

モータースポーツにおける特殊環境条件の 人体生理に及ぼす影響

	東京慈恵会医科大学	大 畠 襄
(共同研究者)	同	白 旗 敏 克
	同	河 野 照 茂
	同	久 富 冲
	同	遠 藤 陽 一
	同	小野寺 昇
	同	佐 藤 美弥子

Physiological Changes of Racing Drivers on Motor Sports

by

Nozomu O'Hata, Toshikatsu Shirahata, Terushige Kohno,
Noboru Hisatomi, Youichi Endo, Sho Onodera, Miyako Satoh
Department of Sports Medicine, The Jikei University School of Medicine

ABSTRACT

To clarify the competitive characteristics of motor sports, various measurements of physical fitness and also measurements of ability of circulation and stress impinging on drivers during races, etc. were performed. The subjects are 20 racing drivers in F-3, F-3000, Group C, Group A, etc. As for their physical profiles, various capacity tests for locomotion were performed, centering on measurements of isokinetic muscle strength and movement speeds of joints. As a result, no specificity was observed except for excellence in the reaction time. However, there were many cases in which the muscle strength and muscle endurance needed as racing drivers seemed lacking, and a conclusion was drawn that the training for muscle strength and

muscle endurance was necessary. Concerning the muscle endurance of the whole body, a stress test using treadmill was performed and $\dot{V}O_{2max}$ intake was measured. In consequence the muscle endurance of the whole body was not particularly excellent. The higher the class the more the increasing of competition time and physical load, and resultantly it is necessary to heighten the capacity by training, although there may be cases where no such training is needed depending on races. As the present status, there are many drivers who hardly perform any training, and it can be said that their muscle endurance of whole bodies is inferior to that of other sport players.

To examine the ability of circulation during races, the ECGs during races were recorded, using a Holter electrocardiograph. Though abnormality in wave form of ECG, arrhythmia, etc. were not observed, heart rates showed very high values at the same time with the start of race and hardly showed any decrease during race. This seems attributable mainly to psychological stress and is a cause different from an increase in heart rate due to muscle locomotion such as marathon.

Physical loads, borne by drivers during races include changes in acceleration caused by high speed driving as the most important one, and besides elevation in temperature, noise, etc. The measurement with an accelerometer (G-meter) recorded about 1.5 G as acceleration to a horizontal direction as a particularly problematic one, in Group C racing cars. It is said that further greater acceleration is caused in F-1 and F-3000 cars and drivers must endure this acceleration till the completion of race. The temperature differs depending on the kind of racing car but it is said that the inside temperature reaches even 60°C in a Group C racing car, the so-called hottest one, and its driver is likely to fall in dehydration because of excessive sweating under a condition of high temperature. With respect to noise, a very high value of 142 db was shown when a measurement was made in a Group C racing car.

要 旨

モータースポーツの競技特性を明らかにするために、各種の体力測定、レース中の心機能、レース中のドライバーが受ける負荷などについて測定を実施した。対象はF-3, F-3000, グループC, グループAなどのレーシングドライバー20名である。身体的プロフィールについては、アイソキネティックな筋力測定と関節運動スピードを中心に各種の運動能力検査を行なった。その結果は、反応時間が優れている以外は、特殊性は認められなかった。しかし、レーシングドライバーとして必要と思われる筋肉の能力が不足していると考えられる例が多く、筋力トレーニングが必要であるとの結論に達した。全身持久力については、トレッドミルによる運動試験を実施し最大酸素摂取量を測定した。その結果、全身持久力は特に優れていなかった。レースによっては特に必要ない場合もあるが、クラスが上になるほど競技時間、肉体的負荷ともどんどん増していくためトレーニングによって能力を高める必要がある。現状ではほとんどトレーニングを行っていないドライバーが多く、全身持久力は他のスポーツ選手に比較して劣っているといえる。

レース中の心機能を調べるため、ホルター心電計によってレース中の心電図を記録した。心電図の波形の異常、不整脈などは見られなかったが、心拍数はレース開始と同時に非常に高値となり、レース中ほとんど低下することがなかった。これは、主に精神的なストレスによるものと考えられ、マラソンなどのような筋肉運動によって心拍数が増加するものとは異なった原因である。

レース中のドライバーが受ける物理的な負荷は、高速走行によって生ずる加速度の変化が最も重要であるが、その他では温度の上昇、騒音などがある。加速度計による測定では、特に問題となる横方向への加速度は、グループCレーシング

