍数は菅平より下山して3日後に再度菅平に登り同じ測定を行った。その結果、2,200m相当の低酸素運動を6回以上おこなった選手AおよびBは再び増加(7段階目の負荷においてA:4拍/分および2拍/分の増加)した。また、菅平滞在中において標高1,300mにおいて運動した選手Gの下山後もまた増加(6段階目の負荷において8拍/分の増加)している。しかし、菅平において2,200m相当の空気を吸入しながらの運動が2回のみで終わった4名中3名の選手は、下山3日後の同運動中の心拍数が菅平滞在中に引き続き低下した(7段階目の負荷においてB:2拍/分, D:4拍/分, F:1拍/分の低下)。これは、2,200m相当の低酸素運動の回数が少なく、順応がまだ不十分であったためであろう。一方、菅平滞在中、2,200m相当の低酸素運動の回数が多く、その間の同一運動負荷に対する心拍数の低下が大きかった選手(7段階目の負荷においてA:17拍/分およびB:15拍/分の低下)の下

山後心拍数が上がる傾向を示したのは、2,200m相当の低酸素気に対していったん増加した心拍数が下限まで低下したため、滞在する高度(標高340m)が影響しているものと思われる。今回は3~4日のインターバルで行った結果であるが、このような運動を毎日行えば当然順応の期間も短くなるであろうことは、これまで行われてきた酸素濃度16.4%でのトレーニング(1週間連続)の結果からも推察される。

### 2) 運動負荷に対する動脈血酸素飽和度の変化

#### a) 標高1,300mと2,200m相当との比較最初

今回の低酸素トレーニングにおける自転車エルゴメータ運動の負荷は、7段階目の負荷が主観的強度にして15から16ポイントになるように各選手によって決定された。(結果的に、1名を除くすべての選手が第1段階を1kpとし、3分毎に0.5kpずつ漸増し7段階目は4kpとなった。)

標高1,300mでの運動中の動脈血酸素飽和度と標高2,200m相当でのそれを比べた結果を図4に示した。動脈血酸素飽和度は、標高1,300mより標高2,200m相当での運動中の方が低い値を示したが、その差は負荷の増加に伴って大きくなった。すなわち、自転車エルゴメータペダリングと同じ負荷方法で、しかも、1,300mと2,000m相当の両方を行った5名(選手:A, B, D, E, F)の平均値でみると、第1段階目の負荷は、標高1,300mで96.6±0.89%であったのに対して標高2,200m相当では94.4±1.34%となった。そして、第7段階目の負荷においては、標高1,300mにおける93.3±2.19%に対して標高2,200m相当では88.6±2.20%まで低下した。そして、その低下の傾向には大きな個人差があった。

選手Aは、標高1,300mにおいて、運動前は平地にいる状態と変わらない値(98%)を示し、負荷1kp(1段階目の負荷)において97%, 1.5kp(第2段階目の負荷)において96%まで低下したが、その後4kp(第7段階目)まで負荷を上げても動脈血酸素飽和度は96%を維持した。一方、選手Gは運動前においてすでに96%と低く、運動中では、1kpにおいて95%, そして3.5kp(6段階目の負荷)では87%まで低下した。このように標高1,300

