

平成 16 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

修士論文

オリンピックディスタンス・トライアスリートの身体組成

スポーツ科学領域

岡田祐紀

論文指導教員

吉儀 宏 教授

合格年月日

平成 17 年 3 月 3 日

論文審査委員

主査

吉儀 宏

副査

青山 芳之

副査

河合 洋祐

目次

	頁
第1章 緒言	1
第2章 関連文献の考証	4
第1節 体脂肪測定法	4
(1) 水中体重秤量(underwater weighing:UWW)法	4
(2) 空気置換(air displacement plethysmography:ADP)法	6
(3) 体脂肪率算出式	7
第2節 スポーツと体脂肪	7
(1) 陸上競技	7
(2) 自転車競技	9
(3) 水泳	10
第4節 トライアスロンの競技特性	13
(1) 歴史	13
(2) 主な競技ルール	13
a) ウェットスーツ	13
b) ドラフティング	16
第3章 目的	19
第4章 方法	20
第1節 被験者	20
第2節 測定項目	20
(1) 体脂肪率	20
(2) 形態計測	21
第3節 測定期間および場所	22
第4節 統計処理	23
第5章 結果	24
第1節 各計測値とレースパフォーマンス	24
(1) 潮来大会	24
(2) 関東予選会	24
(3) 学生選手権	25
(4) 幕張大会	26
(5) 日本選手権	26
第2節 ウェットスーツの影響	27

第3節 ドラフティングの影響	28
第4節 大学生選手とエリート選手の比較	29
第6章 考察	31
第1節 大学生選手	31
(1) 男子選手	31
(2) 女子選手	34
第2節 エリート選手	34
(1) 男子選手	34
(2) 女子選手	36
第3節 大学生選手とエリート選手の比較	38
(1) 男子選手	38
(2) 女子選手	39
第7章 結論	41
第8章 要約	42
文献	44
欧文要約	51
表 1～15, 図 1～11, 付表 1	

第1章 緒言

スポーツの競技力と体脂肪率との間には有意な関係があり、高いパフォーマンスを発揮しているスポーツ選手は一般的に低い体脂肪率を特徴としている^{17) 70)}。Wilmoreら⁷⁴⁾によれば、競技者の体脂肪率は男性で5~13%、女性で12~22%が望ましいとされ、Lohman³⁴⁾によれば、男性で4~10%、女性で13~18%が各種スポーツのパフォーマンス発揮に最適とされている。しかし、スポーツ選手といっても種目によってかなり幅が広く、異なった報告がされている。

陸上競技の長距離選手の体脂肪率を測定したデータは数多く報告されており^{15) 72) 73)}、彼らは他の競技種目の選手と比べてさらに低い体脂肪率を示す傾向が強い。江橋ら¹⁵⁾は、一流マラソン選手の体脂肪率を測定した結果、マラソン記録の優れた選手ほど体脂肪率は低値を示す傾向にあると述べている。

また、自転車選手においても、アメリカと香港のナショナルクラスのサイクリストの体脂肪率の平均値は、それぞれ $7.6 \pm 0.2\%$ 、 $5.1 \pm 1.9\%$ という低い値が報告されており^{22) 37)}、陸上長距離選手と同様に、余分な脂肪は減らした方が有利であることがうかがえる。

しかしながら、水泳においては自分の身体を浮かせ、かつ推進させることが必要となるため、身体を浮かせるために必要なエネルギーは水中体重の大きさに関係していることが指摘されており、水泳においては低い体脂肪率がパフォーマンスにマイナスの影響を与える可能性がある。

池上ら²⁷⁾は水中体重が $2.97 \pm 0.21\text{kg}$ の男子3名と $1.98 \pm 0.19\text{kg}$ の女子3名を用いて、

身体を浮かすために必要な $\dot{V}O_2$ と推進のために必要な $\dot{V}O_2$ を測定した結果、身体を浮かすために必要な $\dot{V}O_2$ は男子の方が有意に大であったと報告している。また、全酸素摂取量に対する身体を浮かすための $\dot{V}O_2$ の割合は、泳速の小さいときほど大きく、短距離よりも長距離において体脂肪の多寡の影響がより顕著に現れると述べている。藤原ら¹⁸⁾は体脂肪率の低い者は水に浮きにくい身体特性であるため、遠泳時の推進力および体温保持にエネルギーを必要とするだけでなく、浮力を補うためのエネルギー消費も必要になり、エネルギー消耗型の疲労状態に陥りやすいと述べている。

このように、陸上長距離走と自転車競技においては体脂肪率が低いことが有利な条件であるのに対し、水泳においては逆に不利な条件となりうることが指摘されている。

1974年にアメリカ西海岸、カリフォルニア州サンディエゴで生まれたトライアスロンは、水泳、自転車、ランニング（それぞれスイム、バイク、ランと呼ぶ）の3種目を連続して行い、そのトータルのタイムを争う競技であるが、スイムにおいては体脂肪率が低いことが不利な条件であるのに対して、バイクとランにおいては有利な条件となるため、レースに臨むにあたって体脂肪率をどのレベルに保つかが問題となってくる。

特に、バイクパートにおいてドラフティングが認められているレースにおいては、スイムを近くで終えた選手同士でバイクの集団が形成されるため、スイムでのわずかな出遅れがバイクパートでの大きな差につながってしまう可能性がある。また、集団でバイクパートを終えることにより、ランでのわずかな差によって大きく順位が変わってきってしまう可能性がある。そのため、ドラフティングが認められているレースにおいては特に慎重な調整が必要となってくる。

トライアスロンは競技自体の歴史が浅いため、競技者の身体適性やエリートアスリートの身体組成に関する研究例も多くはない。オリンピックディスタンスで活躍するエリートトライアスリートの体脂肪率を測定したデータはいくつか報告されているものの^{5) 6) 45) 54)}、ほとんどが測定が簡便なキャリパー法によって測定されたものであり、数値の妥当性に疑問が残る。また、測定時期についてもばらつきがあり、レース直前の選手を対象に測定を行い、レースのパフォーマンスとの関連性を調べたものは見あたらない。

第2章 関連文献の考証

本章では、体脂肪の測定法、スポーツ選手の体脂肪、トライアスロンの競技特性について、関連文献の考証を進める。

第1節 体脂肪測定法

身体の構成要素を測定するに当たって、生きている人間の脂肪量や筋肉量を直接的に測定するのは不可能であるため、身体の構成要素を生きたままの状態では測定するには間接的な方法をとらざるを得ない。身体組成を間接的に測定する方法としては、水中体重秤量(underwater weighing:UWW)法、空気置換(air displacement plethysmography:ADP)法、二重エネルギーX線吸収(dual-energy X-ray absorptiometry:DEXA)法、生体電気抵抗(bioelectrical impedance:BI)法、皮下脂肪厚(skinfold thickness:ST)法、超音波法などがある。ここでは、身体の密度を測定することによって脂肪の割合を推定する密度法で、体脂肪率測定における妥当基準とされている^{13) 39)}水中体重秤量法と、同じく密度法である空気置換法について述べる。

(1) 水中体重秤量(underwater weighing:UWW)法

これまでの研究で、脂肪と脂肪以外の組織(除脂肪組織)の密度は、それぞれ0.9007g/ml、1.100g/mlであることが明らかにされており³⁾、身体全体の密度から両者の割合を計算する推定式が開発されている。身体密度は体重を身体の体積で除した商であるが、人間の身体の体積を測定するのは容易なことではない。水中体重秤量法は、体脂肪率測定法の妥当基

準とされ^{13) 39)}、その方法は、物体が水中において軽くなった分の重さはその物体が押しのかけた水の重さに等しいというアルキメデスの原理に基づいて身体の体積を測定するというものである。すなわち、水の比重を考慮すれば水中に身体を完全に沈めた状態で測定された水中での体重を使って体積を測定することができることになる。

しかし、実際には肺の中の空気の量や腸内のガスの量によって水中での体重が増減するため、みかけの体積しか測定することはできない。水中での体重を測定する時には、通常最大呼気の状態で行われるが、最大に呼出しても肺の中には吐ききれない空気（残気量）が残ることになる。したがって、この残気量を測定し、みかけの体積から差し引いて真の体積を算出する必要がある。腸内のガスは実測することが難しいため、便宜上妥当な一定値を用いて補正を行う。これらの値を用い、

$$\text{身体密度} = \frac{\text{空気中の体重}}{\{ (\text{空気中の体重} - \text{水中の体重}) / \text{水の密度} \} - (\text{残気量} + \text{腸内ガス})}$$

という式で身体密度を求めることができるが、その際に大きな意味を持つのが残気量の測定方法である。

残気量は、通常、窒素、酸素、ヘリウムのような不活性のトレーサー・ガスや指示薬ガスの希釈と結果としての平衡状態がある閉回路法か、または窒素が酸素呼吸の特定期間で肺の「洗い出し」をする開回路法かを用いて測定される⁵³⁾。しかし、水中での体重測定時と空気中での残気量測定時において最大呼出の条件を一致させることは、胸腔に対する水圧の影響²⁰⁾や、水に対する恐怖心の影響などから難しいとされている。また、最大呼気の

状態で一定期間水中に身体を沈ませるといった動作が要求されるため、被験者の測定への慣れが必要とされ、測定に時間がかかることや、障害者、幼児、高齢者、患者の測定は困難であることなどが問題であるとされている³²⁾。

(2) 空気置換(air displacement plethysmography:ADP)法

近年、空気中の圧力変化を利用して体積を測定する ADP 法が開発されている^{12) 43)}。ADP 法は、「一定温度下における一定量の気体の体積はその圧力に反比例する」というボイルの法則に基づいており、主室と副室の 2 つのチャンバ内での圧力比を測定することによって身体の体積を求める方法である。被測定者はほぼ自然な呼吸状態のまま測定に臨むことが可能となり、測定が短時間で終了することから、ADP 法は UWW 法において測定が困難とされている障害者、幼児、高齢者、患者にまで対象の幅を広げられる方法として期待されている⁶⁸⁾。ADP 法で使用されている胸郭内気量(thoracic gas volume : TGV)測定法は、体プレチスモグラフィ¹⁹⁾と同じ原理であり、横隔膜より上にある肺や胸郭内における全ての気量を測定することができる。

ADP 法の妥当性は、先行研究において UWW 法を妥当基準として比較・検討されている^{2) 12) 48)}。これらの研究結果は、妥当基準とした UWW 法と平均値間に有意な差を認めず、Pearson の積率相関係数(r)で 0.93~0.96 を示していることから ADP 法は UWW 法と同程度の精度をもつ測定法であることが示唆されている。

(3) 体脂肪率算出式

UWW 法や ADP 法で得られた身体密度から体脂肪率を計算する式として、Siri(1961)⁵⁶⁾の式、体脂肪率 $= (4.95 / \text{身体密度} - 4.50) \times 100$ と、Brozek et al,(1963)³⁾の式、体脂肪率 $= (4.570 / \text{身体密度} - 4.142) \times 100$ の両式が最も簡単で最も普及している。1.09g/ml から 1.03g/ml という単位密度の範囲内では、二つの式は強く相関し($r=0.999, \text{SEE}=0.3\text{kg}$)⁷¹⁾、脂肪に関してはほとんど同一の推定値 (0.5%脂肪から 1%脂肪) を示す。しかし、30%脂肪以上の被験者では Siri の式は Brozek の式より高い値を示す³⁵⁾。このように、Brozek の式が適している高度な痩せや肥満を除けば、二つの式は類似した結果を示す。

第2節 スポーツと体脂肪

(1) 陸上競技

スポーツの中でも特に自分の体重を移動させる走運動においては運動に参加しない過剰な体脂肪はマイナスであり、減らすべきだという意見が多くみられる^{11) 62)}。Wilmore ら⁷³⁾ 74) や、豊岡ら⁶³⁾ が一流の女子長距離ランナーの体脂肪率を測定した結果、それぞれの平均値が $15.2 \pm 8.1\%$ 、 $16.8 \pm 5.5\%$ 、 $11.4 \pm 4.18\%$ となっており、他のアスリートと比較しても低い値となっている。

