

## 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

鈴木省三・佐藤 佑

### I. はじめに

われわれはこれまでに海外における公式トレーニング中の心拍数の測定から, ボブスレー競技が選手に与える生理的負荷および心理的ストレスを検討してきた<sup>16)18)19)</sup>。

そして, パイロットの滑走直前にみられる待機心拍数 anticipatory heart rate はブレーカーよりも高い値を示し, さらに他の競技種目と比較しても極めて高いことを明らかにした<sup>16)18)</sup>。

滑走中のパイロットには正確な操作技術, 冷静な判断力, さらに高度な神経・筋の協調性が要求される。もし必要以上に心拍数が亢進しているといわゆるあがりの状態にあり, もはやパイロットに正確な操作技術を期待することができない。

また, パイロットの滑走前に生ずる精神的興奮や緊張による心拍数の亢進水準は, ボブスレーの滑走回数の増加とともに低下することもこ

れまでの研究において明らかにしてきた<sup>17)19)</sup>。

これらのボブスレー競技選手の生理的反応は, おそらく競技に対する不安, 緊張といった精神的ストレスによる種々の内分泌機能の変動を大きく反映しているものと推察される。

そこで本研究では, 心拍数に加えてストレスの指標であるカテコールアミン (以後 CA と記す) や白血球数を測定することにより, ボブスレー競技選手にかかる生理的, 心理的負担を内分泌機能の面から, パイロット・ブレーカーのポジション別に比較するとともに, 手稲山ボブスレーコースの選手に与える生理的特徴をもあわせて検討しようと試みた。

### II. 方 法

被験者は, 昭和60年度海外派遣選手5名を含む9名である。これら9名のポジション・年齢・形態・体力などの身体特性を Table 1 に示

Table 1. Anthropometric data, maximum oxygen uptake and maximum heart rate in subjects.

	Age	Height	Weight	VO <sub>2</sub> max	H.R. max	Position	National	Blood
	yr	cm	kg	ml/kg·min	beats/min	P(pilot B(Braker))	team	sampling
							●	○
O. H.	31	172.6	78.0	50.2	183	P	●	○
K. T.	27	170.0	64.0	43.8	194	P		○
S. T.	26	174.1	76.8	40.0	194	P	●	○
M. I.	26	170.6	65.8	42.8	188	B		○
K. M.	22	167.0	58.0	49.4	182	P		○
T. N.	22	181.5	82.5	55.1	204	B	●	○
T. H.	21	175.1	77.6	52.4	196	B		○
W. T.	21	176.0	87.5	54.1	194	B	●	
U. T.	21	184.0	87.0	52.9	194	B	●	
$\bar{x}$	24.1	174.5	75.2	49.0	192			
S.D.	3.6	5.5	10.4	5.5	8			

した。なお表中の形態および体力測定値については、昭和61年7月19, 20, 21日に札幌中島体育センターで計測した値を使用した。また被験者9名中 National team は5名であり、採血の対象となったパイロットは4名、ブレーカーは3名である。

最大酸素摂取量の測定は、Monark 社製自転車エルゴメーターを用い、回転数を60回/分、負荷を360kpmにて開始した。その後2分毎に360kpm ずつ増加させる漸増負荷法により、選手を疲労困憊に至らせるまでペダリングを行なわせた。最高心拍数については、上記ペダリング中に得られた値を用いた。

ボブスレー競技滑走中の心拍数は、VINE 社製心拍記憶装置 VHM-016 (重量140g) を用い、昭和61年1月17, 18日の北海道選手権大会 (2人乗り)、19日の全日本選手権大会 (2人乗り)、22日の IWATA CUP (2人乗り)、24日の DOGAKINAI CUP (4人乗り)、25, 26日の全日本選手権大会 (4人乗り) の7日間にわたり、手稲山ボブスレーコースで開催された各種競技会中に測定した。

採血は、1月22日の IWATA CUP において朝夕および滑走前後の計4回行い、液体クロマトグラフィーを用いて血漿 CA を測定し、さらに白血球数を計測した。採血時間は、起床後30分以内 (A.M. 6:30~7:00)、滑走2分前、滑走直後 (ソリがゴールしてから1分以内)、夕食前 (P.M. 4:00~4:30) であった。

Fig.1 に手稲山ボブスレーコースのプロフィールを示した。札幌オリンピックにおけるスタート地点の標高は495m、ゴール地点の標高は363m (標高差132m) であり、コースの全長は1820m、平均斜度は4.5度であった。しかし、現在ではコースの老朽化等の問題により、図中黒色で示した800mの短縮したコースで各種競技会が開催されている。

手稲山ボブスレーコースにおける測定時の気温・湿度の平均値および標準偏差は、それぞれ  $-7.3 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $69.8 \pm 8\%$  であった。