カーにおいて約1.5Gを記録した。F-1やF-3000ではさらに大きな加速度がかかるといわれており、ドライバーはレース終了までそれに耐えなければならない。温度はレーシングカーの種類によって異なるが、最も暑いといわれるグループCレーシングカーでは室内温度が60°Cにも達するといわれ、高温下の発汗が非常に多いため脱水症状になりやすい。騒音については、グループCレーシングカーにおいて測定したところ142dbと非常に高い値を示した。

1. 緒 言

近年、モータースポーツの興隆は、めざましいものがあり、その愛好者も著しく増加している。日本自動車連盟(JAF)の発行するモータースポーツイヤーブック²⁾による統計によると1988年度の競技者ライセンス取得者は、67035人である。モータースポーツといってもその内容はさまざま、サーキットで行なうスピードレースが一般的であるが、その他でも一般道で行なうラリーやジムカーナのようなスピード行事などカテゴリーは細分化され、複雑なクラス分けがなされている。1988年度のJAF公認の競技会はレース100回、ラリー187回、スピード行事856回、計1143回と多数行なわれており年々増加しつつある。今回の報告は、主に4輪のレーシングカーによるレースを行なっているレーシングドライバーを対象にして、その身体的プロフィール、レース中の循環器機能の特徴等について調査した結果にもとづくものである。

今回の対象となったドライバーは、F-3と呼ばれるカテゴリーにおいて全日本選手権を争っているもの5名とグループAなどのツーリングカー、グループCおよびF-3000などのドライバーで総計20名である。カテゴリーによって競技特性はかなりの相違があり、レーシングカーの性能もF-1のような限界的性能を持ち時速350

キロ以上であるものから、一般車に安全対策をほどこしたただけのものまで非常に広範囲に及んでいる。

対象にしたドライバーは、比較的上級のクラスに属しており、国内では相当上位にランクされている者が多い。これらのドライバーに対して各種の運動能力テスト、心機能検査などを行ない身体的プロフィールを明らかにするとともに、モーターレーシングが身体に与える影響について考察した。

2. 対象および方法

1) 対象

対象は、日本自動車連盟に所属するレーシングドライバー 20 名 (男子) である。競技カテゴリーで分類 (表 1) すると、F-3000: 1 名, GC: 1 名, F-3: 5 名, ツーリングカー: 13 名である。平均年齢は、24.9 歳 ± 3.75。

2) 身体的プロフィールに関する測定方法

レーシングドライバーの身体的プロフィールを知るために、形態、肺機能、心循環機能、運動要素、アイソキネティックな単関節筋力および単関節関節運動スピード等を測定した。測定項目のすべてを表 2 に示した。形態は、身長、体重、胸囲、座

表 1 モータースポーツの競技カテゴリー

- | |
|---|
| 1) グループ N (一般の市販車に近いもの) |
| 2) グループ A (改造したツーリングカー) |
| 3) グループ B (少量生産されたレース用のスポーツカー) |
| 4) グループ C (スポーツプロトタイプカー) |
| 5) グループ D (国際フォーミュラレーシングカー, F-1, F-3000, F-3) |
| 6) グループ E (フォーミュラリブレ, GC) |

高、体脂肪率を測定した。肺機能は、肺活量、一秒率、ピークフロー等を電子式スパイロメータ (日本光電, MFR-8200) で測定した。心・循環機能 (安静および負荷心電図と最大酸素摂取量等) は、トレッドミル (Woodway, ELG-2) による負荷漸増法により測定した。安静および負荷時の心電図 (日本光電, STRESS SYSTEM 8000) は、すべて 12 誘導で観察した。最大酸素摂取量は、トレッドミル走行時の呼気ガスを自動代謝測定装置 (AIC, SYSTEM-5) により測定した。単関節のアイソキネティック筋力は、サイベックス II (Cybex, CYX-330 USA) を用いて、膝関節伸展・屈曲足関節底屈・背屈、手関節掌屈、背屈、肘関節伸展、屈曲、肩関節内旋・外旋筋力を測定した。等角速度は 60 d/s (毎秒 60 deg/sec 以後 d/s と記す)、180 d/s、300 d/s