男子についても同様に、低い体脂肪率を示すという報告が見られる。Pollock らは、8名のマラソンランナーと 12 名の中長距離ランナー、計 20 名のエリートランナーの体脂肪率の平均は $5.6 \pm 2.9\%$ であったと報告している⁶⁶⁾。また、松尾らは 5000m の記録の平均が 14 分 10 秒の社会人の一流長距離選手 14 名の体脂肪率を測定し、 $8.6 \pm 3.2\%$ という平均値

を得ている⁴⁾。

体脂肪率とランニングのパフォーマンスとの関連について、石田ら²⁸⁾は大学女子長距離選手 11 名と一般女子学生 11 名の身体組成、皮下脂肪厚および体肢組成を比較したところ、大学女子長距離選手は一般女子学生より有意に少ない体脂肪率および体脂肪量を示すとともに、競技成績が優れているランナーほど体脂肪率は低くなる傾向が見られたと報告している。

また、鈴木ら⁵⁷⁾は大学トップレベルの女子長距離選手 6 名の被験者に対し、13 ヶ月にわたり総走行距離の調査および体重と体脂肪率の測定を実施した結果、被験者の 5000m のベストタイムは、ほとんどの被験者において体重および体脂肪率が各自の最低値もしくはそれに近い条件下において記録されており、競技成績の改善にはウェイト・コントロールが必要であると述べている。

男子選手についても同様の報告が見られる。平田²⁵⁾はジュニアの男子長距離選手 46 名について、5000m の記録が 14 分台の選手 18 名を I 群、15 分台の選手 28 名を II 群として、身体組成と全身持久力を測定した結果、I 群の選手の下肢の体脂肪率は II 群の選手に比べて有意に少ない値を示したと報告している。

Costill ら¹⁰⁾は、マラソンで消費するエネルギー量について、男子選手で約 2400 から 2450 kcal であったことを報告している。女子の場合、男子より体重が少ないため、この値は若干低くなると考えられるが、仮に脂肪のみで 2400kcal をカバーしようとするれば 270g ほどで賄えることになる。実際には糖質も利用され、しかも走行スピードが上がるにつれて糖質の利用される割合が高まるので、脂肪の必要量はさらに少なくて済むことになる。陸上

競技の長距離種目は、一定距離に要する時間の短さを競う競技であり、エネルギー源として利用する脂肪量は微々たるもので済むことを考えると、脂肪の果たす積極的な意味はなくなってくる。

Cureton と Sparling¹¹⁾は、男女の長距離選手を対象に、体脂肪率がどの程度両性の運動に対する反応に影響を及ぼすかについての実験を行っている。男子選手の身体におもりを装着し、%（おもり+fat）が女子選手の体脂肪率と等しくなるように処置した結果、処置前にみられた差が約 30%解消したと報告している。この実験では腰と肩におもりを固定する方法をとっているが、運動には体幹部より腕や脚がよく関与するので、周縁部に装着した場合、大きな回転運動エネルギーが作用し、よりエネルギーを消費すると考えられる。女子の体脂肪は男子と比べて体幹よりは四肢に多く付着する傾向があり、しかもそれが kg 単位に近いオーダーであるため²⁹⁾、体脂肪量を除外すると男女間の差はさらに縮まるものと予想される。

（2）自転車競技

一般的にほとんどのスポーツにおいて体脂肪は少ないほうが望ましいとされているが、自転車競技においても同様の見解がみられる。世界レベルで活躍する男子ロードサイクリストの体脂肪率はいくつか報告されており^{4) 16) 22) 37) 38)}、それぞれ $8.8 \pm 2.0\%$ 、 $8.08 \pm 1.4\%$ 、 $7.6 \pm 0.2\%$ 、 $5.1 \pm 1.9\%$ 、 $8.3 \pm 0.2\%$ 、といずれも 10%以下の低い値となっている。

女子のロードサイクリストについても同様に、 $15.4 \pm 4.7\%$ 、 $15.7 \pm 2.0\%$ 、 $11.9 \pm 1.8\%$ といずれも低い値が報告されている^{4) 52) 69)}。

Gregor²¹⁾は、エネルギーや力の発生源として機能しない不活性の組織である脂肪が増えることによって、3つの要因からパフォーマンス低下につながることを指摘している。1つ目は加速時のエネルギーコストの増大、2つ目はタイヤの転がり抵抗の増大、3つ目は正面から風を受ける面積が増すことによる空気抵抗の増大である。

実際にパフォーマンスとの関連を調べたものとして、Oldsら⁴⁹⁾は、体脂肪量が2kg増加すると、4000m個人追い抜きのパフォーマンスタイムが1.5秒遅くなることを報告している。また、Kyle³³⁾は、不活性な脂肪組織が3.5%増えると自転車のタイムは1000m毎に0.15秒ずつ遅くなることを報告している。

(3) 水泳

空気中で行われるランニングや自転車とは異なり、水泳は水中で行われるため、体脂肪が少ないほど有利というわけではなくなってくる。脂肪組織の比重は0.90g/mlであり、水より軽いため水に浮き、除脂肪組織の比重は1.10g/mlであり、水より重いため水に沈むことが明らかになっている。

水泳においては自分の身体を浮かせ、かつ推進させることが必要となるため、低い体脂肪率がパフォーマンスにマイナスの影響を与える可能性がある。実際に水泳選手の体脂肪率を測定したデータはいくつも報告されており^{30) 44) 50) 55) 58) 59) 67)}、男子では9.5~14.1%、女子では14.5~25.0%と、一般成人よりはやや低いものの、陸上長距離選手やロードサイクリストと比べるとやや高い数値となっている。また、1982年7月31日に、日本人として初めてドーバー海峡の単独横断水泳に成功した大貫映子選手の1982年6月23日時点で

の体脂肪率は 27.5%であり⁴⁶⁾、ドーバー海峡やマゼラン海峡などの世界の名だたる海峡の横断に成功しているアメリカのリネ・コックスの体脂肪率は 35.4%³¹⁾であったという報告も見られ、競泳選手よりも遙かに長く、冷たい海を泳ぐ海峡横断泳者は一般成人よりも高い体脂肪率を必要とすることがうかがえる。

池上ら²⁷⁾は、水中体重が $2.97 \pm 0.21 \text{kg}$ の男子 3 名と $1.98 \pm 0.19 \text{kg}$ の女子 3 名を用いて、身体を浮かすために必要な \dot{V}_{O_2} と推進のために必要な \dot{V}_{O_2} を測定した結果、身体を浮かすために必要な \dot{V}_{O_2} は泳速とは無関係であり、その平均値は男子の方($352 \pm 140 \text{ml/min}$)が女子のそれ($186 \pm 83 \text{ml/min}$)より有意に大であったと報告している。この差は水中体重に大きく依存していて、単位水中体重当たりに換算すると男女の差は接近した(男子： $117 \pm 46 \text{ml/min}$ 、女子： $91 \pm 36 \text{ml/min}$)。また、全酸素摂取量に対する身体を浮かすための \dot{V}_{O_2} の割合は、泳速の低いときほど大きく、短距離よりも長距離において体脂肪の多寡の影響がより顕著に現れると述べている。藤原ら¹⁸⁾は、体脂肪率の低い者は水に浮きにくい身体特性であるため、遠泳時の推進力および体温保持にエネルギーを必要とするだけでなく、浮力を補うためのエネルギー消費も必要になり、エネルギー消耗型の疲労状態に陥りやすいと述べている。

脂肪組織は浮力の面とは別に体温保持という面でも重要な役割を果たす。水泳中は、体温が低下し、身体の表面から水へ体内のエネルギーが失われる。これは、空気中でのエネルギー損失の約 200 倍とされており、水温が低ければ低いほどこの損失が大きくなる。従って、低水温の海や川で泳ぐ場合、水温の高いプール内と同じ速度で泳いでも相対的な運動強度は高くなってしまふ⁴⁶⁾。日本水泳連盟は、水泳に適した水温は 30°C 前後が好ましく、

最低でも 26–27°C くらいあるとよい⁴⁷⁾としているが、水温の管理された競泳用プールとは異なり、川や海などの自然条件を相手に競技を行うトライアスロンにおいては、低い水温条件の中で泳ぐことが少なくない。低体温症防止のためのウェットスーツも、エリートレースでは水温が 20°C 以上の場合には着用禁止となっているため、体温を保持するためのエネルギー消費量の面から考えても体脂肪率が高い方が有利であると考えられる。

藤原ら¹⁸⁾は、大学生 43 人を対象に、室内温水プール（室温 27°C、湿度 84–92%、水温 31°C）で 400m 平泳ぎをさせ、その前後の手掌温度を測定したところ、400m 平泳ぎ後の手掌温度は平均で 3.2°C 低下し、インピーダンス法で測定した体脂肪率との間に有意な相関関係が観察されたことを報告している。さらに、体脂肪率が 15% 以下と 28% 以上の学生とでは、その低下抑制率に 49% の差が生じており、水に対する体温消失の違いに体脂肪が影響することは明らかであると考えられると述べている。

また、脂肪組織は抵抗の面から有利だとする意見も見られる。小野⁵⁰⁾は、水泳選手として大成するための適性の一つとして、皮下脂肪組織の適度な発達があるとし、その理由として、イルカの皮膚の独特の柔構造が造波抵抗を最小にしていることが泳ぐ速さにきわめて有利に作用していることを挙げ、人体の場合も、うすい皮膚が力強く収縮しているときの筋肉を覆っているだけの状態よりは、皮下脂肪が適度に発達しているほうが水泳速度を低下させるおそれのある造波抵抗を減少する可能性があるとして述べている。

第4節 トライアスロンの競技特性

(1) 歴史

トライアスロンとは、1974年にアメリカ西海岸、カリフォルニア州サンディエゴで生まれた、水泳・自転車・ランニング（それぞれスイム・バイク・ランとよぶ）の3種目をトランジッションで継いで連続して行う競技であり、今日では世界5大陸100カ国を超える国・地域の人々に親しまれている。

I T U (International Triathlon Union) は、トライアスロンの選手権競技距離を、スプリント(スイム 0.75km, バイク 20km, ラン 5km)、トライアスロン/オリンピック(スイム 1.5km, バイク 40km, ラン 10km)、ロング(スイム 2-4km, バイク 50-180km, ラン 15-42km)と区分しており、世界中で様々な距離のレースが行われている。その中でも、スイム 1.5km、バイク 40km、ラン 10km のトータル 51.5km で争われるオリンピックディスタンスは、世界選手権をはじめとして世界の大会の 85%以上を占めており、シドニーオリンピックから正式種目に採用されている。

(2) 主な競技ルール

トライアスロンは同じ距離であっても大会によってコース設定や気象条件が異なり、また、エリート選手と一般選手では競技ルールも異なるため、大会によって戦術が大きく変わってくる。戦術に大きな影響を及ぼす事柄として代表的な2つのものについて考証を行う。

a) ウェットスーツ：ウェットスーツの着用に関して、エリートのレベルでは厳密に規定

されている。ITU の競技規則によると、オリンピックディスタンスのレースにおいては水温が 14℃以下の場合には着用が義務付けられ、20℃以上の場合には着用が禁止となる。JTU (Japan Triathlon Union) の競技規則では、水温 18℃以下で着用義務、20℃以上で着用禁止とされており、若干の差はあるものの、水温 20℃以上で着用禁止となる点は共通している。また、厚さは 5mm 以下と定められている。このルールはウェットスーツによってもたらされる浮力のアドバンテージ⁸⁾⁹⁾を制限する目的で定められている。

冷たい水に入る場合にウェットスーツを着用することは、低体温症の発生を防ぐ為に有効な手段であるが、ウェットスーツを着用すると身体の中心部の体温が上昇してしまい、パフォーマンスに影響することが示唆されている⁷⁵⁾。しかし、Lowdon ら³⁶⁾や Trappe ら⁶⁵⁾によって水温が 17 から 29.5℃の範囲内ではウェットスーツ着用による不利益はないことが確認されている。

