

ボブスレー選手のトレーニングとしての スーパースライダー滑走の生理学的意義

鈴木 省 三

I. 目 的

ボブスレーの競技成績は、スタート時に 200 kg から 300 kg の鋼鉄製のソリを押し出す筋力とパワー、押し出したソリに加速をつける選手のスプリント能力、さらに高速走行中にソリを操縦するドライバーの正確な操作技術などによって決定される。

ボブスレー選手のオフシーズンのトレーニング期間は 9 カ月の長期にわたり、主として 20m から 60m のダッシュ、バウンディング、ベンチプレス、スクワット、さらにローラー Bob (実際のボブスレーのランナーの部分にローラーを取りつけたソリ) を用いたスタートダッシュなど、陸上でのトレーニングを中心として爆発的なパワーの向上とスプリント能力の改善を目標として行なわれているのが現状である。

しかし、外国チームと比較して冬季間の滑走回数が絶対的に不足している日本チームにとって、体力面のトレーニングだけではドライバーに要求される滑走感覚は養成され得ないといえる。また、この期間、選手に目的意識を失なわせることのないように動機づけをうまくおこない、かつ多面的で変化に富んだトレーニング内容とスケジュールを作成する必要がある。

従い、ここにオフシーズンのトレーニングのもうひとつの柱として、ドライバーの滑り込み不足を補うための練習方法を考案することが必要不可欠となる。

著者らは、これまで国内外におけるボブスレー滑走中および滑走前後の心拍数の測定から、各コースにおけるボブスレー選手の生理的負荷および心理的ストレスの様相を検討してきた²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾。

そしてドライバーにおいては、滑走前の待機心拍数 anticipatory heart rate の水準が高ければ、滑走中の心拍数もそれに伴って上昇し、かつ同一コースにおける滑走回数の多少、すなわち滑走経験が滑走中および前後の心拍数変動に大きく関与していることを報告した³⁾。

そこで本研究では、西ドイツで開発されたスーパースライダーを用いて、ボブスレー選手を滑走させ、この間における心拍数を連続記録し、これをもとに選手におよぼす生理的負荷および心理的ストレスを分析することによってスーパースライダー使用によるトレーニングの特徴について検討した。

同時に、国内外のボブスレーコースでの滑走中の心拍数と上記の結果とを比較し、オフシーズンの滑走練習として、スーパースライダー滑走がドライバーに有効なトレーニングになるか否かをも合せて検討した。

II. 方 法

被験者は 1988 年カルガリオリンピック日本代表選手 T. N. を含む 7 名である。また、T. H., S. H., A. Y., O. S. の 4 名はジュニアチームの日本代表選手として海外での滑走経験を持っている。

被験者の年齢および形態・体力などの身体特性を Table 1 に示した。

最大酸素摂取量の測定にはトレッドミル・オールアウト走を用い、3分までは傾斜角度 0 度、ランニングスピード 100 m/分とし、3分以後は傾斜角度 +1 度、ランニングスピードを毎分 20m づつ増加させる漸増負荷法により、選手を疲労困憊に至るまで走行させ、あわせて胸部双極導出により心拍数を記録した。

滑走中の心拍数の測定については、1986年7月26日のスーパースライダー全日本選手権大会の公式トレーニング中に実施した。心拍数は、VINE社製携帯用心拍記憶装置VHM-16（重量140g）を用い10秒値で記憶させ、Epson社製ハンドヘルドコンピューターHC-88により再生記録した。

Fig. 1 にスーパースライダーのソリの機構を示した。このソリは特殊ポリエチレン系樹脂でできており、重さが11kg、長さが1m25cm、幅が50cmである。中央にある操作レバーで速度を

Table 1. Physical Characteristics of the Subjects.