表 2 測定項目

1) 身体的プロフィールに関する項目	①形態: 身長, 体重, 胸囲, 座高, 体脂肪率 ②肺機能: 肺活量, 一秒率, 一秒量, ピークフロー ③心循環機能: 安静時および負荷時の心電図, 血圧, 最大酸素摂取量 ④運動要素: 反応時間, 反復横とび, 垂直とび, 体前屈, 握力, 上体そらし, 背筋力 ⑤筋力: 膝関節伸展, 屈曲筋力, 肩関節内旋・外旋筋力, 手関節回内・回外筋力, スクワット, ショルダープレス, プル ⑥関節運動スピード: 膝関節伸展・屈曲
2) カーレースに関する項目	①心電図 ②心拍数 ③乳酸値
3) 加速度に関する項目	①前・後, 左・右, 上・下方向の加速度
4) 騒音に関する項目	①レーシングカー内部の騒音

とした。

多関節のアイソキネティック筋力はエリエールマシン (Ariel, USA) を用いて、スクワット、ショルダープレス・プル筋力を測定した。等角速度は、スクワットが 25 d/s, ショルダープレス・プルは 60 d/s とした。

単関節の関節運動スピードは、エリエールマシンを用いて、膝関節伸展・屈曲を負荷 5 kgs, 20 kgs で測定した。

3) カーレースに関する測定

カーレース中の心機能の変化を知る目的で、レース中の心電図をホルター心電計により観察した。心電図は、レース 1 時間前からレース終了後 1~2 時間まで観察した。表 3 に、実験を実施した競技カテゴリー、被験者数、実施施設、実施日を示した。

4) 加速度の測定

レーシングドライバーがレース中に受ける加速度を測定するために、加速度検出器およびデータレコーダーをレーシングカーに搭載してレースと同様のスピードで走行実験を行なった。測定装置は、3 方向加速度検出器 (Gメータ)、3 チャン

ネル DC アンプ、8 チャンネル DAT データレコーダから成る。この装置を普通の乗用車およびグループの C レーシングカーに搭載して走行中の前後、上下、左右の加速度を測定した。測定場所は、日本自動車研究所 (茨城県つくば市刈間 2530) および富士スピードウェイ (静岡県駿東郡小山町大御神) とした。

5) 騒音の測定

レーシングカーの走行中の内部騒音を測定した。測定装置は、騒音測定器 (小野測器, ON 5200) を用いた。この装置をグループ C レーシングカーに搭載して富士スピードウェイにおいて測定した。

3. 結果と考察

1) 身体的プロフィール

レーシングドライバーの形態に関する結果を表 4 に示す。身長 (173.7 cm ± 4.71), 体重 (64.3 kg ± 6.57), 胸囲 (91.8 cm ± 2.48), 座高 (93.8 cm ± 2.74) 等は、日本人の標準値^①と比較すると有意な差はなかった。体脂肪率は、14.0% ± 3.08 であり、日本人の標準値^①の皮脂厚から算出した値

表 3 レース中の心電図記録を実施した競技カテゴリー、被験者数、実施施設、実施日 (競技カテゴリーにおいて、F-3000, F-3, グループ C は国際規格, P 1300, P 1600, P 3000 は国内規格, 本稿では国内規格はすべてツーリングカーとする)

競技カテゴリー	被験者数	実施施設	実施日
P 1300	1	筑波サーキット	89. 6. 17
P 1300	1	筑波サーキット	89. 6. 18
P 1600	1	筑波サーキット	89. 6. 18
F-3	1	筑波サーキット	89. 7. 2
F-3	1	筑波サーキット	89. 7. 2
F-3000	2	筑波サーキット	89. 7. 13
F-3	4	菅生サーキット	89. 7. 30
P 3000	7	筑波サーキット	89. 8. 5
グループ C	1	富士スピードウェイ	89. 9. 13
P 1300	1	筑波サーキット	89. 9. 17
グループ C	1	富士スピードウェイ	89. 10. 8

(18.0%)と比較すると少ない傾向にあったが、一流の競技選手(サッカー選手:12.1%±1.92, 野球選手:13.2±2.38)と比較すると少なくはなかった。

肺機能に関する結果を表5に示す。肺活量は、5558.6 ml±543.40, 一秒率は、92.3%±1.26, ピークフローは、11.21/sec±1.33であった。これらの値は日本人の標準値とほぼ同じであった。