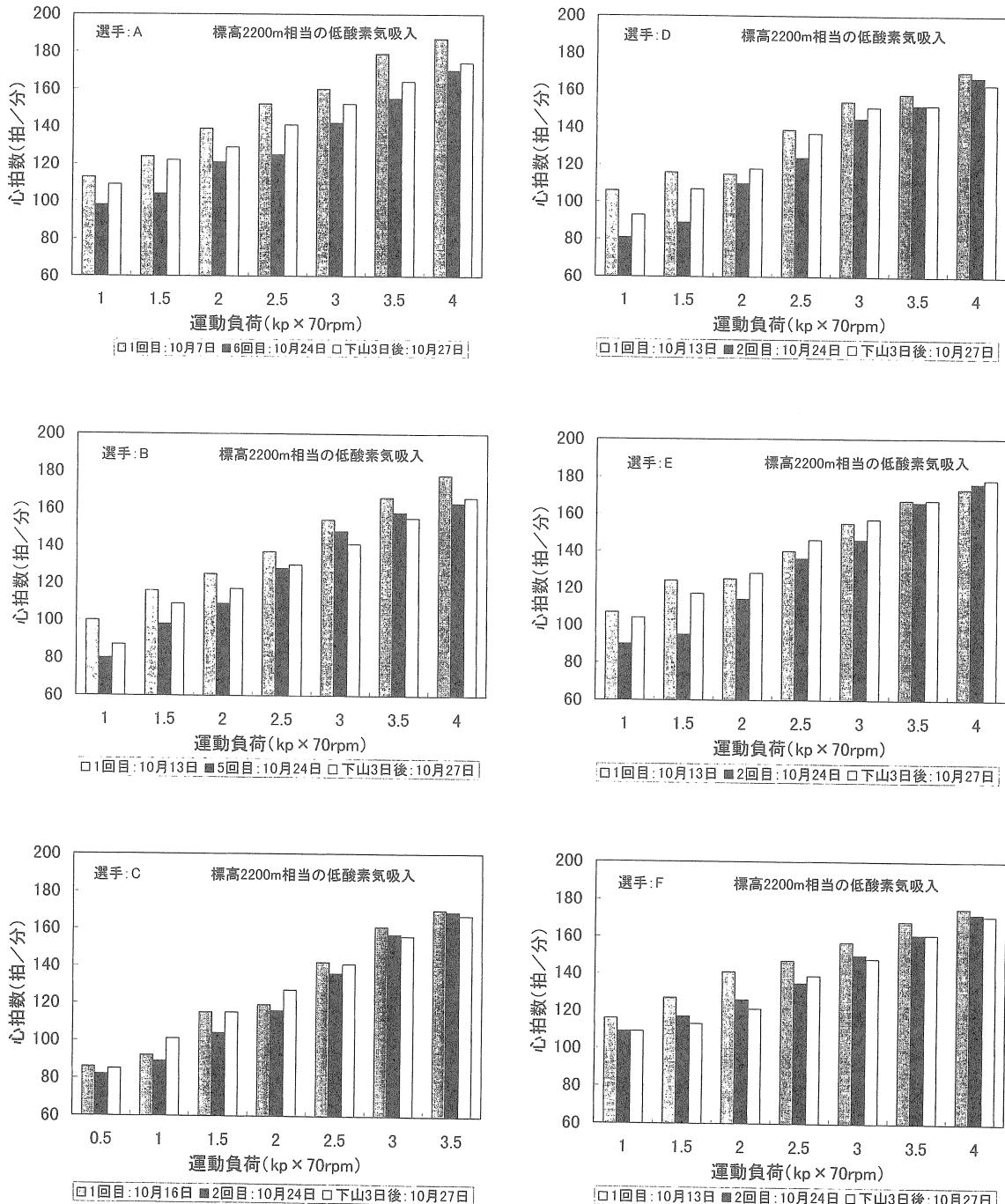


図2 低酸素（標高2,200m相当）トレーニングに伴う心拍数の変化

m の環境において運動中の動脈血酸素飽和度が90%以下になるような低下は、選手G以外には見られなかった。選手Gは、標高1,300mにおける自転車エルゴメータ運動を何回か繰り返した後に標高2,200m相当での運動を行う予定であったが、結局、このシリーズでは標高2,200m相当での運動は行わなかった。

標高1,300mにおいて運動負荷が増しても動脈血酸素飽和度が96%を維持した選手Aの標高2,200

mの低酸素運動中は、負荷の増加に伴って徐々に低下し、7段階目(4 kp)には89%まで低下した。以上のような個人差は、標高2,200m相当になるとさらに大きくなつた。