Subject	Age yr	Height cm	Weight kg	$\dot{V}O_2$ max ml/kg·min	H. R. max beats/min
T. N.	22	181.1	83.5	55.1	204
T. H.	22	161.6	63.5	61.2	198
S. H.	23	168.0	64.0	47.2	210
A. Y.	20	176.8	74.5	49.0	204
O. S.	21	172.6	68.1	44.1	198
K. Y.	22	169.3	68.5	45.4	210
S. Y.	21	164.6	63.5	44.0	216
\bar{X}	21.6	170.7	69.4	49.4	207
S D	0.9	6.3	6.0	6.0	6

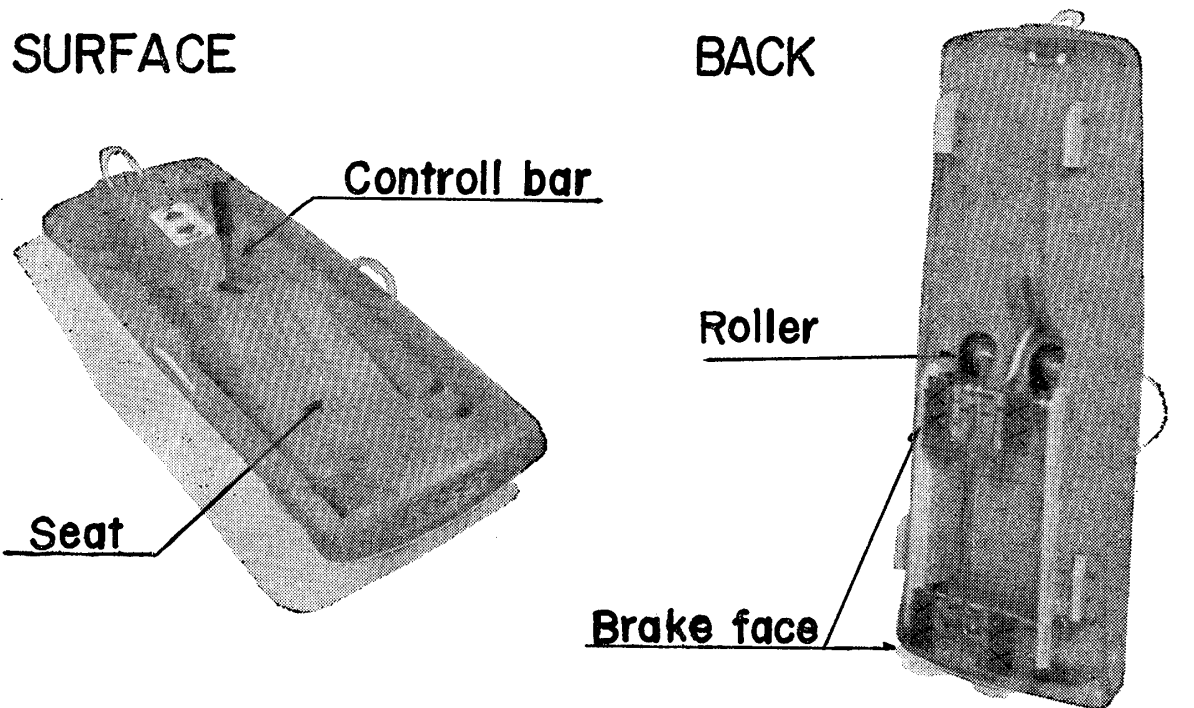


Fig. 1 Structure of super slider

コントロールし、前方に倒すとブレーキ面がソリに近づき、ローラーが出てきて速度を増す構造になっている。

本測定に使用したスーパースライダーのコースを Fig. 2 に示した。コースは特殊スレート（コンクリートと木毛を混合した材質）で作られており、幅が97.6cm、厚さが12mmと極めて軽い。このようなコースがレジャー施設として、北は北海道、南は沖縄までの29都道府県47カ所に設置されている。日本で最長のコースは、山形県に設置されている蔵王スーパースライダー