運動要素に関する結果を表6に示す。特に全身反応時間(243.2 msec±21.2)に優れていた。

一流競技選手(サッカー:248.9 msec±17.42, 野球:248.8 msec±20.82)と同等の能力を有していた。

心・循環機能に関する結果を表7に示す。安静時および運動負荷時の心電図において危険な不整

脈等の心電図変化は、観察されなかった。また、安静時血圧で高血圧症に分類される例もみなかった。全身持久力の指標となる体重当たりの最大酸素摂取量は、51.8 ml/kg/min±4.45であった。この値は陸上競技長距離と比較すると有意に低く、下肢だけでなく上肢もよく用いられる野球選手とは差はなかった。今回測定した対象の競技カテゴリー(F-3000以外)においては、走行時間が比較的短いため全身持久力が少ない傾向を示したと考えられる。被験者20名のうち持久力トレーニングを実施している者は1名であった。しかしながらF-1やグループCにおいては、距離と競技時間がF-3の約3~5倍になる。上位の競技カテゴリーに進むためには、全身持久力トレーニングが必要であると考えられた。

表4 レーシングドライバーの身体的プロフィール(形態)

	身長(cm)	体重(kg)	胸囲(cm)	座高(cm)	体脂肪率(%)
M	173.7	64.3	91.8	93.8	14.0
SD	±4.72	±6.57	±2.48	±2.74	±3.08

M: 平均値
SD: 標準偏差

表5 レーシングドライバーの身体的プロフィール(肺機能)

	肺活量(ml)	一秒率(%)	ピークフロー(ml/sec)
M	5558.6	92.3	11.2
SD	±543.40	±1.26	±1.33

M: 平均値
SD: 標準偏差

表6 レーシングドライバーの身体的プロフィール(運動要素)

	反応時間(msec)	反復横とび(回/20秒)	垂直とび(cm)	背筋力(kg)	握力(kg)	体前屈(cm)	上体そらし(cm)
M	243.2	42.6	60.2	145.2	50.0	10.2	56.8
SD	±21.2	±5.28	±7.03	±5.53	±3.77	±5.44	±7.41

M: 平均値
SD: 標準偏差

表7 レーシングドライバーの身体的プロフィール(心・循環機能)

	体重当たりの最大酸素摂取量(ml/kg/min)	心拍数・安静:最大運動時(拍/分)	血圧 安静:運動直後(mmHg)
M	51.8	64.2 188.1	121.3 / 76.1 198.2 / 100.4
SD	±4.45	±5.27 ±3.45	±10.41 / ±12.4 ±6.44 / ±20.51

M: 平均値
SD: 標準偏差

表8 レーシングドライバーの身体的プロフィール (筋力)

	手関節筋力(Nm)											
	60d/s				180d/s							
	右		左		右		左		右		左	
	掌屈	背屈	掌屈	背屈	掌屈	背屈	掌屈	背屈	掌屈	背屈	掌屈	背屈
M	12.7	11.2	11.7	10.0	9.6	6.2	8.2	5.4				
SD	±4.07	±1.68	±5.36	±2.56	±4.22	±2.04	±3.82	±1.74				
	肩関節筋力 (Nm)											
	60d/s				180d/s				300d/s			
	右		左		右		左		右		左	
	内旋	外旋	内旋	外旋	内旋	外旋	内旋	外旋	内旋	外旋	内旋	外旋
M	51.2	35.0	47.2	30.3	36.7	24.1	38.5	24.3	22.3	16.8	23.6	17.3
SD	±6.47	±3.41	±11.13	±5.18	±8.53	±5.36	±7.78	±4.87	±5.02	±4.02	±7.16	±3.46
	膝関節筋力 (Nm)											
	60d/s				180d/s				300d/s			
	右		左		右		左		右		左	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
M	159.6	76.8	159.9	76.9	110.0	66.1	111.9	59.0	79.8	51.2	77.0	46.9
SD	±21.56	±9.95	±26.17	±9.94	±10.60	±9.48	±15.55	±10.34	±12.67	±11.88	±16.24	±7.22
	足関節 (Nm)											
	60d/s				180d/s							
	右		左		右		左		右		左	
	底屈	背屈	底屈	背屈	底屈	背屈	底屈	背屈	底屈	背屈	底屈	背屈
M	76.3	25.5	77.8	25.8	36.0	13.3	36.8	12.8				
SD	±14.07	±6.32	±18.51	±3.85	±5.63	±3.35	±6.26	±1.34				

M: 平均値
SD: 標準偏差

筋力に関する結果を表8に示す。手関節筋力(60 d/s)は、右側掌屈12.7 Nm± 4.07, 背屈11.2 Nm± 1.68であった。これらの値は、一流野球選手(掌屈15.5 Nm± 4.50, 背屈11.2 Nm± 3.34)と比較すると掌屈筋力が低かった。