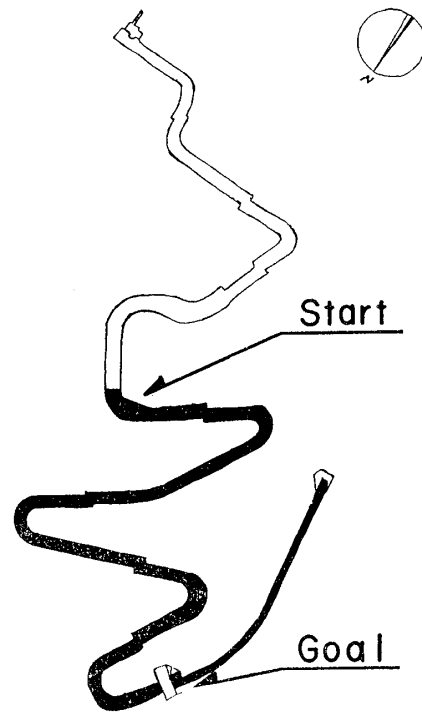


Fig.1. Profile of Teine bobsleigh course.

### III. 結 果

#### 1) 滑走中および前後の心拍数変動

Fig.2 は、国内の各種競技会における National team 5名の滑走中および前後の心拍数変動を示したものである。●で示したパイロット O.H. の心拍数変動をみると、大会初日である17日の滑走前が151回/分、滑走中が188回/分、さらに18日の競技会では滑走前が158回/分、滑走中が194回/分と著しく高い値を示した。しかしその後、心拍数は競技会を重ねるごとに徐々に低下し、24日の競技会においては滑走前が119回/分、滑走中が172回/分とシーズン初めの競技会に比べて極めて低い値を示した。また25, 26日に開催された競技会においては、滑走前、滑走中ともに前日の心拍数と同様な値を示した。このような心拍数の変動パターンは、■で示したパイロット S.T. にもみられた。しかし S.T. が1月24日の競技会にブレーカーとして出場したときの心拍数は、滑走前が91回/分、滑走中が149回/分と極めて低い値を示した。ま

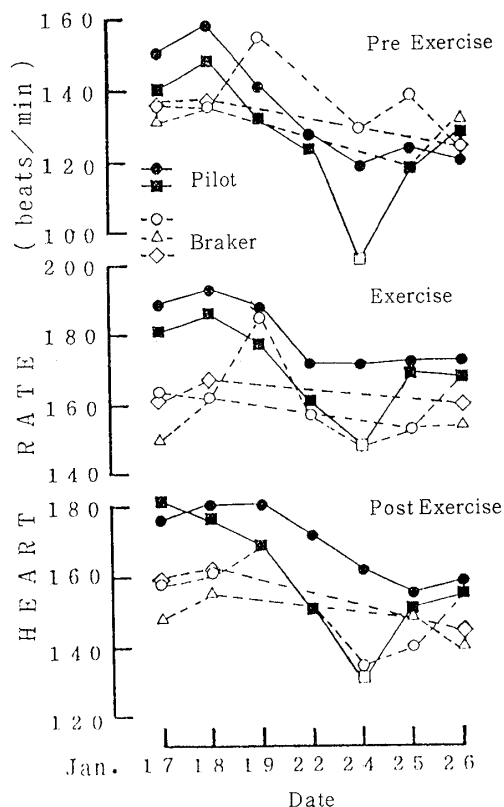


Fig. 2. Heart rate response before, during and after bobsleigh race.

た25日の競技会より再度パイロットとして出場したところ, 滑走前が119回/分, 滑走中が154回/分と22日の競技会にパイロットとして参加したときの心拍数水準の値にまで上昇した。このようにパイロットの心拍数は, 後半の競技会に著しく減少する傾向がみられた。さらにパイロット S. T. がブレーカーとして競技会に出場したときの心拍数は極めて低い値を示した。

○で示したブレーカー T. N. の心拍数変動をみると, 19日の競技会において滑走前が155回/分, 滑走中が186回/分と大会を通して最も高い値を示した。さらに25日の滑走前が139回/分, 26日の滑走中が174回/分と高い値を示していた。これらの高い心拍数は, いずれも全日本選手権大会の競技会であられた。また△で示したブレーカー U. T. の心拍数変動は, 大会初日である17日の滑走前が133回/分, 滑走中が150

回/分, 大会最終日である26日の滑走前が132回/分, 滑走中が150回/分と, 大会を通して大きな心拍数の変動がみられなかった。このような心拍数の変動パターンは, ◇で示したブレーカー W. T. にも同様にみられた。