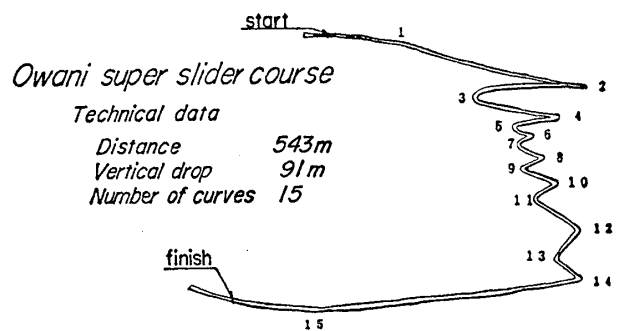


Fig. 2 Profile of OWANI super slider course

コースの 550 m であるが、今回の測定は日本で 2 番目に長い 543 m の、青森県大鱈スーパースライダーコースで実施した。

III. 結 果

被験者 7 名の平均年齢は 21.6 歳 (ボブスレー競技経験年数 4 年から 5 年)、身長が 161.6 cm から 181.1 cm、体重が 63.5 kg から 83.5 kg、体重当たり 1 分間の最大酸素摂取量が 44 ml から 61.2 ml、さらにトレッドミル exhaustion テストにおける最高心拍数は、198 回/分から 216 回/分であった。

また、1988 年カルガリ冬季オリンピックに参加した日本チーム⁶⁾の平均年齢は 26 歳、平均身長が 176.8 cm、平均体重が 83.3 kg、体重当たり 1 分間の最大酸素摂取量が 49.8 ml であった。本実験の被験者は身長で 6.1 cm、体重で 13.9 kg、体重当たり 1 分間の最大酸素摂取量で 0.4 ml、いずれも低い値を示した。

Table 2 に被験者 7 名のスーパースライダー滑走中および前後の心拍数の変動と滑走タイムを示した。滑走前の平均値をみると、A. Y. が 153 回/分と極めて高く、S. Y. が 139 回/分、T. H. が 137 回/分、T. N. が 136 回/分、K. Y. が 132 回/分、S. H. が 128 回/分、O. S. が 125 回/分であった。滑走中も同様に A. Y. が 175 回/分と高く、S. Y. が 167 回/分、T. N. が 164 回/分、O. S. が 162 回/分、K. Y. が 161 回/分、T. H. が 159 回/分、S. H. が 157 回/分と、滑走前の値が高ければ滑走中の心拍数も高くなる傾向がみら

れた。

滑走タイムについては K. Y. が 43 秒 87 と最も速く、逆に A. Y. は 51 秒 23 で最下位の記録であった。

被験者 7 名のスーパースライダーコースにおける滑走中および前後の平均心拍数の変動を 10 秒毎に示し、心拍数の変動パターンをみたのが Fig 3 である。

平均心拍数の動きをみると、滑走 1 分前が 125 回/分、30 秒前が 139 回/分、さらに滑走直前が 145 回/分と高い水準で変動し、滑走とともに心拍数は上昇しながら最高 168 回/分を示した。しかし滑走後の心拍数は、極めて速く減少し、滑走 1 分後には 120 回と滑走前よりも低い値を示した。

IV. 考 察

スーパースライダーは、ソリに乗って氷上を滑走するボブスレーに類似していることから "サマーボブスレー" とも呼ばれている。

Table 2 に示したように、スーパースライダーコースにおけるボブスレー選手の anticipatory heart rate は高い値を示した。著者ら⁷⁾は、ドライバーに要求される冷静な判断力、正確な操作技術、高度な神経・筋の協調性が、anticipatory heart rate の水準に大きく影響をうけ、ドライバーは滑走直前に 120 回/分から 140 回/分の心拍水準で滑走に入ると、滑走タイムも安定することを報告した。

Table 2. Variations of the Heart Rates during Super Slider Runs at OWANI.