肩関節の内・外旋筋力は、利き腕がわずかに強かったが、有意な差ではなかった。右肩関節の内旋筋力(60 d/s)は51.2 Nm± 6.47, 外旋筋力は35.0 Nm± 3.41であった。レーシングカーは、右側にギアシフトがあり、レーシングドライバーは、左手で常にハンドルを操作する。1レース時には数千回シフトチェンジをすることもある。

上肢を主な競技活動としないサッカー選手(内旋46.8 Nm± 9.41, 外旋32.4 Nm± 6.97)と比較すると、強い傾向にあったが、上肢を使う一流野球選手(内旋50.69 Nm± 11.51, 外旋33.69 Nm± 7.76)と比較するとほぼ同等の値をとった。

膝関節伸展・屈曲筋力は、測定したすべての等速度で左右の差はなかった。右膝関節(60 d/s)の伸展は、159.6 Nm± 21.16, 屈曲は76.8 Nm± 9.95であった。これらの値は、過去にモータースポーツ選手の測定記録がないため、他の選手と比較することができない。しかしながら、サッカーおよび野球の競技者の値(サッカー: 伸展192.3

Nm± 27.23, 屈曲 118.4 Nm± 22.96, 野球：伸展 215.5 Nm± 34.98, 屈曲 125.0 Nm± 23.86) と比較するとかなり劣る。

足関節底屈・背屈筋力について示す。右足関節底屈 (60 d/s) では 76.3 Nm± 14.07, 背屈では 25.5 Nm± 6.32 であった。膝関節筋力では、レーシングドライバーが弱かったが、足関節筋力は、下肢を主に使うサッカー選手 (右側：底屈 75.5 Nm± 12.05, 背屈 32.4 Nm± 5.07) と比較して差がなかった。このことは、足関節を使用する頻度が高い競技選手と比較しても強い傾向を示したものであり、このことがモータースポーツの競技特性と考えることができる。ギアのシフトチェンジする際、左足でクラッチを踏み、また右足では、ブレーキを全力で踏むためこのような傾向がみられたものと考えられる。

表9 レーシングドライバーの身体的プロフィール (多関節筋力)

	ショルダープレス・プル (kgs)		スクワット (kgs)
	60 d/s		25 d/s
	プレス	プル	
M	29.6	36.8	132.9
SD	4.53	5.50	20.89

M：平均値
SD：標準偏差

表9に多関節のアイソキネティック筋力を示す。ショルダープレス・プルとスクワットにおける筋力を示した。ショルダープレスでは、29.6 kg s± 4.53, ショルダープルでは、36.8 kgs± 5.50で

あった。主に手を競技活動に使用しないサッカー選手 (プレス：36.3 kgs± 5.96, プル：48.8 kgs± 11.85) より劣っていた。レース中に腕を挙上する動作は、まったくない。この方向の筋力が低いということが競技特性である可能性が考えられる。

スクワット (25 d/s) では、132.9 kgs± 20.87 であった。サッカー選手 (149.7 kgs± 21.36) や野球選手 (150.5 kgs± 22.79) に比較すると低い値であった。

表10に関節運動スピードに関する結果を示す。軽い負荷 (5 kgs) における最大スピードは、伸展 (580.3 d/s± 34.51) よりも屈曲 (616.0 d/s± 31.99) の方が優れていた。この関節運動スピードは、一流競技選手 (サッカー：伸展 653.2 d/s± 47.68, 屈曲 645.6 d/s± 36.15, 野球：伸展 635.2 d/s± 40.77, 屈曲 613.0 d/s± 41.23) と比較して伸展は劣るが、屈曲ではほぼ同等であった。さらに重い負荷 (20 kgs) ではこの傾向が著しく、伸展において 220 d/s± 21.11, 屈曲では 260 Nm ± 30.67 であった。

一流競技選手 (サッカー：伸展 290.6 d/s± 44.79, 屈曲 204.2 d/s± 50.61, 野球：伸展 306.4 d/s± 46.22, 屈曲 229.6 d/s± 41.05) との比較では、屈曲が有意に優れていた。このことは、特に重い負荷の時に屈曲系が速い動作で対応するというを示唆し、モータースポーツの競技特性であると考えられる。

レーシングカーのクラッチやブレーキを踏む力は、市販の車に比較し相当重く、しかも全力で繰

表10 レーシングドライバーの身体的プロフィール (関節運動スピード)