したがってブレーカー3名は, パイロットの競技会後半にみられたような心拍数の減少傾向を示さなかった。

2) 滑走前後および朝夕における心拍数, アドレナリン, ノルアドレナリン, 白血球数の変動

Fig. 3 は, 1月22日の競技会における滑走前後および朝夕の計4回採血を行なったときの心拍数, アドレナリン (以後 Ad と記す), ノル

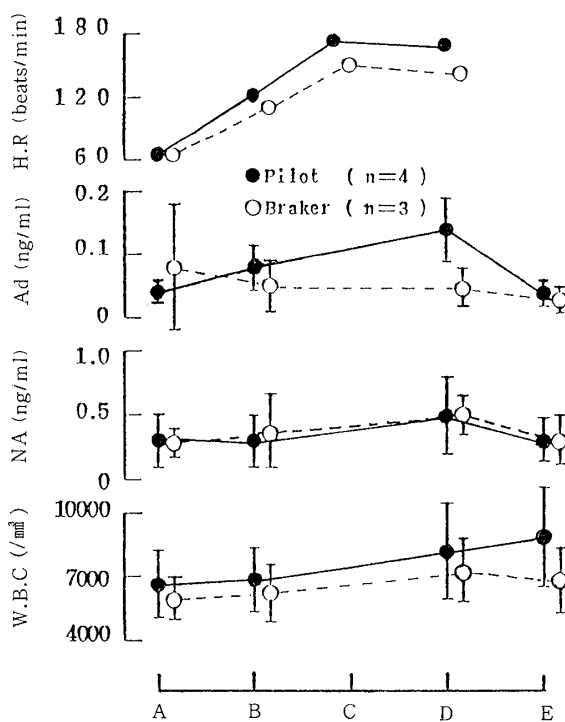


Fig. 3. Plasma catecholamines, heart rate and white blood cell responses before and after bobsleigh race.

- A morning (A. M. 7:00)
- B pre exercise
- C exercise
- D post exercise
- E evening (P. M. 4:00)

Standard deviations of heart rate kept within open and closed circles.

アドレナリン (以後 NA と記す), 白血球数の変動を示したものである。

心拍数は, 早朝においてパイロット  $65 \pm 1$  回/分, ブレーカー  $65 \pm 4$  回/分と同等の値を示した。しかし滑走中ではパイロットが  $172 \pm 9$  回/分, ブレーカーが  $148 \pm 9$  回/分, 滑走後ではパイロットが  $169 \pm 9$  回/分, ブレーカーが  $145 \pm 13$  回/分とパイロットはブレーカーよりも滑走中および滑走後において, 心拍数が有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

Adの分泌量を見るとパイロットは, 早朝  $0.04 \pm 0.02$  ng/ml, 滑走前  $0.08 \pm 0.04$  ng/ml, 滑走直後  $0.14 \pm 0.05$  ng/ml と滑走とともに分泌量の増加をみ, 夕方においては  $0.04 \pm 0.02$  ng/ml と早朝の水準に回復した。しかしブレーカーは, 早朝  $0.08 \pm 0.1$  ng/ml とパイロットよりも高い値を示したが, 滑走前が  $0.05 \pm 0.04$  ng/ml, 滑走直後が  $0.05 \pm 0.03$  ng/ml, 夕方が  $0.03 \pm 0.02$  ng/ml と徐々に分泌量の低下をみた。

滑走直後における Ad 分泌量についてブレーカーよりもパイロットが有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。

NA の分泌量を見るとパイロットは, 早朝  $0.30 \pm 0.22$  ng/ml, 滑走前  $0.30 \pm 0.22$  ng/ml, 滑走直後  $0.48 \pm 0.27$  ng/ml, 夕方  $0.31 \pm 0.16$  ng/ml であり, ブレーカーは早朝  $0.28 \pm 0.12$  ng/ml, 滑走前  $0.38 \pm 0.22$  ng/ml, 滑走直後  $0.50 \pm 0.15$  ng/ml, 夕方が  $0.32 \pm 0.18$  ng/ml であった。

したがって, パイロット・ブレーカーともに滑走が近づくにつれ分泌量が増加し, 夕方になると低下するという同様なパターンを示した。

白血球数をみると, パイロットは早朝  $6600 \pm 1594$  /mm<sup>3</sup>, 滑走前  $6825 \pm 1533$  /mm<sup>3</sup>, 滑走直後  $8150 \pm 2384$  /mm<sup>3</sup>, 夕方  $8900 \pm 2424$  /mm<sup>3</sup> であり, 夕方に最も高い値を示した。ブレーカーは早朝  $5967 \pm 971$  /mm<sup>3</sup>, 滑走前  $6267 \pm 1380$  /mm<sup>3</sup>, 滑走直後  $7033 \pm 1531$  /mm<sup>3</sup>, 夕方  $6800 \pm 1058$  /mm<sup>3</sup> であり滑走直後に最も高い値を示し