	Pre exercise (sec)						Exercise (sec)					Post exercise (sec)					Time (sec)	
	~10	~20	~30	~40	~50	~60	~10	~20	~30	~40	~50	~10	~20	~30	~40	~50		~60
T. H.	138	138	138	132	132	144	156	156	162	162	—	126	120	156	150	102	—	43''93
S. H.	96	120	132	126	144	150	156	174	162	144	150	156	162	162	156	138	120	51''02
A. Y.	150	144	162	156	150	156	168	174	180	180	174	150	144	138	138	132	120	51''23
O. S.	114	114	126	126	126	144	156	162	168	168	156	150	150	138	120	126	114	49''46
T. N.	127	131	139	132	139	145	156	161	168	165	168	151	147	143	138	119	120	46''82
K. Y.	120	132	132	126	138	144	150	144	168	162	180	162	150	132	126	108	108	43''87
S. Y.	144	140	144	126	146	132	150	158	170	176	180	164	158	132	—	110	140	46''50

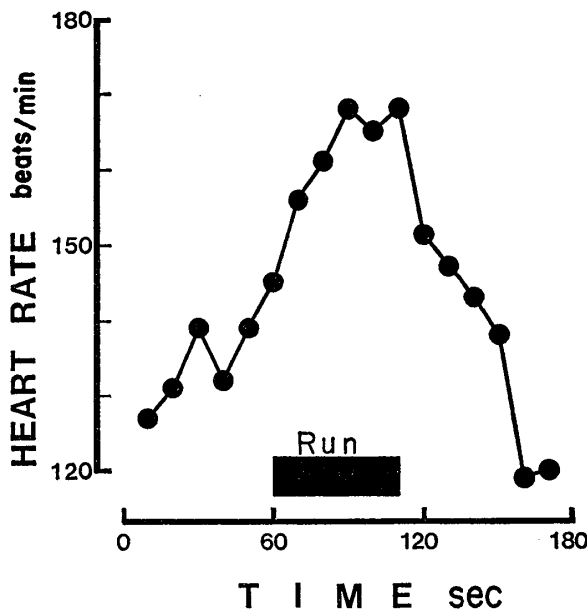


Fig. 3 Mean heart rate changes of 7 subjects, during super slider runs

被験者 A. Y. の anticipatory heart rate をみると153回/分と極めて高い値を示し、さらに滑走タイムが51秒23と7名中最も遅いタイムであった。このことは、Faulkner, J. A. ら¹⁾が指摘したように、筋活動によらない高い心拍数が過緊張の状態を誘発し、競技能力にマイナスに作用したものと滑走タイムからも推定しうる。

また A. Y. は、ドライバーとして昭和61年度日本代表ジュニアチームの一員となり、ユーゴスラビアのサラエボコースで滑走している。その期間中、1本目から公式トレーニング最終日までの滑走中および前後の心拍数の変動を連続記録していた。この結果をみると、滑走前の anticipatory heart rate 水準は、129回/分から161回/分と変動幅が大きく、滑走回数が増加するにしたがって心拍数が減少する傾向にあった。しかし A. Y. は、操作ミスにより2度転倒し、そのときの滑走直前の anticipatory heart rate は2度とも140回/分であった。

このようにボブスレー競技は他のスポーツ種目と異なり、わずかな操作ミスが大きな事故につながることから、滑走前における選手個々の anticipatory heart rate の至適水準を把握することは、極めて重要な課題である。今後、

anticipatory heart rate 水準と performance との関わりについて、スーパースライダーを用いて検討する必要がある。

次にスーパースライダー滑走の特徴を明らかにするため、被験者7名中、海外や手稲山コースでの滑走経験をもつ同一被験者4名 (T. N., T. H., S. H., A. Y.) を選出し、各コースにおける滑走中および前後の心拍数の変動を比較したものが Fig. 4 である。