ウェットスーツ着用による最も重要な効果は、浮力の増加に伴う泳速の増加である⁷⁾。Chatard ら⁸⁾は、8名のスイマーと 8名のトライアスリートを用いて、ウェットスーツを着用した状態と非着用状態で 400m のパフォーマンスを比較した結果、スイマーにおいては統計的な差は無かった(4'12"5±8 vs 4'13"9±4)ものの、トライアスリートにおいては 19 秒もの短縮(4'45"8±34 vs 5'04"7±30)が見られたと報告している。また、浮力やスピードが小さく、効率の悪い泳ぎをしている者ほどウェットスーツの影響によるパフォーマンスの向上が大きいと結論付けている。

Cordain ら⁹⁾は、平均年齢 19.9±0.9 歳の女性スイマー 14 名を用いて、ウェットスーツがパフォーマンスに及ぼす影響を調べている。その結果、ウェットスーツ着用状態と非着

用状態において、被験者の身体密度はそれぞれ 1.021 ± 0.007 と 1.048 ± 0.009 であり、ウェットスーツを着用した場合、400mのタイムが 4.96%、1500mのタイムが 3.23%短縮 ($P < 0.05$) したと報告している。ウェットスーツを着用した場合、400m ($r = -0.46$)、1500m ($r = -0.54$) とともに身体密度とスイムのタイムが反比例 ($P < 0.05$) していることから、ウェットスーツは浮力を増加させることによってパフォーマンスを向上させ、脂肪が多い選手よりも少ない選手により大きな利益をもたらすことを示唆している。

Toussaint ら⁶¹⁾は、8名の男性スイマーと4名の女性スイマーを用いて、ウェットスーツ着用と非着用でそれぞれ 1.10m/s、1.25 m/s、1.50 m/s の3種類の泳速で泳がせた結果、ウェットスーツを着用すると、着用しない場合と比べて抵抗が 12 から 16%減少したことを報告している。

ウェットスーツのもう1つの利点として、浮力が増して抵抗が減ることによって、スイムパートでのエネルギー消費量を抑えられるということが挙げられる⁷⁾⁸⁾⁹⁾⁵¹⁾⁶⁴⁾。ウェットスーツを着用することによって、水中でのボディポジションが改善するため、身体が沈むためにスイムの遅い選手にとっては特に有利に働くことが指摘されている⁸⁾⁹⁾。ウェットスーツを着用しない場合、高い技術を持った選手と比較すると、スイムの技術の劣る選手はスイムパートでより多くのエネルギーを消費してしまうことになる。しかし、スイムパートでのエネルギー消費量が少なくなれば、その後のバイクパート、ランパートにエネルギーを残しておくことができるため、ウェットスーツ着用の可否によってレース展開も変わってくる可能性がある。

b) ドラフティング：空気抵抗は、無風条件下では走行スピードの2乗に比例して増加するため、高速で走行するバイクパートにおいては空気抵抗が大きな障害となる。ドラフティングとは、他競技者あるいは車両の直後や周辺を走り、風圧を減らしてアドバンテージを得ることであり、近年ではエリート部門のレースに限り解禁されている。ITU が主催する世界選手権においても 1995 年からドラフティングが解禁となり、ワールドカップシリーズ、ジャパンカップシリーズ、オリンピック等においても同様の形式となっている。また、学生のレースにおいても日本学生選手権は 2003 年度から、日本学生スプリント選手権は 2004 年度から、それぞれ解禁されている。

ドラフティング走行の効果について、Hausswirth ら²³⁾は、8 名の国際レベルの男性トライアスリートを用いて、スプリントディスタンス (swim0.75km,bike20km,run10km) のトライアスロンを、ドラフティング、ノンドラフティングの2パターンで行わせた結果、同一スピードでのバイク走行中の $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、HR、血中乳酸濃度は、単独走行時に比べてドラフティング走行時のほうが有意に低かったと報告している。また、その後のランニングにおいても、ランニングスピード、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、HR、血中乳酸濃度において、ドラフティング走行を行った場合のほうが有意に高かったと報告している。

Hausswirth ら²⁴⁾は、その後さらに、10 名の男性トライアスリートを用いて、2 人で先頭交代をしながら走行した場合と、絶えず他の競技者の後ろに付いて走行した場合を比較したところ、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、HR、血中乳酸濃度は、絶えず後ろに付いて走行した場合のほうが有意に低かったと報告している。また、バイクの後のランニングにおいても、ランニングスピード、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E$ 、HR、血中乳酸濃度において、絶えず後ろに付いて走行した場合のほ

うが有意に高かったと報告している。

また、McCole ら⁴²⁾は、40km/h で走行する場合、単独で走行するのと比べて、1名、2名、4名の後ろに付いて走行した場合の $\dot{V}O_2$ は同程度(27±7%)減少するが、8名のグループの後ろを走行した場合は、1名、2名、4名の場合よりも有意に(39±6%) $\dot{V}O_2$ が減少することを報告している。

これらの研究により、ドラフティングが許可されているレースにおいては、バイクパートにおいてかなりのエネルギーを節約することが可能であることが明らかになっている。Bentley ら⁴³⁾は、少ないエネルギーで速度を維持できるドラフティング許可レースにおいては、単独走と相対的に同じ強度で速いスピードを出すことが可能であると述べている。同時に、バイクの弱い選手でもより良い順位を保つことが出来るため、バイクの弱い選手にとっては戦略的にプラスに働くことを指摘している。

一方、ドラフティング許可レースにおいては、バイクパートでの周回遅れはコースアウトとされ、特別な許可がない限りほとんどの場合その時点で失格となるため、バイク、ランの能力が高い選手であってもスイムの能力が低ければ完走すら出来ないという事態に陥ってしまうこともある。

トライアスロンは本来、他の選手の力を借りずに個人の力でスイム、バイク、ランを遂行するスポーツであり、3種目全てに長けた選手が勝者となるものであったが、ドラフティングの解禁により、バイクがつなぎの種目となりやすく、スイムとランの能力がより大きなウエイトを占めるようになってきている。このため、トライアスロンは同じ3種目で構成されたスポーツでありながら、ドラフティング・ルールの有無によって競技形式が異

なる2タイプのレースに分化しているといえる⁴⁰⁾。

第3章 目的

低い体脂肪率が有利に働くバイク、ランと、不利に働くスイムの3種目のトータルタイムで争い、ウェットスーツ、ドラフティングなど、戦術面に大きな影響を及ぼすルールの違いを含むトライアスロンにおいて、競技者の最適な体脂肪率についての研究は見あたらず、レースに臨む際のコンディショニングについて、判断に迷うところである。特に、大学生レベルでは、エリート選手と比べて技量や練習時間が不足しているため、3種目全てにおいて高いレベルを保持している選手は少なく、体脂肪の面でのコンディショニングが大きく影響することが予想される。

そこで本研究では、オリンピックディスタンスの大学生トライアスリートを対象とし、レースへのピーキングを考える上で、身体をどの程度まで絞り込むのが良いのかということ、スイムパートにおいて浮力をもたらすウェットスーツの着用の可否の影響という観点から検討することを目的とする。また、エリート選手に対しても同様の測定を行い、大学生選手とエリート選手の違いについても検討を加える。

第4章 方法

第1節 被験者

本研究の被験者は、潮来トライアスロン全国大会・兼全日本大学トライアスロン選抜大会に出場した大学生選手男子 11 名、女子 3 名、日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会に出場した大学生選手男子 10 名、女子 7 名、日本学生トライアスロン選手権大会に出場した大学生選手男子 10 名、女子 5 名及び 2004 I T U トライアスロンインターナショナルイベント幕張大会・NTT トライアスロンジャパンカップ第 4 戦に出場したエリート選手男子 9 名、女子 4 名、第 10 回日本トライアスロン選手権東京港大会・NTT トライアスロンジャパンカップ第 7 戦に出場したエリート選手男子 8 名、女子 4 名であり、合計すると男子選手 48 名、女子選手 23 名であった。

事前に被験者の大学生選手の有酸素的能力を調べるために、男子 11 名、女子 7 名の最大酸素摂取量を測定した結果、男子の平均値が $68.9 \pm 3.0 \text{ ml/kg/min}$ 、女子の平均値が $58.0 \pm 3.4 \text{ ml/kg/min}$ であり、有酸素的能力は高いといえる。

なお、各被験者には、本研究の目的および測定内容を十分に説明したうえで、本人の意志による研究協力への承諾を書面にて得た。

第2節 測定項目

(1) 体脂肪率

体脂肪率は、「一定温度下における一定量の気体の体積はその圧力に反比例する」という

ボイルの法則に基づく、空気置換(ADP)法の原理を利用した Life Measurement Instruments 社製 BOD POD 2000A を使用して測定した。この測定装置は、連結した 2 つのチャンバ（主室および副室）からなり、両チャンバ内において空気を循環させ、圧力比を測定する仕組みである。測定を行うにあたり、被験者には測定直前の食事および運動を避けさせ、測定に先立ってできるだけ排便、排尿を行わせた。また、水着およびスイムキャップを装着させ、装飾品を外すよう指示した。対象者の体積を測定する前に体積標準器(49.889l)を使用し、両チャンバ内の体積を較正した。その後、各被験者の体積を測定した。測定中、被験者にチャンバ内ではリラックスした状態で座るよう促し、静止状態を保つこと、安静呼吸を維持することを指示した。体積の測定は 2 回実施し、その平均値を計算に用いた。2 回測定した被験者の体積測定値の差が 0.15l 以上であった場合は 3 回目の測定を行い、3 つの測定値の中で差の小さい 2 つの値の平均値を採用した。体積の測定後、チャンバ内で胸郭内気量(thoracic gas volume : TGV)を測定した。TGV の測定後、対象者の実測体積を肺気量および体表面積で補正し、体重と補正後の体積より身体密度を算出して体脂肪率を求めた。

体脂肪率の算出には Brozek et al,1963³⁾の式、 $\text{体脂肪率} = (4.570 / \text{身体密度} - 4.142) \times 100$ を用いた。

(2) 形態計測

形態計測の測定項目は、身長、体重、胸囲、腹囲、臀囲、大腿囲、下腿囲、上腕囲、上肢長、手長、手最大幅とし、測定は、新・日本人の体格体力基準値⁶⁰⁾および生体の線計測

法²⁶⁾に基づき、以下の測定点を測定した。なお、測定にはマルチン式人体測定器を使用した。

身長：床面から頭頂点までの垂直距離

体重：水着のみ着用での身体重量

胸囲：正立位で両乳頭の中心、肩甲骨下角の直下を通る周径

腹囲：正立位で前方からみた胸郭の最下縁と腸骨稜の間に最もくびれた位置の水平周

臀囲：殿部最後方突出部を通る水平周

大腿囲：立位で大腿部内側の最膨隆部を通る水平周

下腿囲：立位で腓腹部の最膨隆部を通る水平周

上腕囲：掌を前方に向けて腕を側方に垂らした状態での上腕二頭筋の最膨隆部を通る水平周

上肢長：肩峰点から伸ばして下垂した上肢の指先点までの直線距離

手長：橈骨と尺骨の茎状突起先端を結ぶ線分の中点から中指先端までの直線距離

手最大幅：第5中手骨頭と第1指基節骨底との間の直線距離

第3節 測定期間および場所

大学生選手については2004年5月23日に行われた潮来トライアスロン全国大会・兼全日本大学トライアスロン選抜大会（以下、潮来大会とする）、2004年6月27日に行われた日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会（以下、関東予選会とする）、2004年9月5日に行われた日本学生トライアスロン選手権大会（以下、学生選手権とする）の3レ