#### b) 蒼平滞在中のトレーニングに伴う応答

標高2,200m相当における運動中の動脈血酸素飽和度を各選手ごとに図5に示した。さらに、標高1,300mのみでトレーニングを行つた選手Gにつ

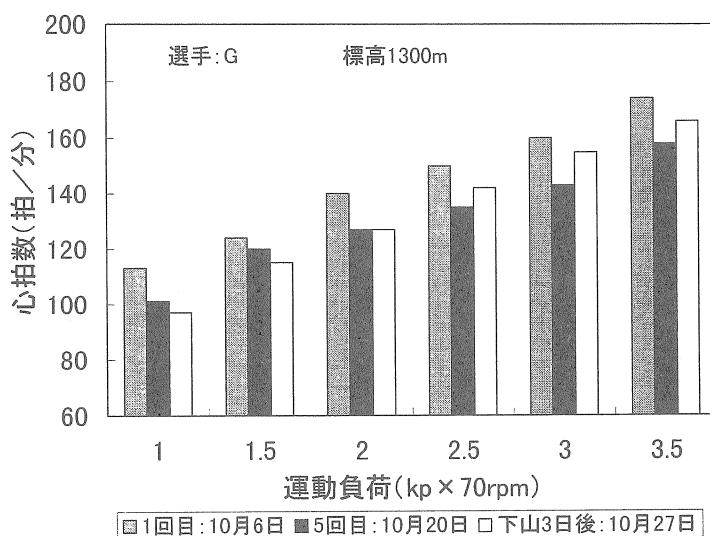


図3 低酸素（標高1,300m相当）トレーニングに伴う心拍数の変化

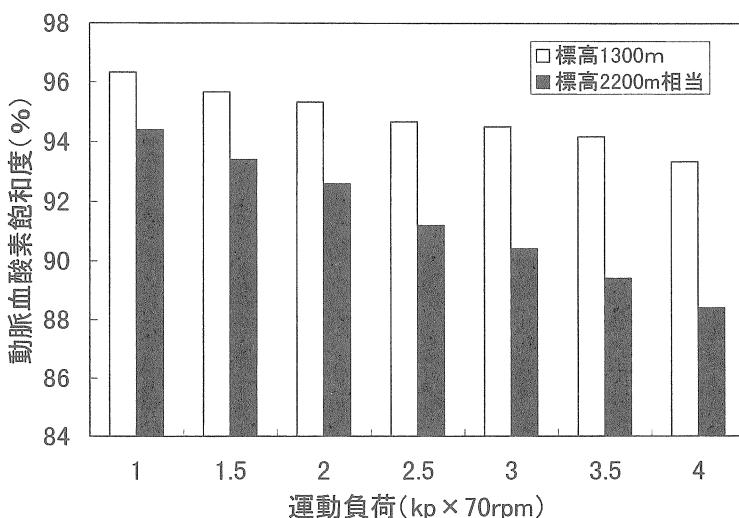


図4 標高1,300mおよび標高2,200m相当における運動中の動脈血酸素飽和度

いては図6に示した。菅平に滞在しながら3～4日おきに6および7回繰り返した2名の選手(AおよびB)における運動時動脈血酸素飽和度は、低酸素運動の回数を重ねるたびに徐々に高い値を示した。特に変化の大きかった第7段階目の負荷においてAは4%およびBはトレーニングによって3%（選手Aは89%から93%へ、選手Bは85%から89%へ）増加した。また、菅平における1,300mの低酸素気のみでトレーニングしたGもまた、4%（87から91%へ）の増加であった（ただし、1,300m低酸素環境における運動中）。一方、菅平における2,200m相当の低酸素運動が2回のみであった4名の選手における7段目の負荷に対する動脈血酸素飽和度は、2回目の測定値において増加を示した者1名（選手D）、変化しなかった者1名（選手F）および低下した者2名（選手CおよびE）となり、2回の低酸素運動では一定の傾向を示さなかった。この4名の選手は1回目と2回目を7日の間隔で行ったが、この間の菅平での午後のトレーニング内容は他の3名とほぼ同じであった。著者は、酸素濃度16.4%（標高2,000m相当）の低酸素室に滞在しながら、同じ酸素濃度で1日40分の低酸素運動を1週間行うことによって、心拍数は低下し、酸素飽和度は徐々に高い値を示すようになることをみている。今回は、標高1,300mにおける1週間滞在と2回の運動は標高2,200mへの順応にほとんど貢献しなかったといえる。

### C) 下山後の低酸素運動に対する応答

菅平から長野に下山し、3日後に再度菅平に登り、標高2,200m相当の低酸素運動を行った結果、運動中の動脈血酸素飽和度は、7名中5名が菅平滞在中より1～2%低下した。そして、それは菅平滞在中における増加分の大きさとは関係がなかった。ただし、下山後低下した動脈血酸素飽和度の値は、低酸素トレーニングの回数が多かった選手A、BおよびG（ただし、選手Gは1,300m低酸素環境における運動中）は、結局、第1回目の低酸素運動時における値より2～3%の増加となった。菅平滞在中の低酸素運動の回数が2回のみであった4名は、低酸素運動第1回目より増加（1%）したもの1名(F)、低下したもの2名(E:2

%およびD:3%)および変わらなかったもの1名(C)となった。これらの結果から、標高2,200m相当の低酸素運動中の動脈血酸素飽和度は滞在する標高とトレーニング回数に影響されることがわかった。今回のような負荷方法では（漸増負荷により18分および21分間）、低酸素運動の回数は少なくとも5回以上必要であるといえるであろう。

### 3) 運動負荷に対する血中乳酸濃度の変化

血中乳酸濃度は菅平において標高2,200m相当の低酸素気を吸入しながらの自転車エルゴメータペダリング中に測定された。採血は運動前、2,4,6および7段階目の負荷終了時に実行された。その結果、ペダリング中における血中乳酸濃度は4段階目の負荷まで安静時とほとんど変わらず、6段階目においてやや増加し始め、7段階目（Cのみ3.5kp×70rpm他は4kp×70rpm）で3mmol/lから6mmol/lの範囲まで増加した。そこで、7段階目の負荷に注目してみると、標高2,200m相当の低酸素運動によって、血中乳酸濃度が1回目に比べて顕著な低下を示したもの1名（選手A:6.15mmol/lから2.98mmol/lへ）、顕著な増加を示したもの1名（選手C:3.34mmol/lから6.53mmol/lへ）およびほとんど変化が認められなかったもの4名であった（B:5.38-5.25mmol/l, D:3.34-3.75mmol/l, E:7.45-7.69mmol/l, F:6.84-6.70mmol/l）。低酸素の環境に馴化する状態を低酸素運動中の一定運動負荷に対する血中乳酸濃度の低下に期待したが、そのような傾向を示した選手は1名(A)のみであり、ほとんどの選手の血中乳酸濃度は変化しなかった。逆に、血中乳酸濃度が増加したCは前日のタイムトライアルの影響で筋肉痛を訴えていた。選手Cの循環機能の状態をみると、標高2,200m相当の低酸素運動による心拍数の低下は選手の中でもっとも小さく、また、動脈血酸素飽和度は低下している。これも筋肉痛など体調と関連しているものと思われる。血中乳酸濃度の変化は、低酸素環境への馴化の状態をみるだけでなく、スピードスケート選手のトレーニングに伴う脚のコンディションを観察するために重要な測定項目といえるであろう。