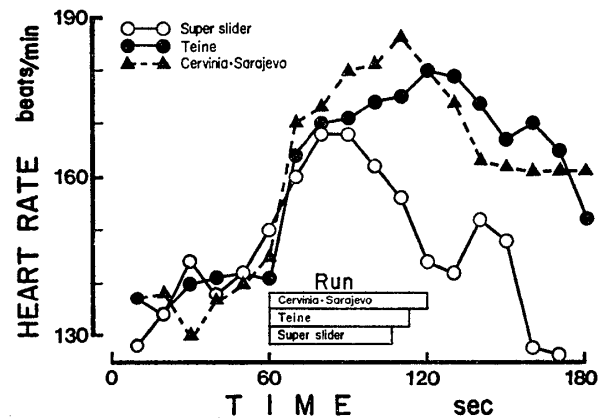


Fig. 4 Heart rate changes during super slider and bobsleigh runs

白丸はスーパースライダーコース、黒丸は日本の手稲山コース、黒三角はチェルビニア・サラエボの海外コースでの滑走を示した。滑走前の平均心拍数は、スーパースライダーと手稲山が共に139回/分、さらに海外が138回/分と3コースとも同様な値を示した。

佐藤ら⁵⁾⁷⁾は、手稲山コースや海外のコースにおけるボブスレー選手の anticipatory heart rate の上昇は、いわゆる筋活動とは直接的に関係のない心理的要因によるものであることを報告している。つまり、これから始まる危険の多い競技に対する不安、緊張および記録への期待などの大脳皮質の興奮が間脳に作用して、延髄の心臓促進中枢を刺激したり、また副腎髄質からのアドレナリンの分泌などが心拍数を上昇させていると解釈できる。

このことは、大会の滑走前後に採血したアドレナリンの分泌動態から、ドライバーの滑走直前の値が正常値の5倍と極めて高い値を示した

ことや、同一コースでの滑走回数が増すにつれてコースに馴れ、anticipatory heart rate および滑走中の心拍数が、ある一定の値に低下したことからも理解できる⁷⁾。

スーパースライダー滑走時の anticipatory heart rate が、手稲山・海外のボブスレーコースと同様に高い値を示したことは、同じような心理的ストレスが生じたことを示唆している。

しかし、スーパースライダーのコース特性をみると、全長 540 m、高低差 91 m、最高スピード 60 km/h であり、手稲山コース（全長 800 m、高低差 100 m、最高スピード 90 km/h）、海外のコース（全長 1200 m ~ 1500 m、高低差 120 m ~ 140 m、最高スピード 120 km/h ~ 140 km/h）と比較すると、全長が短かく、滑走スピードも遅いことがわかる。

さらに、スーパースライダーのソリ重量は 11 kg、長さが 1 m 25 cm、幅が 50 cm であり、ボブスレーのソリは、2 人乗りで重量が 200 kg、長さが 2 m 70 cm、幅が 60 cm と、着座するシート幅はほぼ同じであるが、その他はまったく異質なものである。

スーパースライダーは、本来一般市民を対象とした“滑り”を楽しむための乗り物であり、20 km/h のスピードで安全に滑りおろることができるように設計されている。

Fig. 5 に、被験者 S. H. の 20 km/h と 60 km/h のスピードで滑走したときの心拍数の変動を示

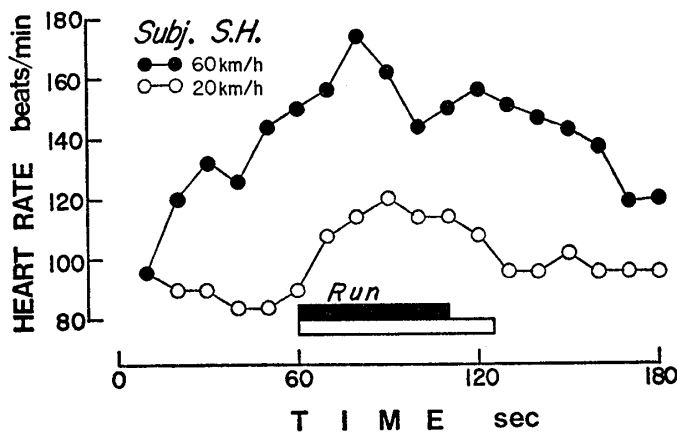


Fig. 5 Variations of the heart rates at 20 km/h and 60 km/h runs with super slider

した。この図からも明らかなように、20 km/h のスピードでは anticipatory heart rate は 89 回/分、滑走中の平均心拍数は 113 回/分と極めて低い値を示した。