ースを、エリート選手については2004年9月19日に行われた2004ITUトライアスロン国際大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第4戦（以下、国際大会とする）と、2004年10月24日に行われた第10回日本トライアスロン選手権大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第7戦（以下、日本選手権とする）の2レースを測定対象レースとし、各レース前1週間以内に測定を行った。測定は、順天堂大学さくらキャンパストレーニング室および順天堂医院スポーツクリニックにおいて行った。

第4節 統計処理

各測定項目とレースにおける各パートのパフォーマンスとの関連性を、ピアソンの積率相関係数を用いて検討した。また、各レースのトータルタイムによって選手を競技力上位群と下位群に分け、各測定項目の平均値の差をt検定によって検討した。なお、統計的有意水準は危険率5%以下とし、 $p < 0.05$ および $p < 0.01$ と分けて表示した。

第5章 結果

第1節 各計測値とレースパフォーマンス

(1) 潮来大会

潮来大会に出場した選手の測定結果及びレース結果を表 1 に示した。このレースは、ドラフティング禁止、ウェットスーツ着用で行われた。このレースに参加した被験者の体脂肪率の平均値ならびに標準偏差は、男子が $9.3 \pm 2.2\%$ 、女子が $22.5 \pm 1.1\%$ であった。このレースに出場した選手の種々の測定値の相関マトリックスを男子は表 6 に、女子は表 7 にそれぞれ示した。

男子においては、スイム、バイク、ランの3種目とも、有意水準には達していないものの、体脂肪率とは正の相関関係を示し、体脂肪率が低い選手ほどタイムが短いという傾向が見られた。また、男子選手を総合タイムによって上位 5 名と下位 6 名に分け、t 検定を行ったところ、上位 5 名の体脂肪率の平均 ($7.7 \pm 0.2\%$) が下位 6 名 ($10.6 \pm 2.3\%$) に比べて有意に ($p < 0.05$) 低い値を示した (図 1)。

(2) 関東予選会

関東予選会に出場した選手の測定結果及びレース結果を表 2 に示した。このレースも、潮来大会と同様に、ドラフティング禁止、ウェットスーツ着用で行われた。このレースに参加した被験者の体脂肪率の平均値ならびに標準偏差は、男子が $9.1 \pm 2.5\%$ 、女子が $21.2 \pm 1.8\%$ であった。このレースに出場した選手の種々の測定値の相関マトリックスを男子は表

8に、女子は表9にそれぞれ示した。

男女ともこのレースが初レースとなった1年生（男子H, 女子D, F, G）を対象から外して分析を行ったところ、男女ともレースでのパフォーマンスと関連のある測定項目は見られなかった。

（3）学生選手権

学生選手権に出場した選手の測定結果及びレース結果を表3に示した。このレースはドrafティング許可、ウェットスーツ着用禁止で行われた。このレースに参加した被験者の体脂肪率の平均値ならびに標準偏差は、男子が $8.4 \pm 2.3\%$ 、女子が $21.0 \pm 2.0\%$ であった。このレースに出場した選手の種々の測定値の相関マトリックスを男子は表10に、女子は表11にそれぞれ示した。なお、女子のF選手はバイク終了時まで第2集団に入っており、7番手でランに移ったが、ランに入ってから脱水により途中棄権したため、ランのタイムとトータルタイムについては分析対象から除外した。

男子においては潮来大会とは逆に、スイム、バイク、ランの3種目とも、体脂肪率とは負の相関関係を示し、特にスイムにおいては体脂肪率が高い選手ほどタイムが有意に短いという結果であった。また、総合タイムによって上位6名と下位4名に分け、t検定を行ったところ、上位6名の体脂肪率の平均($9.6 \pm 2.3\%$)が下位4名($6.8 \pm 1.0\%$)に比べて有意に高い値を示した(図1)。女子においては大腿囲とランのタイムとの間に有意な($p < 0.05$)正の相関が見られたが、体脂肪率と関連のある測定値は見あたらなかった。

(4) 幕張大会

幕張大会に出場した選手の測定結果及びレース結果を表 4 に示した。このレースはドラフティング許可、ウェットスーツ着用禁止で行われた。このレースに参加した被験者の体脂肪率の平均値ならびに標準偏差は、男子が $9.2 \pm 2.8\%$ 、女子が $15.1 \pm 3.1\%$ であった。このレースに出場した選手の種々の測定値の相関マトリックスを男子は表 12 に、女子は表 13 にそれぞれ示した。なお、男子の I 選手はバイク終了時まで第 2 集団で積極的にレースを進め、8 番手でランに移ったが、ランに入ってから脱水により棄権したため、ランのタイムとトータルタイムについては分析対象から除外した。

ドラフティング許可、ウェットスーツ着用禁止と、日本学生トライアスロン選手権大会と同じ条件であったにもかかわらず、男女ともに、スイム、バイク、ラン、トータルタイムの全てにおいて体脂肪率と正の相関を示した。また、男子においては体脂肪率とバイクのタイムとの間に正の、身長とバイクのタイムとの間に負の相関($p < 0.05$)がそれぞれ見られ、女子においては体脂肪量とスイムのタイムとの間に有意な($p < 0.05$)正の相関が見られた。

また、総合タイムによって男子を上位 4 名と下位 4 名、女子を上位 2 名と下位 2 名に分け、それぞれの体脂肪率の平均値を比較したところ、男子は $8.8 \pm 3.2\%$ vs $10.3 \pm 2.1\%$ (図 1)、女子は $12.8 \pm 3.0\%$ vs $17.3 \pm 0.2\%$ (図 2) と、男女とも上位群の平均値のほうが低い値であったが、有意差は認められなかった。

(5) 日本選手権

日本選手権に出場した選手の測定結果及びレース結果を表 5 に示した。このレースはド

ラフティング許可、ウェットスーツ着用で行われた。このレースに参加した被験者の体脂肪率の平均値ならびに標準偏差は、男子が $11.3 \pm 2.3\%$ 、女子が $19.9 \pm 3.0\%$ であった。このレースに出場した選手の種々の測定値の相関マトリックスを男子は表 14 に、女子は表 15 にそれぞれ示した。

男子においては身長とバイクのタイムについては有意な($p < 0.05$)正の相関が見られたものの、身長、胸囲、臀囲、上肢長についてはランのタイムとそれぞれ 5%水準で有意な負の相関があり、手長、体重、除脂肪量についてはランのタイムと 1%水準で有意な負の相関が見られ、身体の大きい選手ほどランのタイムが短いという傾向が見られた。女子においては体脂肪率とバイクのタイム、大腿囲、手長とランのタイム、体重、脂肪量、腹囲、上腕囲とトータルタイムとの間にそれぞれ有意な($p < 0.05$)正の相関が見られた。

また、総合タイムによって男子を上位 4 名と下位 4 名、女子を上位 2 名と下位 2 名に分け、それぞれの体脂肪率の平均値を比較したところ、男子は $10.1 \pm 1.9\%$ vs $12.4 \pm 2.2\%$ (図 1)、女子は $17.3 \pm 0.8\%$ vs $22.5 \pm 2.0\%$ (図 2) と、男女とも上位群の平均値のほうが低い値であったが、有意差は認められなかった。

第 2 節 ウェットスーツの影響

男子大学生選手においては、ウェットスーツ着用の潮来大会、関東予選会ではスイムのタイムと体脂肪率の間に有意な相関が見られなかったのに対し、ウェットスーツ非着用の学生選手権ではスイムのタイムと体脂肪率との間に有意な負の相関が見られた。

女子大学生選手においては、ウェットスーツ着用レースと非着用レースとの間に目立っ

た関係は認められなかった。

男子エリート選手においては、ウェットスーツ非着用で行われた幕張大会の方が（表 4）、ウェットスーツ着用で行われた日本選手権（表 5）よりも各選手のスイムのタイムは接近していた。

女子エリート選手においては、ウェットスーツ非着用で行われた幕張大会ではスイムのタイムが上位の選手と下位の選手で 2 分以上の差になっている（表 4）のに対し、ウェットスーツ着用で行われた日本選手権ではわずか 8 秒以内の間に 4 名全員がスイムを終えており（表 5）、ウェットスーツ着用によってスイムのタイムが接近したことがわかる。

第 3 節 ドラフティングの影響

近年、エリート選手のレースは全てドラフティング許可で行われている。男子では、幕張大会（表 4）において、他の被験者との実力差が大きく、バイクパートで積極的にアタックをかけた被験者 A と被験者 B が他の被験者と比較して 3 分～3 分半程度速いものの、その他の被験者はほぼ同じタイムでバイクパートを終えている。日本選手権（表 5）では周回遅れで失格となった被験者 H を除く 7 名の被験者のバイクパートでのタイム差が、最大 40 秒差以内に収まっており、集団で走行するバイクパートにおいては差がつきにくいという結果が顕著にあらわれた。

女子では被験者がそれぞれ 4 名ずつと少なく、男子に比べて実力差が大きかったことから、幕張大会（表 4）、日本選手権（表 5）とも被験者間のタイム差は小さくは無かったが、同じ集団で走行した選手は同じようなタイムでバイクパートを終えており、男子と同様、

単独走行よりはタイム差がつきにくい結果であったといえる。

大学生の大会も学生選手権（表 3）においてのみドラフティング許可となっているが、男子においては、スイムで出遅れて集団を形成できなかった被験者 I と周回遅れで失格となった被験者 J を除く 8 名が 3 分半程度の差でバイクパートを終えており、ドラフティング禁止の潮来大会（表 1）、関東予選会（表 2）と比較すると本来の実力差があらわれにくい結果となった。また、被験者 I は関東予選会の被験者 E と同一の人物であり、関東予選会の結果からバイクとランを得意としていることがうかがえるが、スイムで出遅れて集団を形成できず、バイクパートのほとんどの距離を単独で走行したため、集団で走行した他の被験者と比べてバイクパートで大きく遅れ、さらにその後のランでも遅れる結果となった。

女子においても、学生選手権（表 3）の被験者 B と被験者 D はスイムでの出遅れによってバイクパートのほとんどを単独で走行したため、他の被験者と比べて大きく遅れており、男子と同様の傾向が見られた。

これらをまとめると、ドラフティング許可のレースにおいては、バイクパートを集団で走行することによってバイクの実力差がタイム差としてあらわれにくくなり、また、集団を形成できない場合、その後の展開は不利なものになるといえる。

第 4 節 大学生選手とエリート選手の比較

大学生選手とエリート選手を比較するにあたり、レースによってコースや競技ルールが異なるため、レースのタイムで単純に比較することはできない。そこで、スイム 400m とラン 5000m の自己ベスト記録（以下、PB とする）をもとに比較を行ったところ、男子において

は大学生のレースとエリートのレースの全ての組み合わせにおいて、スイムとランの PB の平均値に有意差が見られた (図 3, 図 4)。また、大学生同士でも関東予選会と学生選手権の出場者間にはスイムの PB に有意差が見られた。体脂肪率は、学生選手権出場者の平均値 ($8.4 \pm 2.3\%$) が日本選手権の出場者の平均値 ($11.3 \pm 2.3\%$) と比較して有意に低かった (図 5)。女子においては、スイムでは有意差は見られなかったものの (図 6)、関東予選会、学生選手権と幕張大会、日本選手権のランの PB に有意差が見られ (図 7)、体脂肪率については、潮来大会 ($22.5 \pm 1.1\%$)、関東予選会 ($22.2 \pm 1.5\%$)、学生選手権 ($20.8 \pm 1.9\%$) の平均値が幕張大会 ($15.1 \pm 3.1\%$) と比較して有意に高かった (図 8)。