た。

血液像では, パイロット・ブレーカーともに好中球が大幅に増加していた。ストレスと関係がある好酸球をみると, パイロットにおいては早朝が  $54 \pm 63$  /mm<sup>3</sup>, 滑走前が  $155 \pm 51$  /mm<sup>3</sup>, 滑走直後が  $102 \pm 85$  /mm<sup>3</sup>, 夕方が  $109 \pm 129$  /mm<sup>3</sup> であり, 滑走前よりも滑走後に減少する傾向がみられた。ブレーカーでは早朝が  $58 \pm 63$  /mm<sup>3</sup>, 滑走前が  $24 \pm 42$  /mm<sup>3</sup>, 滑走直後が  $115 \pm 45$  /mm<sup>3</sup>, 夕方が  $69 \pm 77$  /mm<sup>3</sup> であり, パイロットとは反対に滑走前よりも滑走後に増加する傾向がみられた。

#### IV. 考 察

ボブスレー競技は, 氷壁のコースを最高時速 150km の猛スピードで滑走することから, 「氷上の F-1 レース」と呼ばれている。したがって, ボブスレー競技のパイロット選手には, レーシングドライバーと同様に冷静な判断力, 正確な操作技術, 恐怖心を克服する強い精神力, さらに高度な神経・筋の協調性などが要求される。もし滑走前にこれらの要素が攪乱されると, もはやパイロットの操作技術は正確性を欠くことになる。このことは競技成績の低下となってあらわれ, さらに大きな事故の誘因にもなるであろう。

##### 1. 心拍数

Fig. 2 に示したようにパイロットの滑走直前の心拍数は, シーズン初期の大会では極めて高い値を記録している。McArdle, W. D., et al.<sup>13)</sup> は, 陸上競技において疾走距離が短いほど競技開始直前の精神的興奮や緊張による心臓の活動水準が高いことを明らかにした。さらに Faulkner, J. A.<sup>2)</sup> は, 運動直前に増加する心拍数 anticipatory heart rate は短時間の激しい運動を始めようとしている選手にとって, 合目的的反応であると報告している。これらの報告にみられるように, スポーツ活動の前にあらわれる anticipatory heart rate が適度な増加であれば, 選手にとって好ましい生理的反応になる。

しかし筋活動によらない過度に高い心拍数は過緊張の状態を誘発し, 競技能力にマイナスに作用することが懸念される。

Ekblom と Hermansen<sup>1)</sup>は, スポーツ前の適度な興奮とは, ウォーミングアップにおける適切な運動強度である 50~60%  $\dot{V}O_2 \max$  であろうと報告している。この観点からパイロット O.H. の anticipatory heart rate と %  $\dot{V}O_2 \max$  との関係を見ると, 17日の競技会が151回/分で 74%  $\dot{V}O_2 \max$ , 18日が158回/分で 79%  $\dot{V}O_2 \max$ , 19日が141回/分で 65%  $\dot{V}O_2 \max$ , 22日が128回/分で 53%  $\dot{V}O_2 \max$ , 24日が119回/分で 45%  $\dot{V}O_2 \max$ , 25日が124回/分で 50%  $\dot{V}O_2 \max$ , 26日の最終日が121回/分で 47%  $\dot{V}O_2 \max$  に相当するものであった。さらに O.H. の競技成績を見ると, 前半の競技会ではタイム・順位ともに悪く, 19日の全日本選手権大会 2人乗りでは 1'44"82 (52" 21, 52" 61) と 3位にも入れなかった。しかし22日の IWATA CUP から調子を上げ 1'41"90 (50" 60, 51" 90) で 2位に入賞し, 25, 26日の全日本選手権大会 4人乗りでは, 1'36"34 (49" 47, 49" 90) のベストタイムで優勝した。従って, O.H. は Ekblom と Hermansen<sup>1)</sup> が指摘したように, 前半の競技大会では滑走直前に極めて強い交感神経副腎反応が生じ, その過緊張状態が競技能力にマイナスに作用したことは, 競技成績からも明白である。これらのことからパイロット O.H. の anticipatory heart rate は, 125~140回/分の水準で滑走に入ることが望ましいものと考えられる。

パイロット S.T. の anticipatory heart rate と  $\dot{V}O_2 \max$  との関係を見ると, 17日の競技会が140回/分で 58%  $\dot{V}O_2 \max$ , 18日が147回/分で 63%  $\dot{V}O_2 \max$ , 19日が133回/分で 52%  $\dot{V}O_2 \max$ , 22日が125回/分で 48%  $\dot{V}O_2 \max$ , ブレーカーとして出場した24日の競技会では 91回/分で 20%  $\dot{V}O_2 \max$ , 25日が119回/分で 41%  $\dot{V}O_2 \max$ , 大会最終日である26日が127回/分で 48%  $\dot{V}O_2 \max$  に相当するものであった。S.T. の競