このように、危険なく滑りおられるという条件では心拍数は低く、したがって一般市民を対象とした“滑り”を楽しむ乗り物であることが理解できる。

しかし、ボブスレー選手のトレーニングとして考えると、20 km/h の滑走スピードは、選手に与える心理・生理的ストレスは極めて小さく、トレーニング強度としては適さないことが明らかとなった。

操作レバーを最大限前方に倒して滑走するという条件を選手に課してみると、最高 60 km/h のスピードに達し、anticipatory heart rate の水準もボブスレーと同じように上昇した。

コース滑走における最適なラインをみれば、ボブスレーがドライバーのハンドル操作で、スーパースライダーが選手のボディバランスで、それぞれコントロールしながら滑走する。つまりスーパースライダーは、スピードが増加するにしたがって、ボディバランスをくずしての転倒やコースアウトの危険性が極めて高くなる。

これらの要因がボブスレー競技と同様な心理的ストレスとなり、滑走前の心拍数に大きな影響を与えているものと考えられる。

したがって、スーパースライダーを用いた滑走でボブスレーコースと同じ水準に選手の anticipatory heart rate を上げるためには、操作レバーを常に最大限前方に倒して滑走するという条件が必要であろう。

さらに、コースアウトしそうなコーナーにはマット等を設置する方法や、転倒しても危険がないようにヘルメット、ゴーグル、エルボーパット等の着用を義務づけ、皮膚を露出しないような配慮が重要である。

滑走中の平均心拍数をみるとスーパースライダーが 163 回/分、手稲山が 172 回/分、海外が 178 回/分と、滑走時間の長い順に高

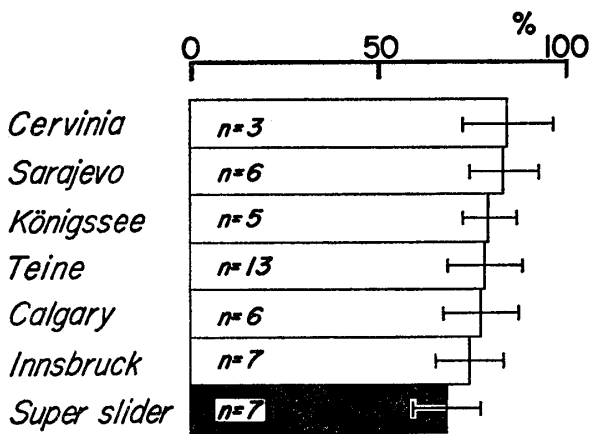


Fig. 6 Comparison of %H. R. between super slider course and another bobsleigh courses

い値を示した。

滑走中の選手にかかる生体負担度を把握するため、Fig. 6 に被験者7名の安静時心拍数を0%、トレッドミル exhaustion テストでの最高心拍数を100%として、滑走中の平均心拍数を%で示し、各コースにおけるボブスレー選手の相対値 [(滑走前や滑走中の心拍数-安静時心拍数) ÷ (最高心拍数-安静時心拍数) × 100] と比較した。

最も高い値を示したのは、イタリアのチェルビニア (全長1500m, 滑走タイム62秒前後) で 84 ± 12%, ユーゴスラビアのサラエボ (1200m, 53秒前後) が 83 ± 9%, 西ドイツのケニグゼー (1200m, 50秒前後) が 79 ± 7%, そして日本の手稲山 (800m, 50秒前後) が 78 ± 10%, さらにカナダのカルガリ (1500m, 60秒前後) が 77 ± 10%, オーストリアのインスブルック (1200m, 55秒前後) が 74 ± 9% と続き、スーパースライダー滑走中の相対値は、68 ± 9% と各コースにおけるボブスレー滑走よりも低い値を示した。

ボブスレー選手の滑走中に生ずる物理的負荷は、各コーナーごとに選手にかかる遠心加速度 +Gz である。チェルビニアやサラエボコースは、最終コーナーで +4Gz が3秒間生じ、極めて強い加速度が選手にかかる。また、滑走中に受けるソリの固有振動および側壁などへの衝撃等から選手は自分のベストポジションを確保