第6章 考察

第1節 大学生選手

本研究の被験者である大学生選手が出場したレースは、潮来大会、関東予選会はウェットスーツ着用、学生選手権はウェットスーツ着用禁止で行われた。

(1) 男子選手

潮来大会では、スイム、バイク、ランの3種目とも、体脂肪率と正の相関関係を示し、体脂肪率が低い選手ほどタイムが短いという傾向が見られた(表6)。これまでに池上ら²⁷⁾や藤原ら¹⁸⁾によって、水泳においては低い体脂肪率が不利な条件となることが示唆されているが、このレースにおいてはその傾向が見られなかった。この理由としては、ウェットスーツの影響が大きいと考えられる。本来なら、体脂肪率の低い選手は水中での体重が重いため、水中で身体を浮かせるために多くのエネルギーを必要とし、スイムパートでは不利となる²⁷⁾が、ウェットスーツ自体が大きな浮力を持っている⁸⁾⁹⁾ため、体脂肪の多寡の影響をほとんど受けなかったと考えられる。実際に、11名の選手をスイムのタイムによって上位6名と下位5名に分け、体脂肪率の平均値を算出したところ、上位群は $9.1 \pm 2.0\%$ 、下位群は $9.4 \pm 2.4\%$ であり、両者の間にはほとんど差がみられない。このことからウェットスーツ着用によって体脂肪の多寡の影響が小さくなったことが確認できる。

また、選手をレースのトータルタイムによって上位5名と下位6名に分け、t検定を行ったところ、上位5名の体脂肪率の平均値($7.7 \pm 0.2\%$)が下位6名の平均値($10.6 \pm 2.3\%$)に比べて有意に($p < 0.05$)低い値を示した(図1)。スイムのタイムと体脂肪率との間に関係

が見られなかったことや、自転車競技・陸上競技の長距離選手はスポーツ選手の中でも特に低い体脂肪率を特徴としており、低い体脂肪率が有利な条件となることから、この差はバイクパートとランパートでの差によるところが大きいと考えられる。実際に 11 名の選手をバイクのタイムとランのタイムによって上位群と下位群に分けると、バイクの上位 5 名と下位 6 名の体脂肪率平均値は $7.7 \pm 0.2\%$ vs $10.6 \pm 2.3\%$ 、ランの上位 6 名と下位 5 名の体脂肪率は $7.7 \pm 0.2\%$ vs $11.2 \pm 2.0\%$ であり、両者とも上位群の平均値が 5%水準で有意に低い結果となった。

これらのことから、男子大学生選手では、ウェットスーツの着用が可能なレースの場合、スイムパートにおいて体脂肪の多寡の影響が少なくなり、バイクパート、ランパートにおいては少ない体脂肪が有利な条件となりうると考えられるため、バイクパート、ランパートでのアドバンテージを考慮して、体脂肪をできるだけ減らし、身体を絞り込むのが良いと考えられる。

これに対し、ウェットスーツの着用が禁止された学生選手権では、潮来大会とは逆に、スイム、バイク、ランの 3 種目とも、体脂肪率とは負の相関関係を示し (表 10)、特にスイムにおいては体脂肪率が高い選手ほどタイムが有意に ($p < 0.05$) 短いという結果であった。レースに出場した 10 名の選手をスイムのタイムによって上位 7 名と下位 3 名に分け、t 検定を行ったところ、上位 7 名の体脂肪率の平均値 ($9.4 \pm 2.1\%$) が下位 3 名の平均値 ($6.2 \pm 0.3\%$) に比べて有意に ($p < 0.05$) 高い値を示した。このことから、ウェットスーツの着用ができない場合は、先行研究と同様に体脂肪率の低い選手は不利であり^{18) 27) 50)}、スイムパートを早く終えるためにはある程度の脂肪蓄積が必要となると考えられる。

特に、学生選手権等のドラフティングが許可されているレースでは、スイムパートを終えた時点での位置取りが重要になってくる。いくつかの先行研究によって、バイクパートを単独で走行するのと集団で走行するのとでは、スピードや消費エネルギーが大きく異なり、その後のランにも影響が出てくる^{1) 23) 24) 42)}ことが明らかになっていることや、本研究において、学生選手権（表 3）の被験者 I がバイクパートのほとんどを単独で走行したことによって集団で走行した他の被験者から大きく遅れ、更にその後のランでも遅れる結果となったことなどから、ドラフティングが許可されているレースでは、バイクパートで集団を形成することを第一に考える必要がある。そのためにはスイムを終える時点での位置取りが重要であり、ドラフティング禁止のレースと比べてスイムパートにより大きな比重を置くことが必要であろうと考えられる。

実際にレースの結果をみると、トータルタイムの上位 6 名の体脂肪率の平均値（9.6 ± 2.3%）が下位 4 名（6.8 ± 1.0%）と比べて有意に（ $p < 0.05$ ）高い値を示した（図 1）。ドラフティングが禁止されているレースであれば、体脂肪が少なくスイムパートで出遅れた選手でも、バイクパート、ランパートでの追い上げが可能であるが、このレースはドラフティングが許可されており、バイクコースがアップダウンの無いフラットなコースで実力差があらわれにくかったため、スイムのタイムが順位に大きく影響してしまったと考えられる。

以上のことから、ウェットスーツの着用が禁止されているレースにおいては、身体を絞り込んで体脂肪を減らしすぎるとスイムパートでのデメリットが大きいため、ある程度の体脂肪は必要だと考えられる。特に、バイクパートでのドラフティングが許可されているレースの場合にはスイムの重要性が大きくなるため、自分の泳力や出場するメンバー等か

らレース展開を予測し、スイムパートで集団から後れない程度の体脂肪を確保する必要があるだろう。

(2) 女子選手

女子選手においては、n数が少なかったこともあり、ウェットスーツ着用で行われた潮来大会、関東予選会、非着用で行われた学生選手権の3レースとも、体脂肪率とスイム、バイク、ラン、トータルタイムとの間に有意な関係は見られず、関係を明らかにすることはできなかった。しかし、有意な差ではなかったものの、3レースすべてにおいて体脂肪率とスイムのタイムとの間には正の相関がみられ（表7, 表9, 表11）、体脂肪率が低くても不利にはならないのではないかと考えられる。

第2節 エリート選手

本研究のエリート選手が出場したレースは、幕張大会では水温が24.5℃であったためウェットスーツ着用禁止、日本選手権では水温が18.5℃であったためウェットスーツ着用で行われた。

(1) 男子選手

幕張大会、日本選手権とも体脂肪率とスイムのタイムとの間には正の相関が見られたものの、有意水準には達しておらず、ウェットスーツの着用・非着用にかかわらず体脂肪率はスイムのタイムに影響を及さないという結果であった。大学生選手では、ウェットスーツ着用禁止の学生選手権においてスイムのタイムと体脂肪率との間に有意な負の相関があ

ったのに対し、エリート選手ではウェットスーツ着用禁止の幕張大会において同様の傾向は見られなかった。この理由として、エリート選手は体脂肪やウェットスーツによって得られる浮力に頼らなくてもしっかりと身体を浮かせて泳ぐことができる、高い技術を持っているからではないかということが考えられる。

Chatard ら⁸⁾は、8名のスイマーと8名のトライアスリートを用いて、ウェットスーツを着用した状態と非着用状態で400mのパフォーマンスを比較した結果、スイマーにおいては統計的な差は無かった(4'12"5±8 vs 4'13"9±4)ものの、トライアスリートにおいては19秒もの短縮(4'45"8±34 vs 5'04"7±30)が見られたことを報告し、浮力やスピードが小さく、効率の悪い泳ぎをしている者ほどウェットスーツの影響によるパフォーマンスの向上が大きいと結論付けている。歩いたり走ったりすることとは異なり、泳ぐという行為は非日常的な動作であるため、水泳においては体力的な面よりも技術的な面が大きく影響してくる。泳ぐうえで特に重要な技術は水面に身体を浮かせることであり、トップレベルの選手ほど自分の身体を浮かせて泳ぐ技術に長けているが、技術の未熟な選手は下半身が沈みがちになり、前面から受ける水の抵抗が大きくなる。この傾向は体脂肪が少ない選手に特に顕著に見られ、大学生選手のスイムのタイムと体脂肪率との間に有意な関係があったのも泳ぎの技術が未熟であるためだと考えられる(図3)。

それに対し、本研究の被験者となった男子エリート選手のスイム400mのPBは、幕張大会出場選手の平均値が4'27"±10"、日本選手権出場選手の平均値が4'28"±7"であった(図3)ことから、Chatard ら⁸⁾の研究の被験者となったトライアスリートや、本研究の被験者となった大学生選手と比べるとかなり水泳の技術が高く、トップスイマーに近い技術を

持っていると考えられる。彼らは Chatard ら⁸⁾の研究の被験者となったスイマーと同じように、ウェットスーツを着用しない状態でもしっかりと身体を浮かせて泳ぐ技術を持っているため、ウェットスーツや体脂肪による影響を受けにくいのではないかと考えられる。

実際のレース展開を詳しく見てみると、幕張大会で優勝した被験者 A は、4.2%という低い体脂肪率でありながらスイムを先頭集団の見える位置で終え、バイクで先頭集団に追いつき、他の 2 選手とともに抜け出し、ランで振り切るというレース展開で見事に優勝している。このことから、日本トップクラスの選手が揃うエリートレースのレベルでは、体脂肪が少ないことによる浮力の不足はそれほど大きな問題ではなく、泳ぎの技術によってカバーできるということがわかる。トップクラスの選手においては、体脂肪が少ないことによって泳ぎに影響が出るようなレベルでは勝負にならないということであろう。しかし、本研究の対象レースとなった幕張大会、日本選手権のスイムコースはいずれも海であり、淡水と比べて身体が浮きやすかったことも体脂肪率の影響が少なかった要因として考えられる。今後は淡水と海水の違いや水温の影響なども含めて研究していく必要があるだろう。

(2) 女子選手

幕張大会において、体脂肪量とスイムのタイムとの間に有意な($p < 0.05$)正の相関が見られ(表 13)、体脂肪が多いほど有利とする先行研究^{18) 27) 50)}とは逆の結果となった。しかし、被験者となった 4 名の選手のレースにおけるスイムのタイムを、スイム 400m の PB と対比してみると(表 4)、本来の実力差がそのままレースのタイム差にあらわれたといえることから、男子エリート選手と同様に、スイムのタイム差は体脂肪率よりも選手がもともと

持っている泳ぎの技術の差に大きく依存していると考えられる。実際のレース展開も、優勝した被験者 A は、9.8%という男子選手並みの低い体脂肪率でありながら、スイムをトップと同タイムの 2 位で終えており、その後のバイク、ランも終始先頭でレースを進めて優勝している。また、4 名の被験者の順位を見ると、体脂肪率の低い選手ほど上位の成績を収めていることがわかる。

一方、ウェットスーツ着用で行われた日本選手権においては、スイムのタイムと体脂肪率との相関は -0.783 となっている（表 15）が、被験者となった 4 名全員が 8 秒以内の差でほぼ同時にスイムをフィニッシュしており、これも体脂肪率とは無関係と考えることができる。バイク、ランについて見てみると、体脂肪率とバイクのタイム、大腿囲、手長とランのタイム、体重、脂肪量、腹囲、上腕囲とトータルタイムとの間にそれぞれ有意な ($p < 0.05$) 正の相関が見られ（表 15）、手長を除いてはすべて身体を絞り込むほど良いという結果であった。また、このレースにおいても幕張大会と同様に、体脂肪率の低い選手ほど上位の成績を収めていた。

このように、トップクラスのレベルでは体脂肪率がスイムのタイムに影響を及ぼさないことや、幕張大会、日本選手権において体脂肪率の低い選手ほど好成績を収めていることから、女子エリート選手は身体を絞り込むことによって良いパフォーマンスを発揮することができると考えられる。

第3節 大学生選手とエリート選手の比較

(1) 男子選手

男子においては大学生のレースとエリートのレースの全ての組み合わせにおいて、スィムとランのPBの平均値に有意差が見られ(図3, 図4)、実力差は歴然としている。しかし、体脂肪率(図5)については、大学生選手の平均値がそれぞれ $9.3 \pm 2.2\%$ 、 $9.1 \pm 2.5\%$ 、 $8.4 \pm 2.3\%$ 、エリート選手の平均値がそれぞれ $9.2 \pm 2.8\%$ 、 $11.3 \pm 2.3\%$ となっており、大学生の潮来大会($9.3 \pm 2.2\%$)、関東予選会($9.1 \pm 2.5\%$)、エリートの幕張大会($9.2 \pm 2.8\%$)については平均値間に差は無かった。唯一、学生選手権の出場者($8.4 \pm 2.3\%$)と日本選手権の出場者($11.3 \pm 2.3\%$)の平均値に有意差が見られたが、大学生選手と比較してエリート選手の体脂肪率が有意に高いという結果であった。