	膝関節 (deg/sec)							
	5 kgs				20 kgs			
	右		左		右		左	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
M	580.3	616.0	571.3	594.0	220.0	260.0	230.6	246.3
SD	±34.51	±31.99	±33.74	±22.6	±21.11	±30.67	±35.85	±10.09

M：平均値
SD：標準偏差

り返すためこのような傾向が生じたものと考え
る。

2) カーレース中の心電図および心拍数

カーレース中およびテスト走行中の心拍数の変
化を表 11 に示した。スタート 1 時間前からゴー

表 11 カーレースおよびテストレース中の心拍数変化
(スタート 1 時間前からゴール後 1 時間の
最小値と最大値)

被験者	最小心拍数 (拍/分)	最大心拍数 (拍/分)	天候	その他の 条件
Y. Y.	83	180		*
Y. I.	55	164		*
F. I.	83	183		
F. I.	70	173		
Y. K.	84	164		*
F. K.	86	190		
F. H.	67	172		
F. M.	75	182		
F. K.	86	183		
F. O.	60	180		
T. M.	75	193		**
T. K.	45	181		**
F. F.	86	177	△	
F. T.	58	161	△	
F. C.	54	161	△	
F. O.	67	189	△	
F. N.	61	157	△	
F. K.	76	168	△	
F. S.	79	176	△	
T. N.	59	176		**
F. N.	68	170	△	
F. T.	78	186		

△印：ウェット *：予選
無印：ドライ **：テスト
無印：決勝

ル後 1 時間の心拍数の最小値と最大値をホルター
心電計の記録より求めた。予選には、*印、テス
ト走行には、**印を付した。レースの特殊性を
考慮して特に安静を被験者に求めなかった。その
ために最小心拍数とした。

最小心拍数の平均値は、70.6 拍/分±11.86 で
あり、環境条件として走行路面の状態を表中に示
した。環境条件ドライ時（走行路面が乾いている
とき）の最小心拍数の平均値は、71.6 拍/分±

12.13 であり、最大心拍数は、179.1 拍/分±8.27
であった。環境条件ウェット時（走行路面がぬれ
ているとき）の最小心拍数は、68.7 拍/分±11.03
であり、最大心拍数は、169.8 拍/分±10.56 で
あった。環境条件ドライの時の心拍数が平均 10
拍/分多かった。

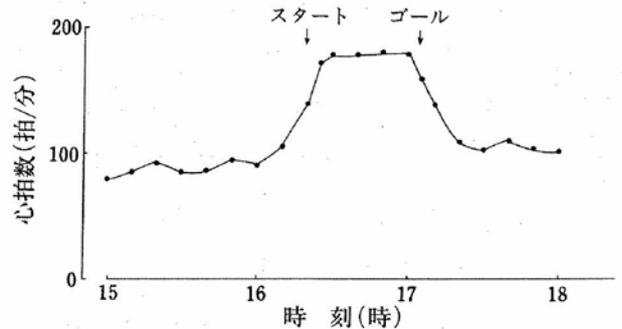


図 1 レース前、レース中、レース後の心拍数の変化
(スタートは 16 時 25 分、ゴールは 17 時 5 分、F-3
レース中の心拍数の変化)

図 1 に F-3 レース中の心拍数の変化を示し
た。

レース開始 1 時間 20 分前からレース後 1 時間ま
で継続的にホルター心電計によって記録したもの
である。レース開始直後より心拍数は、180 拍/
分となりレース終了まで 40 分間持続した。この
心拍数は、最大運動時と同等の値である。G.
Schwabeger (1987)¹⁾ は、ツーリングカーレース
中の心拍数を測定し著者らと同様の傾向を得てい
る。

また、白旗ら (1988)³⁾ はアマチュアのオートバ
イライダーの高速道での心拍数変化を記録し、ス
ピードが速いグループの心拍数が 20—30 拍/分
高いことを示した (スピード差は 30 km/h)。F-3
レースにおいてみられた心拍数の変化は、普通
の身体運動ではみることができない。このことか
ら心拍数の上昇はすべてが身体運動によるもの
ではなく、それ以外の原因によるものが含まれると
考える。