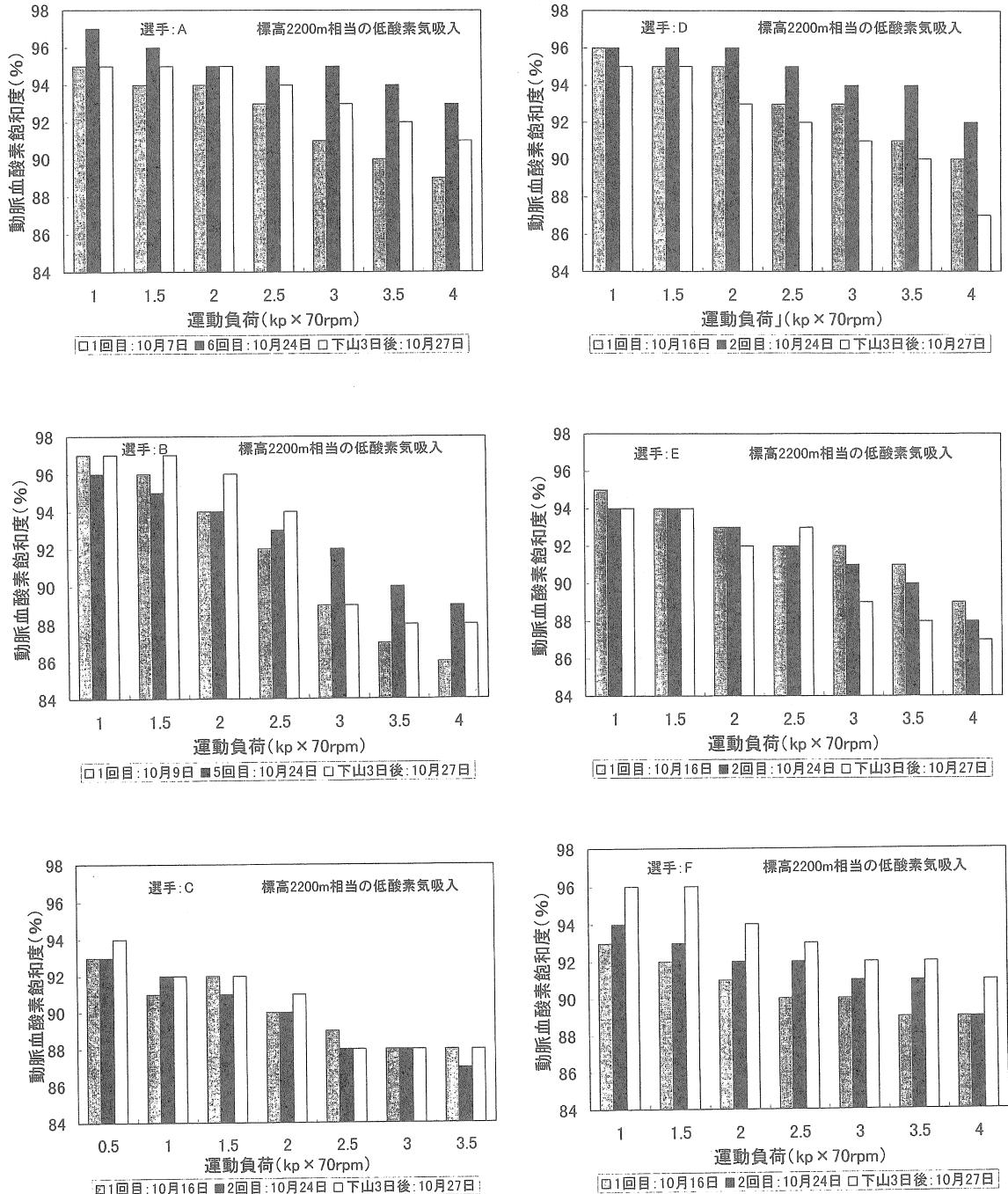


図5 低酸素（標高2,200m相当）トレーニングに伴う動脈血酸素飽和度の変化

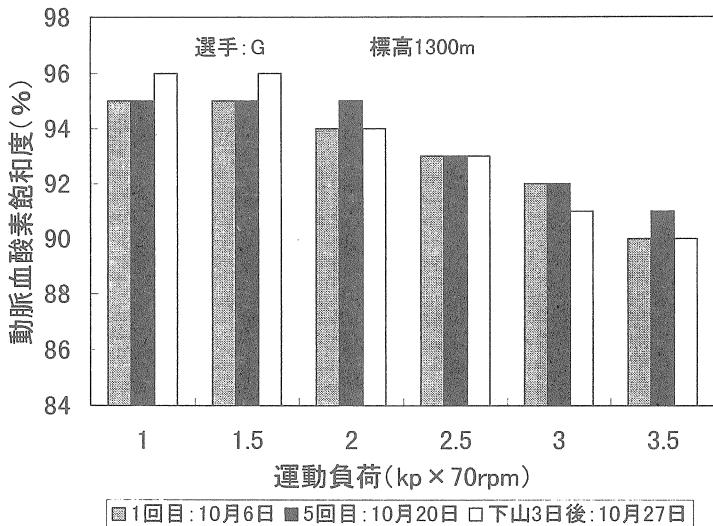


図 6 低酸素（標高1,300m相当）トレーニングに伴う動脈血酸素飽和度の変化

#### 4) 運動負荷に対する主観的強度の変化

低酸素トレーニングの効果は、同一運動負荷に対する心拍数の低下、動脈血酸素飽和度の増加、血中乳酸濃度の減少あるいはエリスロポエチンや2,3DPGの増加などによって評価されている。しかし、このトレーニングの最終的な目標はperformanceの向上である。また、選手にとっては主観的強度の軽減も重要である。特に、スピードスタートにおいて、レースの経過に伴う脚筋の疲労感は選手のスピードの持続力に影響するであろう。一般に、指導者は選手の主観的強度あるいは疲労感を目安にトレーニングを計画する。従って、上述した生理的変化と主観的強度との関係を把握しておくことは選手にとっても、また、指導者にとっても重要である。

##### a) 標高1,300mと2,200m相当との違い

菅平(1,300m)において最初に行った自転車エルゴメータの負荷に対する主観的強度は、第1段階の負荷(Cのみ0.5kp×70rpm他の選手は1kp×70rpm)において8ポイントが1名(C)9ポイントが4名(A, B, EおよびF)10ポイント(D)および11ポイント(G)が各1名であった。この主観的強度は負荷の増加に伴って徐々に高くなり、第7段階では14から16.5ポイントを示した(図7)。

次に、同じ運動負荷で標高2,200m相当の低酸素運動中における主観的強度をみると、酸素濃度が低くなることによって主観的強度が高くなった選手は1名(E:15から16ポイントへ)のみで、他の選手は変わらないかむしろ低い値を示した。標高1,300mと標高2,200m相当の低酸素運動とで同じ負荷運動を行うと、心拍数の増加および動脈血酸素飽和度においては顕著な低下がみられたが、それらの生理的変化は主観的強度には反映されていない。