技成績をみると, 前半からベストタイムをマークし, 全日本選手権大会 2人乗り優勝など終始安定したレース運びをした。したがって S.T. の anticipatory heart rate は競技会を通して好ましい状態にあったものと推定された。しかし, ブレーカーとして出場したときの %  $\dot{V}O_2 \max$  は 20% に相当する極めて低い値を示した。このことは, パイロット S.T. がそのポジションに対して合目的的に適応せず, 心理的ストレスの緩和が顕著に表われたためであろう。これらのことからパイロット S.T. の anticipatory heart rate は 130~140回/分の水準で滑走に入ることが望ましいと推察される。

このように, パイロット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傾向が極めて強いようである。

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セルフコントロールの能力が重要な鍵を握るであろう。なぜならば, 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ラインにつこうとしても, 競技会の質, さらに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からである。したがって, 滑走前に自己のパフォーマンスを最大に発揮するための交感性効果についてのセルフコントロールが, 滑走回数とともに極めて重要な要素となる。

また T.N. を除いたブレーカーは, 滑走回数の多少にかかわらず心拍数に大きな変動を示さなかった。T.N. は, 日本の No. 1 ブレーカーとして全日本選手権大会で優勝することを義務づけられ, さらに初のビッグタイトルへのチャレンジといった精神的ストレスが, 滑走前の心拍数を上げたものと考えられよう。このように手稲山ポブスレーコースにおいては, パイロットとブレーカーの心拍数変動に大きな差がみられた。

また 1月22日の IWATA CUP において採

血した被験者7名（National team 3名，社会人2名，学生2名）においても，Fig.3 に示したようにパイロットはブレーカーよりも滑走中・滑走後において有意に高い心拍数を示した（ $P < 0.05$ ）。これら被験者7名のパイロットを斜線，ブレーカーを黒色で滑走中および前後の心拍数変動を示したのが Fig.4 である。この図

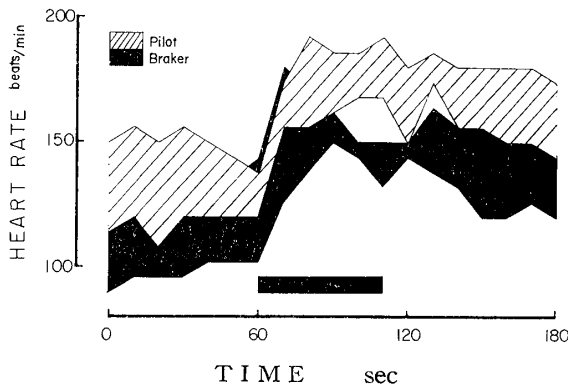


Fig. 4. Heart rate response before, during and after bobsleigh race in 4 pilots and 3 brakemen.

からも明らかなように，パイロットは滑走中および前後を通してブレーカーよりも高い心拍数を示した。ブレーカーは滑走直後一過性に心拍数が上昇し180回/分を示したが，滑走時間の経過とともに心拍数は減少した。このブレーカーにみられた滑走中の心拍変動は，これまで計測した海外のボブスレーコースでは考えられない変動パターンであった。

Fig.5 は被験者7名の安静時心拍数を0%，自転車エルゴメーター exhaustion テストでの最高心拍数を100%として，滑走前，滑走中の心拍数を相対値（%）で示したものである。滑走前，滑走中の相対値は，いずれもパイロットがブレーカーよりも高い値を示した。なかでもパイロット K.T. の相対値は，滑走前が66%，滑走中が94%と極めて高い値を示した。

次に手稲山ボブスレーコースの滑走前，滑走中の相対値を海外のボブスレーコース（Sarajevo, Cervinia, Igls）と比較して Fig.6 に示した。この図は，手稲山で採血したパイロット4名，ブレーカー3名の相対値の平均を黒色

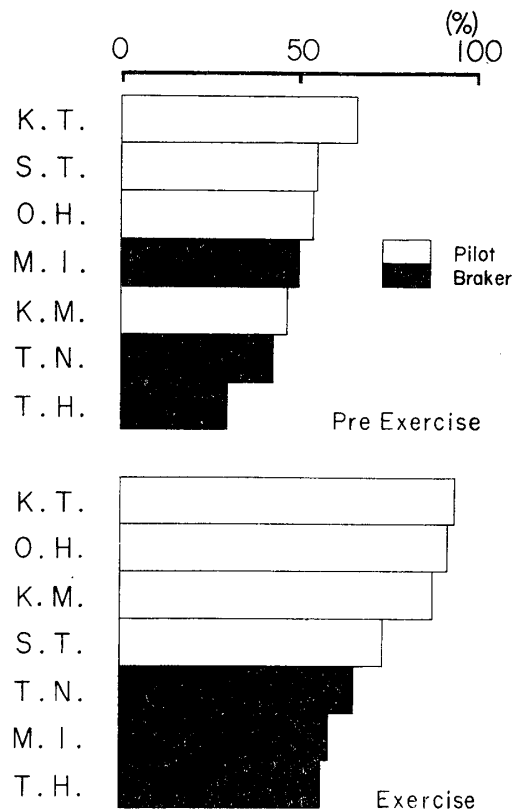


Fig. 5. % HR of pre exercise and during exercise.