3) 運動負荷時とカーレースにおける心拍数と
酸素摂取量変化の比較

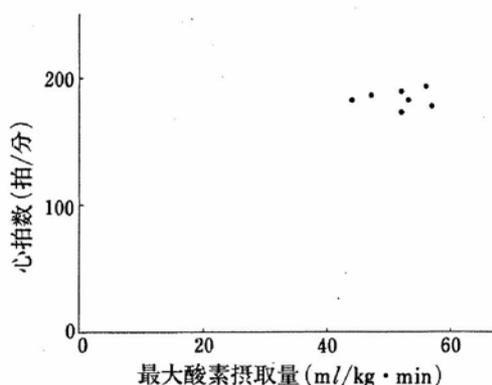


図2 レース中の最大心拍数と体重当りの最大酸素摂取量の関係

運動負荷時に代謝量を測ることにより、個々の被験者の心拍数と体重当りの最大酸素摂取量の相関を知ることが可能である。レースにおける最大心拍数をこの相関関係式に代入することによりレース中の心拍数と体重当りの最大酸素摂取量の関係を求め、図2に7名の値を示したが両者に相関関係はみられなかった。持久力トレーニングをすることにより酸素摂取量が増大し、同一負荷では心拍数が、減少する。いわゆるスポーツの身体活動による相関関係とこれらモータースポーツによる相関関係は、その変化が異なると考えられる。

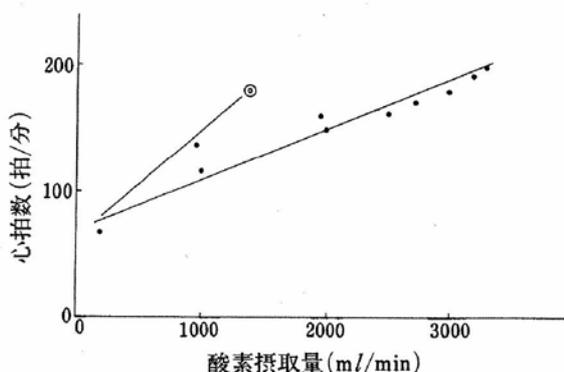


図3 トレッドミルでの負荷漸増法時の酸素摂取量と心拍数の関係(⊙はトレッドミル運動時の乳酸値より換算したレース後の心拍数に対応した乳酸値から算出した酸素摂取量)

図3にトレッドミルでの負荷漸増法で求めた酸素摂取量と心拍数の関係を示し、さらにレース後に行った乳酸測定の結果とレース中の最大心拍数の値から見積った酸素摂取量を⊙で示す。このこ

とは、乳酸値から見積った時、レース中の身体活動がトレッドミルでのオールアウトの約 $\frac{1}{3}$ であることを示し、心拍数の上昇はそれ以外の要素によるものであることを示唆する。これらのことを明らかにするためにカテコールアミン、血糖量、FFA、インシュリン等の血液から得られる値が重要な指標となりうると考える。

4) 加速度に関する結果

加速度測定時の記録を図4に示す。右回りの時は、右方向の加速度が生じる。スタートから1周し、直線コースに至る加速度変化を示した。最高値は、第4・7コーナーの横方向の加速度であった。その値は、2.1Gであった。普通の乗用車の市街地走行では、最高でも0.5Gである。この違いは、コーナーを回る時のスピードの速さによると考えられる。過去にレーシングカーの加速度を連続的に記録した例はみあたらない。同様に前後方向の加速度も上下方向の振動も、普通の乗用車に比較して数倍激しい。

運動能力に最も影響するのは、横方向の加速度(いわゆる横G)である。これが大きいと頭部を支えるために頸部に過大の負荷がかかる。そのため頸部の筋力が低いと頭部の位置を正しく保てなくなり競技能力が低下する。このことから頸部の筋力強化は、競技能力の向上とレースの安全性に寄与するものと考えられ、その強化方法は今後の研究課題である。