また、低酸素環境においてみられる「呼吸がつらい」、「頭が痛い」、「眠気がする」などといった症状も標高1,300mと2,200m相当とで違いが認められなかった。標高1,300mより2,200mの方がより酸素不足の状態になるであろうことは疑う余地がない。今回の低酸素運動でも、さらに負荷を増せば1,300mと2,200mとの差が主観的にも明らかな違いを示すものと思われる。このような低酸素運動における負荷としては、生理的変化があれば主観的には変化がなくてもよいのか、主観的にも変化を感じるような負荷にすべきかについては今後の課題としたい。

いずれにしても、低酸素トレーニングによって、標高2,200m相当の低酸素運動中の主観的強度は1名を除いてすべての選手が低いポイントを示した。特に、このトレーニング回数が最も多かった

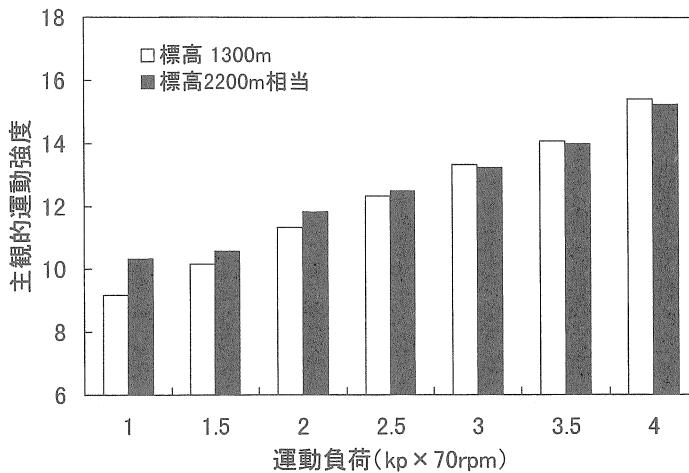


図7 標高1,300mおよび標高2,200m相当における運動中の主観的運動強度

選手Aの主観的強度は4ポイント（16から13へ）も低くなってしまっており、この傾向は心拍数の減少、動脈血酸素飽和度の増加および血中乳酸濃度の減少といった生理的応答からも推察される。同様に、2回目の運動中の主観的強度が3ポイント高くなった選手Cは、動脈血酸素飽和度が低く、血中乳酸濃度が極端に高くなってしまっており、これも主観的強度を生理的に裏付けられる。しかし、そのほかの選手については上述した生理的变化と主観的強度の变化が必ずしも一定の傾向を示さなかった。特に、選手Eは菅平におけるこのトレーニングは2回であったが、2回目において心拍数が増え、動脈血酸素飽和度が低下し、血中乳酸濃度はほとんど変わらなかったにもかかわらず主観的強度が2ポイントも下がっている。このように運動負荷に対する生理的応答と主観的強度とをみると必ずしも一定の傾向を示さない結果となつたが、主観的強度を心拍数との関係からみると、同じ心拍数に対する主観的強度は1回目より2回目の方が明らかに低い値を示し、選手Eの「呼吸はかなりきつかったが脚はそれほど疲れなかった」との内省報告を裏付けた。