で，Sarajevo などの海外で滑走したパイロット3名，ブレーカー2名の相対値の平均を白色で示したものである。パイロットの滑走前は国内 $56 \pm 8\%$ ，海外 $48 \pm 9\%$ ，滑走中は国内 $87 \pm 9\%$ ，海外 $82 \pm 8\%$ であった。パイロットは滑走前，滑走中において有意な差は認められないものの，国内滑走は海外滑走よりも高い値を示した。しかしブレーカーの滑走前は国内 $41 \pm 10\%$ ，海外 $47 \pm 7\%$ ，滑走中は国内 $61 \pm 4\%$ ，海外 $83 \pm 6\%$ であり，パイロットとは反対に国内滑走は海外滑走よりも低い値を示した。滑走中において，国内滑走は海外滑走よりも1%水準で有意に低い値を示した。

ブレーカーの極めて低い滑走中の心拍数は，手稲山ボブスレーコースにその原因があると思われる。その理由として，本来1500m滑走してタイムを競うよう設計されたものであるが，コースが老朽化した現在では800mで滑走している。したがって，ソリに初速を与えるスプリ

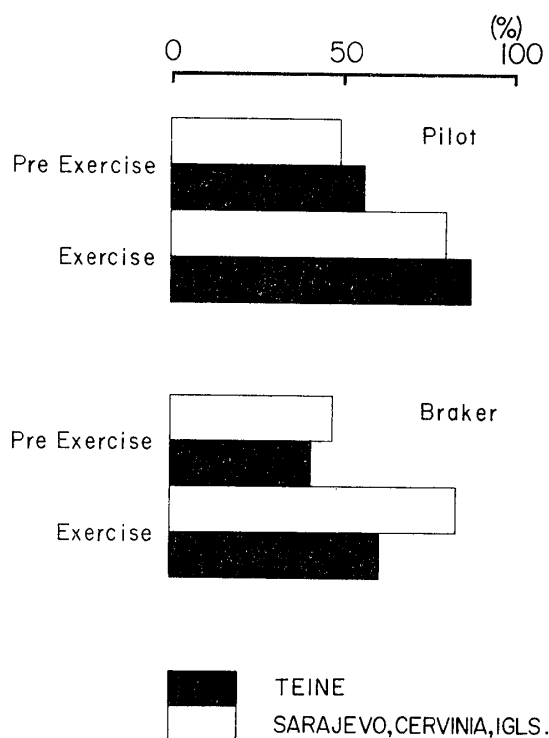


Fig. 6. Comparison of % HR between domestic races and foreign races.

ント局面は変わらないものの、ソリに飛び乗ってから各コーナーごとに生ずる重力加速度  $G$ , さらに最高スピード等は極めて軽減されている。このことから手稲山ボブスレーコースにおいてブレーカーに生ずる生理的負担は、札幌オリンピック当時や海外のボブスレーコースよりも著しく低下していることが明らかとなった。またパイロットの心拍変動は、800mの国内滑走と1200~1500mの海外滑走で同様な値を示したことから、心理的ストレスが極めて強く関与していることが示唆された。さらに、手稲山ボブスレーコースにおけるパイロットの心理的ストレスは、ブレーカーよりも極めて大きいことが明らかとなった。

## 2. カテコールアミン

健康人の血漿 CA の正常値は、Ad が  $0.032 \pm 0.008 \text{ ng/ml}$ , NA が  $0.185 \pm 0.029 \text{ ng/ml}$  (液体クロマトグラフィーによる値) である。Ad の分泌量を正常値と比較するとパイロットは、朝夕が正常値の範囲内にあるものの滑走前が正常

値の2倍、滑走後が正常値の5倍と極めて高い値を示した。しかしブレーカーは、早朝が正常値の2倍を示したものの滑走前、滑走後と徐々に低下し、夕方には正常値の範囲内に戻った。また滑走後において、パイロットはブレーカーよりも1%水準で有意に高い値を示した。このように Ad の分泌動態をみると、パイロットは滑走が近づくにつれ分泌量が増加する傾向を示した。しかしブレーカーは、パイロットにみられたような傾向を示さなかった。