するため、上肢・下肢の isometric contraction をくり返しながらか走姿勢を保持していくことになる。

スーパースライダー滑走中の負荷は、海外・手稲山コースと比較して最高速度が 60km/h と遅いことから、選手におよぼす +Gz さらにベストポジションに保つための筋への負荷も低いと考えられる。

このことは滑走後の心拍数変動からも理解できる。滑走後の平均心拍数はスーパースライダーが138回/分、手稲山が168回/分、海外が164回/分と、スーパースライダーの心拍数の減少は極めて早かった。さらに滑走1分後では、120回/分と滑走前よりも低い値を示した。

佐藤ら²⁾ は、海外のコースにおけるボブスレー選手の滑走後の心拍数は、10分以降に滑走前の値に戻ることを報告した。スーパースライダー滑走中ドライバーの受ける生体負担度は、生理的負荷よりもむしろ心理的ストレスが強く反映されたものであることが示唆された。

今まで滑走前、滑走中、滑走後の心拍数からスーパースライダー滑走の特徴についてみてきたが、とりわけ滑走前、滑走中の心拍数の傾向は手稲山・海外と類似していたことが特筆される。

ボブスレー選手のオフトレーニングを考える場合、滑走前から滑走中にいたる心拍数の変動パターンの至適水準を把握することは、自己の performance を最大に発揮するために極めて重要であろう。

なぜならば、ドライバーに要求される冷静な判断力、正確な操作テクニック、高度な神経・筋の協調性は、anticipatory heart rate の水準に影響をうける。さらに、anticipatory heart rate を適度な興奮の水準にもっていくためには、滑走回数と自己を抑制する能力すなわち self control の能力が重要な鍵を握るのである。

滑走回数を重ね、anticipatory heart rate の水準を適切な興奮状態に調整してからスタートしようとしても、競技会の質、さらには競争心の昂揚など滑走前の心拍数を上昇させる要因が

数多く考えられる。

したがって、滑走前に自己の performance を最大に発揮するための交感性効果についての self control が、滑走回数と共に極めて重要な要素となる。

これらのことから、冬季間の滑走回数が絶対的に不足している日本チームにとって、スーパースライダーを用いた滑走トレーニングを操作レバー最大前傾下で行なうことは、滑走回数の増加につながり、かつ自己の performance を最大に発揮するための self control の能力を養う種々の場面設定が可能なることから、オフトレーニングのドライバーの滑り込み不足を補い、交感性効果をねらうトレーニング方法としては有効であることが示唆された。

本研究において、ボブスレー選手のスーパースライダー滑走中および前後の心拍数の変動を海外・手稲山コースと比較することにより、とりわけスーパースライダー滑走中のドライバーの持つ生理的および心理的特性、さらにはスーパースライダーコースの特性をも把握することが可能となった。

V. まとめ

カルガリーオリンピック日本代表選手を含むボブスレー選手7名を対象にして、スーパースライダー滑走中および前後の心拍数を携帯用心拍記憶装置を用いて連続記録した。これらの結果から、選手にかかる生理・心理的負荷およびスーパースライダー滑走の特徴について検討した結果、以下の結論を得た。

1. スーパースライダー滑走は、20km/hのスピードで行くと心拍数の顕著な上昇をみず、操作レバーを最大限前方に倒して滑走する条件で、手稲山や海外のボブスレーコースにおけるのと同様な心拍数の変動を生じた。

2. スーパースライダー滑走直前の anticipatory heart rate は139回/分と、ボブスレー競技の滑走前と同様な値を示した。

3. スーパースライダー滑走中の心拍数の相対値は68±9%であり、ボブスレーの各コース

における選手の値よりも低かった。

4. 以上のことから、スーパースライダーを用いた滑走トレーニングを行うことは、競技力向上のための重要な要素の一つである滑走回数の増加につながり、ボブスレー選手の performance を最大に発揮するための Self control の能力を養えることから、シーズン中におけるドライバー選手の滑り込み不足を補うためのトレーニング方法としては有効であることが示唆された。