#### b) 下山後における主観的強度の変化

下山3日後に再度菅平に登り標高2,200m相当

の低酸素運動を行った結果、2名（AおよびC）を除いてすべての選手の主観的強度は、高いポイントを示した。同一負荷に対する主観的強度が4ポイントも高くなつた（14から18ポイントへ）選手Eの心拍数は菅平に滞在中よりさらに高く、動脈血酸素飽和度もさらに低下していた。これまで著者が行ってきた酸素濃度16.4%での低酸素トレーニングでも低酸素室から退出後、同一負荷に対する心拍数は低酸素室滞在中より上昇し、動脈血酸素飽和度は低下する傾向を示している。すなわち、低酸素環境において運動を行う場合は、たとえ3日という短い期間であっても滞在する高度が影響するように思われた。すなわち、低酸素環境で運動を行う場合は、たとえ数日前まで低酸素トレーニングを行っていたとしても、少なくとも前日あるいは数日前から同じ低酸素環境に滞在すべきかもしれない。このことと平地におけるperformanceとの関係については今後さらに検討しなければならないであろう。

#### 5) 心拍数と動脈血酸素飽和度との関係

運動負荷に対する生理的応答や主観的強度をみると、現場において最も早い選手へのフィードバックとなる。しかし、本研究で使用したモナーク自転車エルゴメータの負荷の決定は手動であ