競技レベル、トレーニング量などの面で大学生選手を上回っていると考えられるエリート選手のほうが高い体脂肪率を有しているが、学生選手権出場者の測定が8月下旬から9月上旬という暑い時期に行われたのに対し、日本選手権出場者の測定が10月20日以降の涼しい時期に行われたことを考慮すると単純に比較することはできない。実際に何名かの選手のシーズン中の体脂肪率変化を調査した結果(図11)、春から夏にかけては徐々に身体を絞り込んで体脂肪率を減らし、シーズン終盤に向かうにつれて逆に体脂肪率が増えていく傾向が見られた。このことを考慮すると、大学生選手とエリート選手の体脂肪率にはほとんど差がないと考えることができる。

また、被験者の大学生選手が平均 70 ml/kg/min 近い最大酸素摂取量を有していることから、有酸素的能力においてもそれほど大きな差があるとは考えにくい。大学生選手とエリ

ート選手では、体脂肪率、有酸素的能力のどちらにも大きな差がないと考えられるにもかかわらず、スイム 400mの PB に有意な差があることから、やはり水泳においては技術的な差が大きいのではないかと考えられる。泳ぐうえで重要な技術は、水面に身体を浮かせて前面から受ける水の抵抗を少なくすることであるが、トップレベルの選手はウェットスーツを着用しない状態でもしっかり自分の身体を浮かせて泳ぐことができるのに対し、技術が未熟で、下半身が沈みがちな大学生選手はウェットスーツを着用することによってはじめて身体を浮かせることができるようになるため、ウェットスーツの着用ができないレースでは体脂肪率の影響を大きく受けてしまうのであろう。

実際に、ウェットスーツ着用禁止で行われた大学生のレースである学生選手権以外の 4 つのレースでは、総合タイムの上位群の体脂肪率平均値はすべて下位群よりも低い値であることから、大学生選手はウェットスーツ着用ができる場合、エリート選手はウェットスーツ着用の可否にかかわらず、体脂肪率は低いほうが良いと考えられる。

(2) 女子選手

女子においては、n 数が少ないため有意差はなかったものの、スイム 400mPB の平均値では大学生とエリート選手との間に 1 分程度の大きな差が見られ (図 6)、関東予選会、学生選手権と幕張大会、日本選手権のランの PB に有意差が見られたことから (図 7)、男子と同様に実力差は歴然としている。体脂肪率については、潮来大会 ($22.5 \pm 1.1\%$)、関東予選会 ($22.2 \pm 1.5\%$)、学生選手権 ($20.8 \pm 1.9\%$) に出場した大学生選手の平均値が幕張大会 ($15.1 \pm 3.1\%$) に出場したエリート選手の平均値と比較して有意に高かった (図 8)。大

学生の学生選手権の測定は8月下旬から9月上旬にかけて、エリートの幕張大会のレース前の測定は9月中旬に行われ、測定時期には半月しか差がないにもかかわらず体脂肪率に有意な差が見られることから、大学生選手はエリート選手と比べて身体を絞りきれていないことがわかる。

大学生選手においては、各レースとも体脂肪率はスイムのタイムに影響しておらず(表7, 表9, 表11, 図10)、また、特にランにおいてエリート選手との競技力の差が著しいことなどから、大学生選手もエリート選手と同様に身体を絞り込むことによって良いパフォーマンスを発揮する可能性があると考えられる。

第7章 結論

オリンピックディスタンスのトライアスリートの体脂肪率について、各測定値とレースでのパフォーマンスをもとに、ウェットスーツの影響という観点から検討した結果、次のような結論が得られた。

1) 男子大学生選手においては、ウェットスーツ着用が許可されているレースでは、ウェットスーツ着用によってスイムパートにおける体脂肪率の多寡の影響が少なくなるため、バイクパート、ランパートを考慮して体脂肪をできるだけ減らし、身体を絞り込むのが良いという結果が得られた。

しかし、ウェットスーツの着用が禁止されているレースにおいては、体脂肪を絞りすぎるとスイムパートでのデメリットが大きく、その後のレース展開も不利になるため、ある程度の体脂肪が必要であると考えられる。

2) 女子大学生選手においては、ウェットスーツ着用のレースと着用禁止のレースとの間に特徴的な差は見られなかった。

3) 男子エリート選手は、高い泳ぎの技術を持っており、ウェットスーツや体脂肪による影響を受けにくいと考えられるため、ウェットスーツ着用の可否にかかわらず、体脂肪率は低いほうが良いと考えられる。

4) 女子エリート選手も、男子エリート選手と同様に、スイムのタイムに対して体脂肪率は影響せず、泳ぎの技術の影響が大きいと考えられ、幕張大会、日本選手権において体脂肪率の低い選手ほど好成績を収めていることから、体脂肪率は低いほうが良いと考えられる。

第8章 要約

- 1) 本研究は、オリンピックディスタンスの大学生トライアスリートを対象として、レースへ向けて身体をどの程度まで絞り込むのが良いのかということ、ウェットスーツ着用の可否の影響という観点から検討することを目的とした。また、エリート選手に対しても同様の測定を行い、大学生選手とエリート選手の違いについても検討した。
- 2) 被験者は、潮来トライアスロン全国大会・兼全日本大学トライアスロン選抜大会に出場した大学生選手男子 11 名、女子 3 名、日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会に出場した大学生選手男子 10 名、女子 7 名、日本学生トライアスロン選手権大会に出場した大学生選手男子 10 名、女子 5 名及び 2004 I T U トライアスロンインターナショナルイベント幕張大会・NTT トライアスロンジャパンカップ第 4 戦に出場したエリート選手男子 9 名、女子 4 名、第 10 回日本トライアスロン選手権東京港大会・NTT トライアスロンジャパンカップ第 7 戦に出場したエリート選手男子 8 名、女子 4 名であり、合計すると男子選手 48 名、女子選手 23 名であった。各レース前 1 週間以内に体脂肪率測定と形態計測を行い、各測定項目とレースにおけるパフォーマンスとの関連性を検討した。
- 3) 男子大学生選手においては、ウェットスーツ着用、ノンドラフティングのレースでは体脂肪率の低い選手ほど好成績をおさめ、ウェットスーツ非着用、ドラフティング許可のレースでは体脂肪率が高く、スイムの速い選手ほど好成績をおさめる傾向がみられた。
- 4) 女子大学生選手においては、ウェットスーツ着用のレースと着用禁止のレースとの間に

特徴的な差はみられなかった。

- 5) エリート男子選手においては、ウェットスーツ着用、非着用にかかわらず体脂肪率はスイムのタイムに影響を及ぼさないという結果であった。
- 6) エリート女子選手においては、ウェットスーツ非着用の幕張大会で、体脂肪量とスイムのタイムとの間に有意な正の相関がみられ、幕張大会、日本選手権とも体脂肪率の低い選手ほど上位の成績を収めていた。
- 7) これらの結果から、男子大学生選手の、ウェットスーツの着用が禁止されているレースにおいては、ある程度の体脂肪が必要であるが、ウェットスーツ着用が許可されている場合や、エリート選手の場合は、体脂肪をできるだけ減らし、身体を絞り込むのが良いと考えられた。

文献

- 1) Bentley DJ, Millet GP, Vleck VE, McNaughton LR. : Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports Med.*,32(6),345-359.,(2002)
- 2) Biaggi RR, Vollman MW, Nies MA, Brener CE, Flakoll PJ, Levenhagen DK, Sun M, Karabulut Z, Chen KY. : Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults. *Am J Clin Nutr.*,69(5),898-903(1999)
- 3) Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. : Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.*, 110,113-140,(1963)
- 4) Bruke E. : Physiological characteristics of competitive cyclists. *Physician Sports Med.*,8(7),79-84,(1980)
- 5) Bunc V, Heller J, Horcic J, Novotny J. : Physiological profile of best Czech male and female young triathletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 36(4),265-270, (1996)
- 6) Burke LM., Read RSD. : Diet patterns of elite Australian male triathletes. *Physician and Sportsmedicine* 15,(2) ,140-155 (1987)
- 7) Chatard JC, Millet G. : Effects of wetsuit use in swimming events. Practical recommendations. *Sports Med.*,22(2),70-75,(1996)
- 8) Chatard JC, Senegas X, Selles M, Dreanot P, Geysant A. : Wet suit effect: a comparison between competitive swimmers and triathletes. *Med Sci Sports Exerc.*,27(4),580-586,(1995)
- 9) Cordain L, Kopriva R. : Wetsuits, body density and swimming performance. *Br J Sports Med.* ,25(1),31-33,(1991)
- 10) Costill DL, and EL Fox : Energetics of marathon running. *Med Sci Sports*,1,81-86,(1969)

- 11) Cureton KJ, Sparling PB. : Distance running performance and metabolic responses to running in men and women with excess weight experimentally equated. *Med Sci Sports Exerc*,12(4),288-294,(1980)
- 12) Dempster P, Aitkens S. : A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc*.,27(12),1692-1697(1995)
- 13) Demura S, Kobayashi H, Tanaka K, Sato S, Nagasawa Y, Murase T. : Comprehensive evaluation of selected methods for assessing human body composition. *Appl Human Sci*.,18(2),43-51(1999)
- 14) Dulac S, Quirion A, DeCarufel D, LeBlanc J, Jobin M, Cote J, Brisson GR, Lavoie JM, Diamond P. : Metabolic and hormonal responses to long-distance swimming in cold water. *Int J Sports Med*.,8(5),352-356,(1987)
- 15) 江橋 博 : 一流マラソン選手の体力特性. *J.J.Sports Sci*.6-11,703-711,(1987)
- 16) Fernandez-Garcia B, Perez-Landaluce J, Rodriguez-Alonso M, Terrados N. : Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. *Med Sci Sports Exerc*., 32(5),1002-1006,(2000)
- 17) Fleck SJ : Body composition of elite American athletes. *Am.J.Sports.Med*.11,398-403, (1983)
- 18) 藤原有子, 星島葉子, 田島 誠, 矢野博己, 木村一彦 : 遠泳実習を目的とした水泳授業における体脂肪率と体温変化との関係. *川崎医療福祉学会誌*, 12 ,1 ,175-179(2002)
- 19) 福永寿晴 : 機能的残気量, *Medical Technology*, 26(6)644-650, (1998)
- 20) Girandola RN, Wiswell RA, Mohler JG, Romero GT, Barnes WS. : Effects of water immersion on lung volumes: implications for body composition analysis. *J Appl Physiol*.,43(2),276-279(1977)
- 21) Gregor RJ.:Biomechanics of Cycling. In:Garrett WE, Kirkendall DT, editors. *Exercise and Sport Science*.,515-537,Lippincott Williams and Williams:Philadelphia,(2000)