前後方向の加速度も大きい。減速時には、ブレーキペダルを全力で踏むために右足には体重の2倍以上の負荷がかかる。加えて下肢の筋力強化も必要と考える。

上下方向の振動は、振幅は小さいが振動数が高く、全身疲労の原因となりうる。全身の筋持久力の対象とすべきである。

5) 騒音に関する結果

騒音の最大値は142 dbであった。エンジンが始動しているときは110 dbであった。レーシン

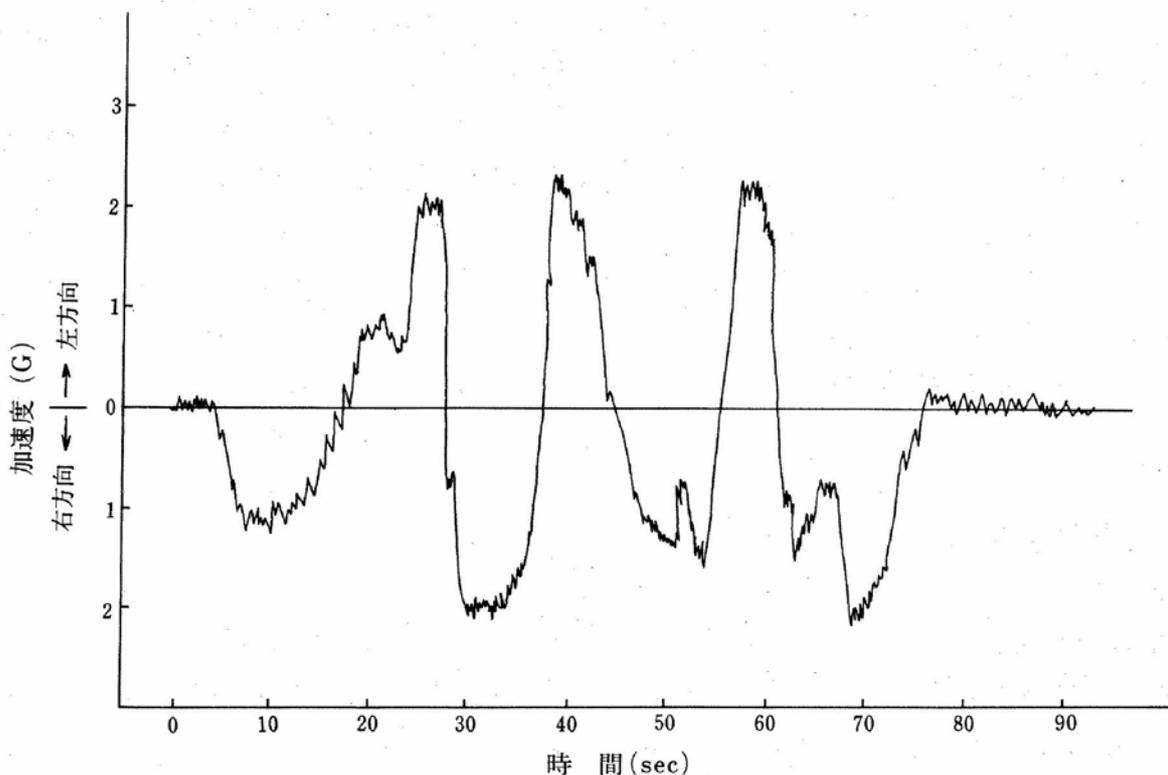


図4 グループCカーにおける横方向の加速度の変化

グカーには、排気管に消音器がついていない。また、防音のための処理はなく、機械音そのままドライバーの耳に達する。そのためドライバーは、遮音のために耳栓を装着している。それにもかかわらず、聴覚に感ずる雑音程度は高い。このことが集中力の減退を招く可能性が考えられた。しかしながら雑音を完全に遮断してしまうと、レーシングカーの状態（エンジンやギヤ音等）を正しく把握することが困難になると、レーシングドライバーたちは考えている。この点に関しては、今後の検討課題とする。

4. ま と め

身体的プロフィールに関する項目を測定した結果、全身反応時間が優れていることが明らかになった。また、上肢と下肢の屈筋系も優れていた。今回の対象の中には、系統的トレーニングを積んだ者がいなかったことから、これらの点がモータースポーツの競技特性であると考えられる。今

後屈筋系の強化に加え、筋持久力と全身持久力、さらに頸部の強化が必要であり、これらを含んだ系統的トレーニングの開発が望ましい。

心拍数変化は身体活動以外の精神的ストレスの大きさの一端を現わしている。今後、このような結果を招く原因を明らかにするために、種々の検索を行う必要がある。

文 献

- 1) G. Schwabergger ; Heart rate, metabolic and hormonal responses to maximal psycho-emotional and physical stress in moyor car racing driver, *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, Apr., 30 (2) : 201—217 (1987)
- 2) 日本自動車連盟編；モータースポーツイヤブック，鈴木一男，東京，51—55 (1988)
- 3) 白旗敏克他；女性オートバイライダーの運動能力，*体力科学*, 36, 638 (1988)
- 4) 都立大学体育学研究室編；日本人の体力標準値（第4版），不昧堂（1988）