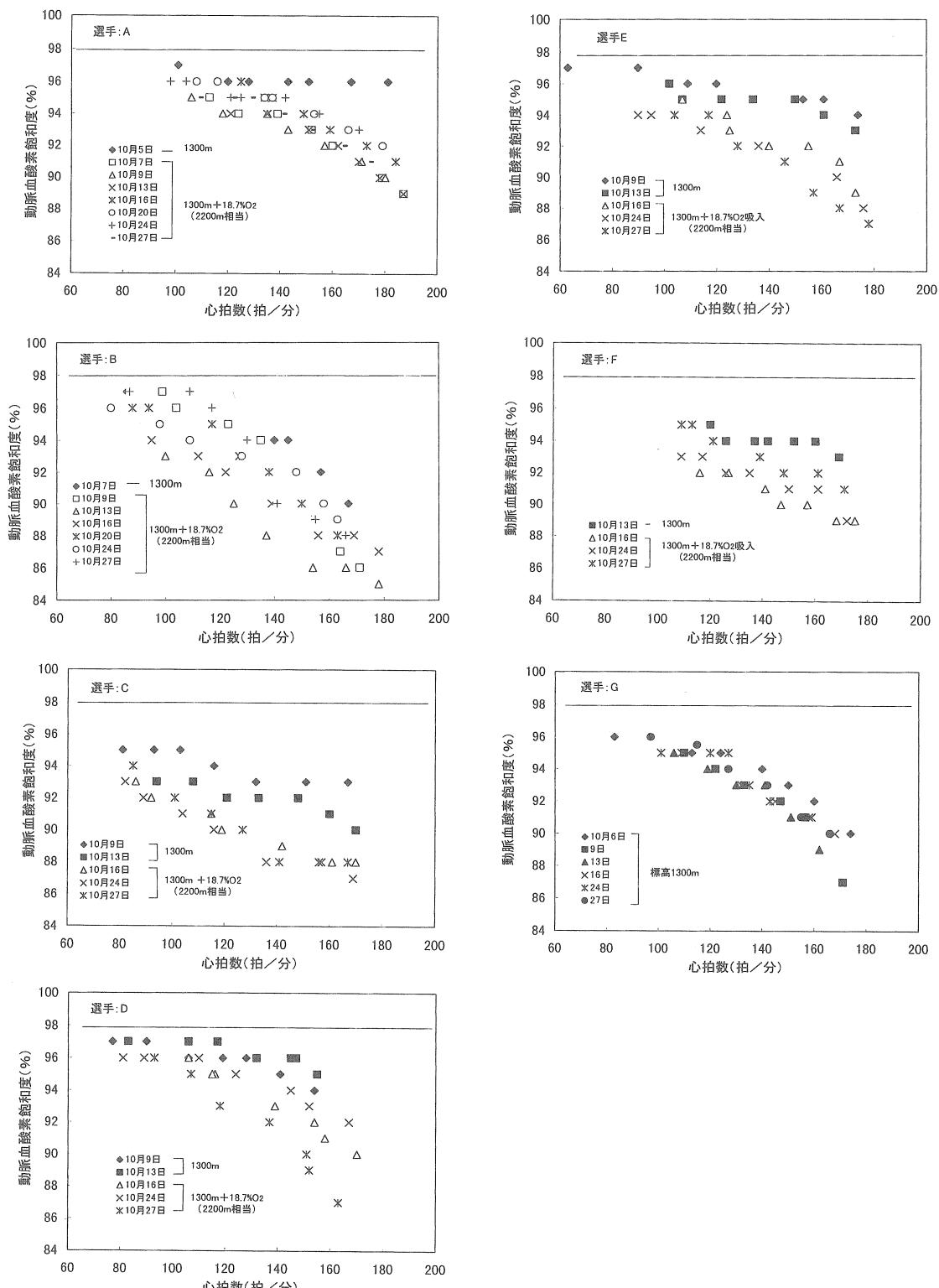


図8 標高1,300mおよび標高2,200m相当における運動中の心拍数と動脈血酸素飽和度

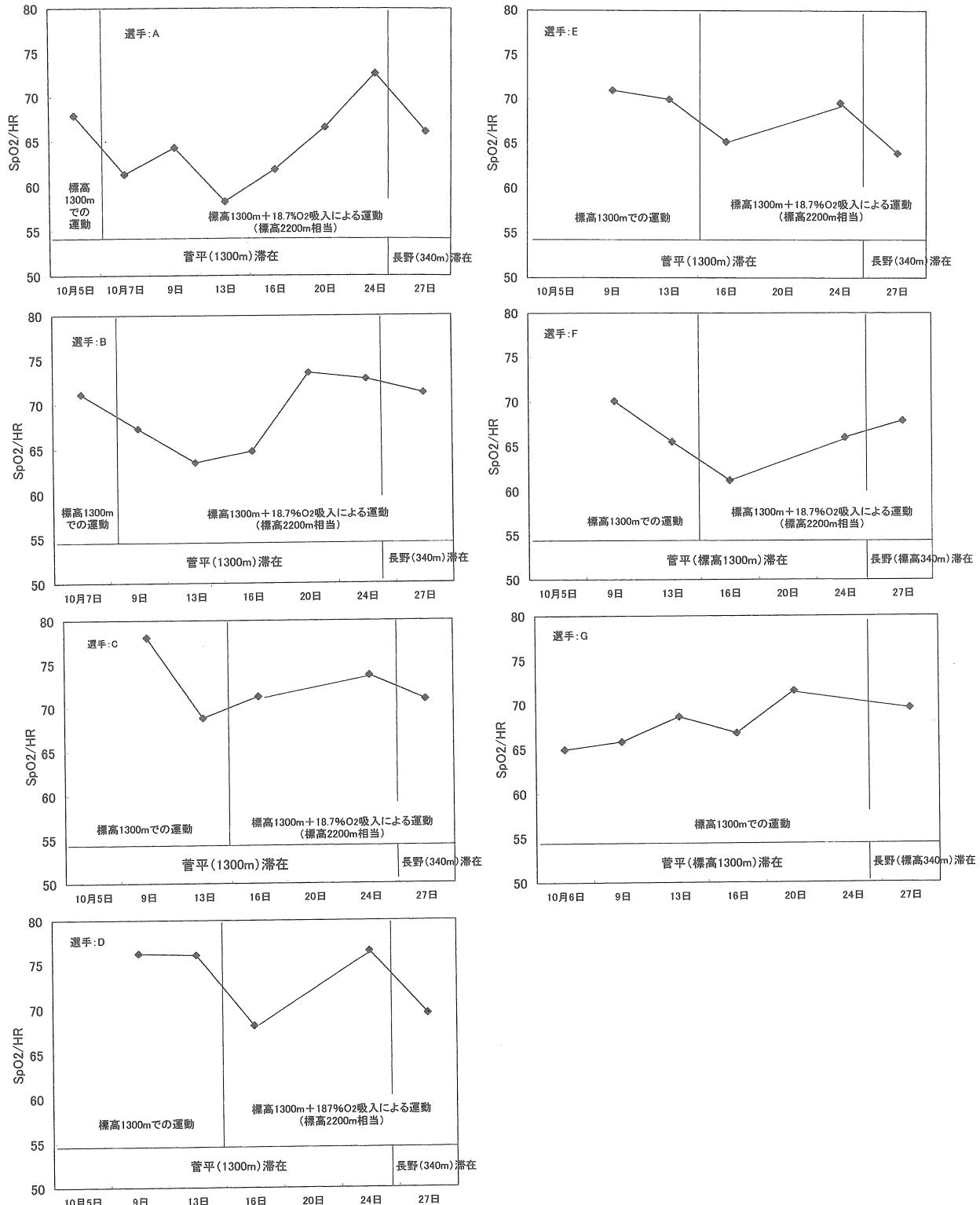


図9 標高1,300mおよび標高2,200m相当におけるトレーニングに伴うSpO<sub>2</sub>/HR比の変化

り、回転数はメトロノームによっているので運動負荷に誤差が生じることは避けられない。すなわち、その誤差がトレーニングに伴う生理的あるいは主観的变化を見誤ることも考えられる。上述した選手Eの場合そのことが考えられる。そこで、各選手における運動中の動脈血酸素飽和度と心拍数との関係を図8に示した。動脈血酸素飽和度は菅平に滞在中安静にしているだけでも2~3%の個人差があったが、運動を負荷するとその個人差はさらに大きくなつた。選手Aの場合、1,300mにおける運動中の心拍数が180拍/分を越えても動脈血酸素飽和度は96%から低下しなかつたが、選手Gでは心拍数が180拍/分に達する前に87%まで低下している。また、標高2,200m相当の低酸素運動ではさらに大きな個人差が現れた。一般に、動脈血酸素飽和度が90%以下になると頭痛を訴えるとされている。そこで、標高2,200m相当の低酸素を吸入しながらの運動中、動脈血酸素飽和度が90%まで低下したときの心拍数をみると、選手Aの180拍/分に対して、Cにおいては120拍/分ですでに90%まで低下した。この個人差が低酸素トレーニングへの適応能力とどの程度関係してくるかについては今後の課題となつた。

いずれにしても、心拍数および動脈血酸素飽和度は個々の低酸素環境への順応過程をみたり、体調をみたりするために有力な指標である。そこで、今回の複合的な低酸素トレーニングにおける各個人の低酸素運動への順応の過程を、運動中（第1段階の負荷から7段階の負荷まで）の平均動脈血酸素飽和度と同じく運動中の平均心拍数で除した比（以後  $\text{SpO}_2/\text{HR}$  比とする）によってみた（図9）。これをみると、選手AおよびBのように標高2,200m相当の低酸素運動の回数が多かつた選手の  $\text{SpO}_2/\text{HR}$  比はトレーニングに伴って高い値を示し、下山後やや低下したとしても低酸素トレーニングを始めた当初より高い値にとどまつた。一方、菅平滞在中2,200m相当の低酸素運動が2回のみであった選手はこの運動の2回目でやや高い値となるが、下山後はほぼトレーニング開始時と同じ値まで低下している。今回は、菅平に滞在しながら長野市において氷上トレーニングを行い、さらに、菅平において標高2,200m相当の低酸素運動を

加えるという複合的トレーニングを行つたが、結局、標高2,200m相当の低酸素運動に順応し、しかも下山後もその効果をある程度持続させるためには5回あるいはそれ以上の低酸素運動が必要であると思われた。