- 22)Hagberg JM , Mullin JP , Bahrke M , Limburg J : Physiological profiles and selected psychological characteristics of national class American cyclists. J.Sports Med phys fitness ,19,341-346 (1979)
- 23)Hausswirth C, Lehenaff D, Dreano P, Savonen K. : Effects of cycling alone or in a sheltered position on subsequent running performance during a triathlon. Med Sci Sports Exerc.,31(4),599-604,(1999)
- 24)Hausswirth C, Vallier JM, Lehenaff D, Brisswalter J, Smith D, Millet G, Dreano P. : Effect of two drafting modalities in cycling on running performance. Med Sci Sports Exerc.,33(3),485-492,(2001)
- 25)平田敏彦：ジュニア男子長距離選手の身体組成・全身持久力と走記録,岡山医誌,112,149-158,(2000)
- 26)保志 宏：生体の線計測法, 1, 214-221, てらぺいあ：東京(1989)
- 27)池上晴夫, 重枝武司, 久山順子, 野村武男, 黒川隆志, 後藤慎二：水泳における浮くためのエネルギーと推進のためのエネルギーの男女比較.体育学研究,28,(1),33-42,(1983)
- 28)石田良恵,金久博昭,福永哲夫,西山一行：女子長距離ランナーにおける身体組成,体肢組成及び皮下脂肪厚の特徴,体力科学,36,18-24,(1987)
- 29)岩岡研典：女子長距離選手の有酸素的エネルギー利用と体脂肪,体育の科学,33,185-191,(1983)
- 30)加藤雄一郎,加藤繭実:大学水泳選手における体重と体組成の年間変化,教育医学, 47(3), 267-271, (2001)
- 31)北川 薫：水泳・浮力・脂肪, Swimming,3,3-12(1983)
- 32)北川 薫：密度法による体脂肪量の測定法, 保健の科学, 31, 433-437, (1989)
- 33)Kyle C.:The mechanics and aerodynamics of cycling. In:Bruke ER, Newsom MM, editors. Medical and scientific aspects of cycling,235-251,Human Kinetics:Champaign,(1988)

- 34)Lohman TG : Body Composition Methodology in Sports Medicine. *Physi.Sportsmed.* 10(12),47-58(1982)
- 35)Lohman T.G. : Skinfolde and body density and their relation to body fatness:A review. *Hum Biol.*,53,181-225,(1981)
- 36)Lowdon BJ, McKenzie D, Ridge BR:Effects of clothing and water temperature on swim performance. *Aust J Sci Med Sports*,24,33-38(1992)
- 37)Lo YS , Chin MK : Echocardiographic left ventricular hypertrophy in Chinese endurance athletes. *Br.J.Sp.Med.*,24-4,274-276 (1990)
- 38)Lucia A, Hoyos J, Carvajal A, Chicharro JL. :Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *Int J Sports Med.*,20(3),167-172,(1999)
- 39)Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. : Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol.*,60(4),1327-1332(1986)
- 40)増井 悟 : トライアスロンにおけるバイク種目のドラフティング・ルール解禁, スポーツ社会学研究, 5, 85-91, (1997)
- 41)松尾彰文,白水昭興,在田宗悟 : 長距離選手の形態, 身体組成および筋力と競技成績. トレーニング科学研究会編 競技力向上のスポーツ科学 I,第 1 版,38-48,朝倉書店 : 東京 (1989)
- 42)McCole SD, Claney K, Conte JC, Anderson R, Hagberg JM. : Energy expenditure during bicycling. *J Appl Physiol.* 68(2),748-753,(1990)
- 43)McCrorry MA, Gomez TD, Bernauer EM, Mole PA. : Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc.*,27(12),1686-1691(1995)
- 44)Meleski BW, Malina RM. : Changes in body composition and physique of elite university-level female swimmers during a competitive season. *J Sports Sci.*,3(1),33-40,(1985)

- 45)Millet GP, Dreano P, Bentley DJ. : Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes. Eur J Appl Physiol. 88(4-5),427-430 (2003)
- 46)武藤芳照 : 水泳の医学Ⅱ,第 1 版,141-150,ブックハウスエイチディ : 東京(1989)
- 47)日本水泳連盟編 : 安全水泳, 1, 49-64, 大修館 : 東京(1997)
- 48)Nunez C, Kovera AJ, Pietrobelli A, Heshka S, Horlick M, Kehayias JJ, Wang Z, Heymsfield SB. : Body composition in children and adults by air displacement plethysmography. Eur J Clin Nutr.,53(5),382-387(1999)
- 49)Olds TS, Norton KI, Craig NP. : Mathematical model of cycling performance. J Appl Physiol.,75(2),730-737,(1993)
- 50)小野三嗣 : 肥満のスポーツ医学, 9, 41-60, 朝倉書店 : 東京
- 51)Parsons L, Day SJ. : Do wet suits affect swimming speed? Br J Sports Med.,20(3),129-131,(1986)
- 52)Pfeiffer R, Harder B, Landis D, Barber D, Harper K : Correlating indices of aerobic capacity with performance in elite women road cyclists. J Strength Condition Res ,7(4),201-205,(1993)
- 53)Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG 著, 小宮秀一監訳 : 身体組成研究の基礎と応用, 1, 13-33, 大修館書店 : 東京(2001)
- 54)Schabert EJ, Killian SC, St Clair Gibson A, Hawley JA, Noakes TD. : Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. Med Sci Sports Exerc.32(4),844-849 (2000)
- 55)Siders WA, Lukaski HC, Bolonchuk WW. : Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. J Sports Med Phys Fitness.,33(2),166-171,(1993)

- 56)Siri,WE, : Body composition from fluid spaces and density:Analysis of methods. J. Brozek & A. Henschrl (Eds.), Techniques for measuring body composition,223-224,National Academy of Sciences,National Research Council : Washington DC(1961)
- 57)鈴木志保子,伊東輝雄,石田良恵 : 女子陸上長距離選手の体重と体脂肪率の経時的変化とベスト記録の関係,京都産業大学現代体育研究所紀要, 9, 25-33,(2000)
- 58)Taaffe DR, Marcus R. : Regional and total body bone mineral density in elite collegiate male swimmers. J Sports Med Phys Fitness.,39(2),154-159,(1999)
- 59)Thorland WG, Johnson GO, Housh TJ, Refsell MJ. : Anthropometric characteristics of elite adolescent competitive swimmers. Hum Biol.,55(4),735-748,(1983)
- 60)東京都立大学体力標準値研究会 : 新・日本人の体力標準値, 1, 21-118, 不味堂出版 : 東京(2000)
- 61)Toussaint HM, Bruinink L, Coster R, De Looze M, Van Rossem B, Van Veenen R, De Groot G. : Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. Med Sci Sports Exerc.,21(3),325-328,(1989)
- 62)豊岡示朗,高橋篤志 : 女子中長距離選手の身体的並びに生理学的プロフィール,大坂体育大学紀要,13 卷,45-53,(1982)
- 63)豊岡示朗,高橋篤志 : 女子一流中長距離選手の Aerobic Work Capacity,大坂体育大学紀要,13 卷,37-43,(1982)
- 64)Trappe TA, Pease DL, Trappe SW, Troup JP, Burke ER. : Physiological responses to swimming while wearing a wet suit. Int J Sports Med.,17(2),111-114,(1996)
- 65)Trappe TA, Starling RD, Jozsi AC, Goodpaster BH, Trappe SW, Nomura T, Obara S, Costill DL. : Thermal responses to swimming in three water temperatures: influence of a wet suit. Med Sci Sports Exerc.,27(7),1014-1021.(1995)
- 66)Pollock ML, Jackson AS, Pate RR. : Discriminant analysis of physiological differences between good and elite distance runners. Res Q Exerc Sport.51(3),521-532, (1980)

- 67)Wade CE. : Effects of a season's training on the body composition of female college swimmers. Res Q. ,47(2),292-295,(1976)
- 68)Wagner DR, Heyward VH. : Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. Res Q Exerc Sport.,70(2),135-149(1999)
- 69)Wilber RL, Zawadzki KM, Kearney JT, Shannon MP, Disalvo D. : Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. Med Sci Sports Exerc.,29(8),1090-1094,(1997)
- 70)Wilmore JH : Body composition in sport and exercise : directions for future research. Med.Sci.Sports Exer.15,21-31, (1983)
- 71)Wilmore J.H., Behnke A.R. : Predictability of lean body weight through anthropometric assessment in college men. J Appl Physiol.,25,349-355,(1968)
- 72)Wilmore JH, Brown CH. : Physiological profiles of women distance runners. Med Sci Sports. 6(3),178-181 (1974)
- 73)Wilmore JH, Brown CH, Davis JA. : Body physique and composition of the female distance runner. Ann N Y Acad Sci.,301,764-776 (1977)
- 74)Wilmore JH , Buskirk ER , DiGirolamo M and Lohman TG : Body composition ; a round table. Physi.Sportsmed. 14,144-162, (1986)
- 75)Wolff AH, Coleshaw SR, Newstead CG, Keatinge WR. : Heat exchanges in wet suits. J Appl Physiol.,58(3),770-777,(1985)

Body composition of olympic distance triathlete

Yuki Okada

Summary

1. The purpose of this study was to investigate the optimum conditions of body fat for olympic distance triathlon race from the viewpoint of influence of the wet suit wearing for the collegiate triathletes. Moreover, a similar measurement was done to the elite triathletes, and the difference between collegiate and elite athletes was examined.
2. Subjects were 11 male and 3 female collegiate athletes who participated in *Itako Triathlon Championship*, 10 male and 7 female collegiate athletes who participated in *an elimination round for Japan Inter Collegiate Triathlon Championship*, 10 male and 5 female collegiate athletes who participated in *Japan Inter Collegiate Triathlon Championship*, 9 male and 4 female elite athletes who participated in *2004 ITU International Triathlon, Makuhari·NTT Triathlon Japan Cup, 4th Stage*, and 8 male and 4 female elite athletes who participated in *10th Annual Triathlon National Championships Tokyo Port·NTT Triathlon Japan Cup, 7th Stage*. They were 48 male and 23 female when totaling it. Percent body fat and form were measured within one week before it raced each, and each measurement item and the relation to the race performance were examined.
3. For collegiate male athletes, in the race of the wet suit wearing and no drafting, the tendency to attain good results in the player with a low body fat percentage . However, in the wet suit non-wearing and the drafting permission race, the tendency to attain good results in the player that the body fat percentage was high, and swim is fast.
4. For the collegiate female athletes, a feature difference was not seen between the race of the wet suit wearing and the race of non-wearing.
5. For the elite male athletes, the body fat percentage did not influence regardless of the wet suit wearing or non-wearing at the time of the swim.

6. For the elite female athletes, a significant positive correlation was seen between the amount of the body fat and the time of the swim in *2004 ITU International Triathlon, Makuhari* of the wet suit non-wearing, and the player with a low body fat percentage was a high-ranking result in *2004 ITU International Triathlon, Makuhari* and *National championship*.
7. From these results, some body fat is necessary for collegiate male athletes in the race that cannot wear the wet suit. However, when the wet suit wearing was possible, and for elite athletes, it was thought that you should decrease the body fat as much as possible.