稿を終えるにあたり、測定に御協力いただいた選手、およびコース滑走に特別の便宜を図って下さいました大鰐町観光企業課の蛭田課長ならびに関係各位の皆様深く感謝する。また本研究の要旨は日本体育学会第39回大会³⁾において発表した。

本学・佐藤 捷教授の御検閲に感謝の意を表す。

引用・参考文献

- 1) Faulkner, J. A. : Effect of cardiac conditioning on the anticipatory, exercise, and recovery heart rates of young men. *J. Sports Med.*, **4**, 79-86, 1964.
- 2) 佐藤 佑, 谷口庄太郎, 佐藤力夫, 鈴木省三, 加藤英俊, 北村 仁, 鈴木敏明, 佐藤 明, 佐藤 捷, 藤井邦夫, 中屋敷 真: ボブスレー競技滑走中および滑走前後における心拍数の変動・昭和58年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. II. 競技種目別競技力向上に関する研究, 第7報, 189-196, 1984.
- 3) 佐藤 佑, 鈴木省三, 谷口庄太郎, 佐藤力夫, 安井慎太郎, 八田信之, 北村 仁, 佐藤 捷, 加藤英俊, 鈴木敏明, 藤井邦夫, 中屋敷 真, 佐藤 明, 玉川明朝, 岡野五郎, 加藤 満: I インスブルック, チェルビニア, サラエボおよびケニグゼー各コースにおけるボブスレー競技選手の滑走中および滑走前後の心拍数. II ボブスレー競技パイロット選手の滑走回数と心拍数. III ボブスレーおよびリュージュ競技滑走中の心拍数の比較. 昭和61年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

- No. Ⅱ. 競技種目別競技力向上に関する研究. 第10報, 161-171, 1987.
- 4) 佐藤 佑, 鈴木省三, 谷口庄太郎, 佐藤力夫, 安井慎太郎, 八田信之, 北村 仁, 佐藤 捷, 加藤英俊, 鈴木敏明, 藤井邦夫, 中屋敷 真, 佐藤明, 玉川明朗, 岡野五郎, 加藤 満: I カルガリオリンピックコースにおけるボブスレー・リュージュ選手の滑走前および滑走中の心拍数. 昭和62年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. Ⅱ 競技種目別競技力向上に関する研究. 第11報, 95-100, 1988.
- 5) 佐藤 佑: 心拍数の運動への適応. 体育の科学, 27, 239-242, 1977.
- 6) 佐藤 佑, 鈴木省三: ボブスレー選手の体力的特性. J. J. Sports Sci., 6, (11), 720-724, 1987.
- 7) 鈴木省三, 佐藤 佑: ボブスレー競技滑走中および滑走前後における心拍数, 血漿カテコールアミン, 白血球数の変動・仙台大学紀要, 第18集, 39-48, 1986.
- 8) 鈴木省三, 佐藤 佑: スーパースライダー滑走中および前後におけるボブスレー選手の心拍数. 日本体育学会第39回大会号, 319, 1988.

Physiological Significance of Super slider Running
as the Training Program for Bobsleigh Player

Shozo SUZUKI

The heart rate of 7 bobsleigh players were measured during the official training runs on the OWANI super slider course. It is physiological and/or psychological stress factors and the characteristics of super slider were examined.

The results were summarised as follows:

- 1) During the super slider run the heart rate does not increase at lower speed of 20km/h speed, but the heart rate at maximum speed (60km/h) increases as high as during the normal bobsleigh run.
- 2) The Anticipatory heart rate of driver during the super slider run was 139 beats/min. It was same as the bobsleigh run.
- 3) Percent heart rate during the super slider run was $68 \pm 9\%$. It was lower level than during the bobsleigh run.
- 4) The above research data shows that the super slider training is preferable instead of the bobsleigh training.