### ま と め

スピードスケート選手のための低酸素トレーニングは、これまで人工的低酸素室を利用する方法において試みられてきた。しかし、これを現場に応用する場合、トレーニング可能な人数は装置の規模によって制約される。そこで、本年度は、毎年行つてゐる菅平（標高1,300m）滞在、平地（長野市）トレーニングに、菅平において人工的低酸素（標高2,200m相当）運動を加えた複合低酸素トレーニングを試みた。

標高2,200m相当の低酸素吸入で行う自転車エルゴメータ運動は、標高1,300mに比べて、心拍数は平均9拍/分（運動負荷：4 kp×70rpm）増加し、動脈血酸素飽和度は平均4.7%低下した。しかし、この差は主観的運動強度には反映されなかつた。低酸素トレーニングにおける負荷として、生理的変化があれば主観的には変化がなくてもよいが、主観的にも変化を感じるような負荷にすべきかについては今後検討したい。

今回の測定項目のうち、血中乳酸濃度は、トレーニングに伴う心拍数および動脈血酸素飽和度とは必ずしも一定の傾向を示さない場合があつたが、選手の内省報告と併せてみると、スピードスケート選手のトレーニングに伴う脚のコンディションを反映していたと思われる。

準高地の酸素濃度を変えた低酸素運動を、菅平に滞在しながら3~4日のインターバルで5~6回実施した2名の選手の  $\text{SpO}_2/\text{HR}$  比はトレーニングに伴つて徐々に高い値を示し、下山後わずかに低下したもの、比較的高いレベルを保つた。しかし、低酸素運動の実施が2回のみであった選手は、下山後の同じ低酸素運動においてほぼ初期のレベルに戻つたことから、今回行った標高2,200m相当の低酸素運動に順応するためには、準高地（菅平：標高1,300m）に滞在しながらの人工的低酸素運動は少なくとも3週間の間に5回以上の実

施回数が必要であることが示唆された。

## 文 献

- 1) Levine, B.D., et al. : Living high-training low : The effect of altitude acclimatization/normoxic training in trained runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23 (Suppl.) : S25 (1991)
- 2) 前嶋 孝 : スピードスケート競技における低酸素トレーニングの実際－低酸素室の試作とトレーニングの有能性－, *J.J. Sports Sciences*, 15 : 339–344 (1996)
- 3) 前嶋 孝 : 低酸素トレーニングによるスピードスケート選手へのサポート－長野オリンピック対策－。日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 No.IV JOC 高所トレーニング医・科学サポート－7報－, 44–55 (1997)
- 4) Rusko, H.R. : New Aspects of Altitude Training. *American J. Sports Med.*, 24 : S–48 (1996)