NA の分泌量は、パイロット・ブレーカーともに朝夕および滑走前後を通して正常値よりも高い値を示し、さらに滑走中に増加する傾向を認めた。

従来、運動と CA 分泌に関する報告は数多くみられる<sup>9)10)11)12)15)</sup>。なかでも運動強度と CA 分泌との関連から、Howley, E. T., et al.<sup>9)</sup> は作業強度にともなって CA の分泌量が増加することを明らかにした。また Häggendal, J., et al.<sup>6)7)</sup> によると、NA は  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  の75%まではゆっくり上昇し、それ以上の強度では指数関数的に増加すると報告している。さらに Hartley, L. H.<sup>4)5)</sup> は、血中 NA は運動強度にともなって増加し、Ad は exhaustion 時においてのみ増加することを明らかにした。

ボブスレー選手の滑走中における CA の分泌量をみると、パイロットはブレーカーよりも Ad の分泌量が多く、NA の増加量はブレーカーと同じ傾向を示した。Häggendal, J.<sup>7)</sup> は運動中の NA 上昇の理由として①運動による交感神経系の impulse flow の増加、②循環 NA の不活性の減少、③神経 impulse による神経ターミナルからの NA 遊離の増加によるものと仮定している。さらに運動中の Ad 上昇の理由として、① Ad の増加は心理的ストレスによってもたらされる、すなわち心配あるいは不安などの精神的ストレスが Ad の分泌量を増加させると思われる、②急激な身体作業に伴う代謝上昇のために、基質を供給するという点において関係すると報告している。したがって、ボブスレー選手の NA および Ad の分泌動態から考

えると, Häggendal, J.<sup>7)</sup>が指適しているようにパイロットはブレーカーよりも滑走中において心理的ストレスが大きく生じていたことが明らかとなった。さらにパイロットは滑走が近づくにつれ心理的ストレスが増大する傾向にあることが示された。また, 交感神経節後線維末端から放出されるNAは, パイロット・ブレーカーともに朝夕および滑走前後を通して正常値より高い値を示したことから, 交感神経の活動水準が早朝より亢進していることが示唆された。

### 3. 白血球

白血球数の変動をみるとパイロットは夕方に, ブレーカーは滑走直後に最も高い値を示した。しかし, 滑走前後および朝夕の計4回の白血球数は, パイロット・ブレーカーともに有意な差を認めないものの, 終始パイロットが高い値を示した。また血液像の好酸球の変動をみると, パイロットは滑走前よりも滑走後に減少し, ブレーカーは滑走前よりも滑走後に高い値を示した。

Miale, J. B.<sup>14)</sup>は, 感情の激動によって白血球数が増加することを明らかにしたが, 本研究の白血球数の変動からは, パイロットの心理的ストレスが終始白血球数をブレーカーより高い値に上昇させたのか, またAd分泌量の増加が滑走後において, パイロットの好酸球の減少をもたらしたのかは明らかにできなかった。

本研究において, ボブスレー競技滑走中およびその前後さらには起床時から競技終了時までの心拍数, CA, 白血球数の経過をみると, ボブスレー選手とりわけパイロットの持つ生理的および心理的特性, さらには手稲山ボブスレ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

1986年度ボブスレー競技 National team 5名について, 手稲山ボブスレーコースで7回開催された競技会中の心拍数を連続記録した。さらにIWATA CUPで National team 3名を含む7名について朝夕および滑走前後の計4回の採血を行ない, CA, 白血球数を測定した。

これらの結果から, 選手にかかる生理的および心理的負担について検討し, 以下の結論を得た。

1) パイロット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の水準に左右される傾向が強く, パイロットの anticipatory heart rateは, 約125~140回/分の水準で滑走に入ることが望ましいと考えられる。

2) Adの分泌動態から, パイロットは滑走が近づくにつれ心理的ストレスが増大し, 滑走前に正常値の5倍と極めて高い値を示した。またNAの分泌動態から, パイロット・ブレーカーともに試合が近づくにつれて交感神経の活動水準が亢進していることが示唆された。

3) 手稲山ボブスレーコースにおいて, パイロットの心理的ストレスはブレーカーよりも極めて大きかったが, 逆にブレーカーに生ずる生理的負担は札幌オリンピック当時や海外のボブスレーコースよりも著しく低下していることが心拍数より明らかとなった。

稿を終えるにあたり, 測定に御協力を賜った札幌医科大学岡野五郎講師, さらに競技会中にもかかわらず採血に御協力いただいた選手の諸氏に深く感謝の意を表す。また本研究の要旨は第41回日本体力医学会総会<sup>20)</sup>において発表した。

本研究は昭和61年度文部省科学研究補助金(奨励研究A, 鈴木省三, 課題番号61780161)による研究報告の一部である。

## 引用・参考文献

- 1) Ekblom, B. and L. Hermansen : Cardiac output in athletes. *J. Appl. Physiol.*, 25, 619-625, 1968.
- 2) 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.
- 3) Galbo, H., J. J. Holst, N. J. Christensen and J. Hilsted : Glucagon and plasma catecholamines during beta receptor blockade in exercising man. *J. Appl. Physiol.*, 40, 855-856, 1976.



- 4) Hartley, L. H., J. W. Mason, R. P. Hogan, L. G. Jones, T. A. Kotchen, E. H. Mougey, F. E. Wherry, L. L. Pennington and P. T. Ricketts : Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training. *J. Appl. Physiol.* **33**, 602-606, 1972.
- 5) Hartley, L. H., J. W. Mason, R. P. Hogan, L. G. Jones, T. A. Kotchen, E. H. Mougey, F. E. Wherry, L. L. Pennington and P. T. Ricketts : Multiple hormonal responses to prolonged exercise in relation to physical training. *J. Appl. Physiol.* **33**, 607-610, 1972.
- 6) Häggendal, J., L. H. Hartley and B. Saltin : Arterial noradrenaline concentration during exercise in relation to the relative work levels. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **26**, 337-342, 1970.
- 7) Häggendal, J. : Role of circulating noradrenaline and adrenaline. In Pernow, B. and B. Saltin ed. *Muscle Metabolism during Exercise*, 1st ed., 119-125, Plenum, New York, 1971. (村岡功 : 運動とカテコールアミン. *体育の科学*, **29**, 11, 831-836, 1978. より引用)
- 8) Howley, E. T., J. S. Skinner, J. Mendez and E. R. Buskirk : Effect of different intensities of exercise on catecholamine excretion. *Med. Sci. Sports*, **2**, 193-196, 1970.
- 9) Kotchen, T. A., L. H. Hartley, T. W. Rice, E. H. Mougey, L. G. Jones and J. W. Manson : Renine, norepinephrine, and epinephrine responses to graded exercise. *J. Appl. Physiol.* **31**, 178-184, 1971.
- 10) Lehmann, M., J. Keul, G. Huber, and M. Da Prada. : Plasma catecholamines in trained and untrained volunteers during graduated exercise. *J. Sports. Med.* **2**, 143-147, 1981.
- 11) Lehmann, M. and J. Keul. : Free plasma catecholamines, heart rate, lactate levels and oxygen uptake in competition weight lifters, cyclists and untrained control subjects. *J. Sports. Med.* **7**, 18-21, 1986.
- 12) Maron, M. B., S. M. Horvath and J. E. Wilkerson : Acute blood biochemical alterations in response to marathon running. *Europ. J. Appl. Physiol.* **34**, 173-181, 1975.
- 13) McArdle, W. D., G. F. Foglia and A. V. Patti : Telemetered cardiac response to selected running events. *J. Appl. Physiol.* **23**, 566-570, 1967.
- 14) Miale, J. B. : *Laboratory Medicine Hematology*. 6th ed., 659-671, Mosby, St. Louis, 1982. (塚田理康 : 白血球数. *臨床医*, **9**, 320, 1983. より引用)
- 15) 岡田 晃 : ボブスレー競技における選手の尿中カテコールアミン, 17-OHCS 排泄量について, 札幌オリンピックスポーツ科学研究報告, 364-368, 1970.
- 16) 佐藤 佑, 谷口庄太郎, 佐藤力夫, 鈴木省三, 加藤英俊, 北村 仁, 鈴木俊明, 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.
- 17) 佐藤 佑, 鈴木省三 : ボブスレー競技パイロットの滑走本数と心拍数. 日本体育学会第37回大会号, 573, 1986.
- 18) 鈴木省三, 佐藤 佑, 川上吉昭 : ボブスレー競技滑走中の心拍数の変動 (第1報). 日本体育学会第34回大会号, 320, 1983.
- 19) 鈴木省三, 岡村輝一, 佐藤 佑 : ボブスレー競技滑走中の心拍数の変動 (第2報). 日本体育学会第36回大会号, 290, 1985.
- 20) 鈴木省三, 佐藤 佑, 岡野五郎 : ボブスレー競技滑走中の生理的および心理的負荷. *体力科学*, **35**, 6, 525, 1986.

Heart rate, plasma catecholamines and white blood cell  
responses during bobsleigh race

Shozo SUZUKI and Tasuku SATO

The heart rate of 5 bobsleigh players were measured during 7 races of Teine bob course.

Heart rate, plasma catecholamines and white blood cell of 7 bobsleigh players were determined morning, pre-, post-exercise and evening.

The results were summarised as follows:

1) The fine technique and high degree of muscle coordination of pilots were influenced by the anticipatory heart rate. The best anticipatory heart rate of pilots would like to be from 125 beats/min to 140 beats/min.

2) Plasma adrenaline increase of 5 times as much as the normal value was found in the pilot group after bobsleigh race. Seven bobsleigh players increased plasma noradrenaline just before the competition.

3) In Teine course, the mental stress of pilots was higher than the brakemen and the physiological stress of brakemen was lower than the foreign bob courses and Sapporo Olympic Winter Games.