表1 2004潮来トライアスロン全国大会兼全日本大学トライアスロン選抜大会出場選手の各測定値

男子 大学選手権の部 出場 48名
 完走 46名
 優勝 2:02:37

女子 大学選手権の部 出場 17名
 完走 17名
 優勝 2:20:17

天候	曇り
気温	12°C
水温	16.5°C

男子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	23	169.3	59.0	7.7	4.5	54.5	87.3	67.2	87.4	48.8	36.0	28.1	74.9	19.3	10.3	0:19:37	1:08:09	1:27:46	0:34:51	2:02:37	1	04:23	16:04	12
B	20	171.4	54.4	7.5	4.1	50.3	86.0	65.6	86.3	46.7	33.5	24.4	74.7	18.8	9.8	0:21:45	1:08:30	1:30:15	0:34:24	2:04:39	3	05:00	16:23	
C	23	182.9	69.7	7.8	5.4	64.3	91.9	69.6	93.3	54.8	37.6	28.0	77.6	19.9	10.2	0:21:48	1:08:27	1:30:15	0:35:21	2:05:36	5	04:58	16:43	
D	23	169.3	58.2	8.0	4.7	53.6	85.7	65.6	91.0	50.9	34.6	27.4	73.7	18.1	10.0	0:24:11	1:09:49	1:34:00	0:37:03	2:11:03	14	05:44	17:23	
E	21	179.7	72.7	7.6	5.5	67.1	93.7	74.2	95.2	55.2	39.6	28.9	82.8	20.2	11.5	0:25:48	1:08:23	1:34:11	0:37:05	2:11:16		06:02	17:20	
F	21	169.0	66.8	12.9	8.6	58.2	89.6	74.5	95.8	57.4	35.8	27.6	77.8	20.2	10.0	0:24:21	1:11:10	1:35:31	0:39:07	2:14:38		05:44	18:10	
G	19	176.3	64.1	10.8	6.9	57.1	88.5	70.2	90.6	52.5	37.0	26.8	80.1	20.1	9.4	0:21:59	1:12:53	1:34:52	0:39:58	2:14:50		04:35	17:03	
H	21	170.1	59.4	7.5	4.4	54.9	88.8	66.5	88.9	52.5	35.8	26.3	73.0	18.5	9.7	0:27:41	1:10:54	1:38:35	0:36:31	2:15:06	25	06:18	17:18	
I	21	167.2	57.0	13.8	7.9	49.1	87.4	67.6	88.4	51.7	35.3	25.8	72.9	18.7	9.3	0:28:17	1:11:47	1:40:04	0:39:18	2:19:22		06:16	15:34	
J	20	166.8	55.6	8.3	4.6	51.0	86.4	66.2	87.5	47.2	33.4	25.8	72.5	18.9	10.1	0:26:45	1:15:46	1:42:31	0:39:18	2:21:49		05:40	17:01	
K	20	175.7	64.9	10.0	6.5	58.4	89.4	70.3	88.9	53.4	36.3	27.0	77.1	19.9	9.9	0:27:46	1:14:20	1:42:06	0:43:41	2:25:47		06:15	18:55	
Mean	21.1	172.5	62.0	9.3	5.7	56.2	88.6	68.9	90.3	51.9	35.9	26.9	76.1	19.3	10.0	0:24:33	1:10:55	1:35:28	0:37:52	2:13:20		05:32	17:05	
SD	1.3	5.1	5.7	2.2	1.5	5.4	2.4	3.1	3.1	3.2	1.7	1.2	3.1	0.7	0.6	0:02:49	0:02:28	0:04:42	0:02:36	0:06:56		00:40	00:53	
女子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	20	160.8	55.4	22.8	12.7	42.8	83.8	68.5	96.6	57.2	35.3	27.8	69.8	17.7	8.7	0:23:31	1:17:10	1:40:41	0:43:45	2:24:26	5	05:03	19:01	
B	20	157.7	54.2	21.0	11.4	42.9	80.3	65.8	90.6	55.7	35.7	26.6	70.2	17.6	8.9	0:26:39	1:15:23	1:42:02	0:46:30	2:28:32	6	06:10	21:50	
C	21	159.1	61.5	23.7	14.6	47.0	87.6	71.5	95.8	57.1	38.8	26.6	70.4	18.6	9.3	0:30:51	1:19:12	1:50:03	0:50:00	2:40:03	16	07:03	23:10	
Mean	20.3	159.2	57.0	22.5	12.9	44.2	83.9	68.6	94.3	56.7	36.6	27.0	70.1	18.0	9.0	0:27:00	1:17:15	1:44:15	0:46:45	2:31:00		06:05	21:20	
SD	0.5	1.3	3.2	1.1	1.3	2.0	3.0	2.3	2.7	0.7	1.6	0.6	0.2	0.4	0.2	0:03:00	0:01:34	0:04:08	0:02:33	0:06:37		00:49	01:44	

表2 日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会第7回黒磯大会出場選手の各測定値

男子 出場 188名 女子 出場 59名
 完走 185名 完走 58名
 優勝 1:58:12 優勝 2:16:09

男子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	19	175.9	62.8	12.0	7.5	55.3	88.9	67.6	91.4	52.0	36.3	27.2	79.6	19.3	9.5	0:20:46	1:02:33	1:23:19	0:41:02	2:04:21	22	04:35	17:03	
B	23	183.4	71.2	10.1	7.2	64.0	91.7	72.2	95.4	55.0	38.9	28.5	78.6	19.1	10.1	0:20:32	1:01:51	1:22:23	0:42:36	2:04:59	28	04:58	16:43	
C	23	169.2	58.2	7.6	4.4	53.8	87.3	65.5	90.4	50.8	34.6	27.5	71.7	18.6	9.9	0:23:58	1:02:29	1:26:27	0:40:55	2:07:22	42	05:44	17:23	
D	21	180.2	74.9	6.3	4.7	70.1	94.0	71.3	94.2	54.7	39.5	29.5	82.3	19.9	11.4	0:25:35	1:03:50	1:29:25	0:40:21	2:09:46	63	06:02	17:20	
E	21	170.0	59.5	11.2	6.7	52.8	88.2	63.5	89.4	51.9	35.8	26.8	73.6	18.5	9.7	0:28:37	1:02:08	1:30:45	0:39:15	2:10:00	65	06:18	17:18	
F	20	166.8	55.2	7.1	3.9	51.3	86.4	66.2	87.5	47.2	33.4	25.8	72.5	18.9	10.1	0:26:16	1:06:28	1:32:44	0:39:59	2:12:43	77	05:40	17:01	
G	21	168.8	65.1	10.8	7.0	58.1	87.5	71.0	94.7	56.0	35.8	27.8	78.2	20.1	10.0	0:23:50	1:07:52	1:31:42	0:43:54	2:15:36	95	05:44	18:10	
H	19	168.1	60.4	4.9	2.9	57.4	88.2	70.9	90.6	51.7	35.6	26.8	72.0	18.5	9.9	0:28:39	1:08:37	1:37:16	0:39:56	2:17:12	104	06:24	18:17	
I	21	166.4	56.5	12.5	7.1	49.4	86.6	66.9	89.1	50.8	34.7	26.5	72.9	18.8	9.5	0:27:35	1:06:53	1:34:28	0:43:43	2:18:11	107	06:16	15:34	
J	20	174.6	64.7	8.5	5.5	59.2	89.6	69.9	89.8	52.7	36.3	27.6	76.8	19.6	10.1	0:26:29	1:13:07	1:39:36	0:47:34	2:27:10	137	06:15	18:55	
Mean	20.8	172.3	62.9	9.1	5.7	57.1	88.8	68.5	91.3	52.3	36.1	27.4	75.8	19.1	10.0	0:25:14	1:05:35	1:30:49	0:41:56	2:12:44		05:48	17:22	
SD	1.3	5.6	6.0	2.5	1.5	5.9	2.3	2.8	2.5	2.4	1.8	1.0	3.6	0.5	0.5	0:02:46	0:03:29	0:05:20	0:02:25	0:06:39		00:34	00:53	
女子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	20	161.5	54.6	23.3	12.7	41.9	81.8	67.1	93.2	55.7	35.7	26.0	69.7	17.2	8.7	0:22:30	1:09:54	1:32:24	0:45:06	2:17:30	4	05:03	19:01	
B	21	159.2	59.1	23.2	13.7	45.4	84.5	70.0	95.5	57.5	38.3	25.3	69.6	18.7	9.3	0:28:13	1:10:27	1:38:40	0:51:42	2:30:22	23	07:03	23:10	
C	20	161.8	61.5	19.7	12.1	49.4	83.5	67.8	94.5	57.4	40.3	24.1	75.5	19.4	9.5	0:23:43	1:12:58	1:36:41	0:56:26	2:33:07	29	05:34	23:03	
D	20	159.8	48.2	18.5	8.9	39.3	79.2	64.1	91.1	52.6	33.4	23.3	69.6	17.7	8.4	0:33:55	1:19:43	1:53:38	0:47:34	2:41:12	38	07:15	21:30	
E	21	158.3	52.2	22.6	11.8	40.4	80.7	67.3	93.6	54.1	35.6	25.0	67.7	17.2	8.8	0:31:14	1:14:43	1:45:57	0:58:19	2:44:16	41	06:40	22:30	
F	19	157.1	47.3	19.3	9.1	38.2	77.1	63.4	84.8	48.4	34.0	23.3	68.3	17.5	8.1	0:32:53	1:20:44	1:53:37	0:54:33	2:48:10	46	07:26	19:40	
G	18	151.7	51.3	21.8	11.2	40.1	80.4	63.8	89.2	54.1	35.8	25.9	68.1	18.0	8.6	0:36:22	1:25:16	2:01:38	0:55:16	2:56:54	53	08:38	25:00	
Mean	19.9	158.5	53.5	21.2	11.4	42.1	81.0	66.2	91.7	54.2	36.1	24.7	69.8	17.9	8.7	0:29:50	1:16:15	1:46:05	0:52:42	2:38:47		06:48	21:59	
SD	1.0	3.2	4.9	1.8	1.7	3.7	2.3	2.3	3.4	2.9	2.2	1.1	2.5	0.8	0.5	0:04:51	0:05:21	0:09:54	0:04:29	0:12:00		01:07	01:56	

表3 2004日本学生トライアスロン選手権長良川大会出場選手の各測定値

男子 出場 154名
完走 147名
優勝 1:54:18

女子 出場 52名
完走 48名
優勝 2:13:15

男子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	23	169.5	57.5	5.8	3.3	54.2	86.0	68.5	87.2	48.4	35.5	27.7	73.3	19.3	10.0	0:19:21	1:01:31	1:20:52	0:35:11	1:56:03	5	04:23	16:04	12
B	20	166.6	58.3	12.0	7.0	51.3	89.3	68.8	88.5	50.1	34.9	25.4	73.9	18.9	9.9	0:18:28	1:02:28	1:20:56	0:36:48	1:57:44	15	04:19	17:20	
C	20	171.5	53.0	8.2	4.4	48.6	86.0	65.4	85.7	46.7	33.2	24.4	73.7	18.6	10.1	0:22:20	0:59:37	1:21:57	0:35:51	1:57:48	17	05:00	16:23	
D	22	176.7	70.8	12.0	8.5	62.3	92.3	76.5	96.5	54.0	36.6	29.6	82.3	20.6	10.4	0:19:15	1:01:37	1:20:52	0:37:38	1:58:30	21	04:25	16:03	
E	23	183.4	70.6	8.5	6.0	64.6	92.6	71.6	93.0	54.8	36.9	28.8	77.0	19.1	10.4	0:21:21	1:00:04	1:21:25	0:38:36	2:00:01	36	04:58	16:43	
F	22	170.5	58.5	10.8	6.3	52.2	88.6	69.6	86.7	50.7	35.7	25.8	76.6	18.6	9.3	0:22:00	0:59:16	1:21:16	0:39:15	2:00:31	42	04:58	17:21	
G	23	169.1	58.5	6.3	3.7	54.8	86.8	66.3	89.9	50.4	34.3	27.0	72.6	17.7	9.9	0:24:43	1:01:30	1:26:13	0:39:38	2:05:51	91	05:44	17:23	
H	19	176.1	62.9	8.4	5.3	57.6	91.2	67.7	90.3	52.1	36.3	27.0	79.7	19.5	9.6	0:21:18	1:02:55	1:24:13	0:48:44	2:12:57	129	04:35	17:03	
I	21	170.2	58.6	6.6	3.9	54.7	87.5	65.5	88.0	51.2	35.7	26.5	72.1	17.9	9.3	0:27:45	1:06:07	1:33:52	0:42:17	2:16:09	138	06:18	17:18	
J	21	179.6	75.2	5.8	4.3	70.8	92.8	76.0	97.0	56.2	39.6	28.9	81.2	19.7	11.5	0:30:33					DNF	06:02	17:20	
Mean	21.4	173.3	62.4	8.4	5.3	57.1	89.3	69.6	90.3	51.4	35.8	27.1	76.2	19.0	10.0	0:22:42	1:01:41	1:23:31	0:39:20	2:02:50		05:04	16:54	
SD	1.4	5.1	6.9	2.3	1.6	6.5	2.6	3.8	3.8	2.8	1.6	1.6	3.5	0.8	0.6	0:03:42	0:01:58	0:04:03	0:03:54	0:06:49		00:41	00:31	
女子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	20	161.3	55.4	22.2	12.3	43.1	83.9	70.0	90.0	55.5	34.5	25.5	68.2	17.1	8.8	0:22:11	1:11:25	1:33:36	0:51:01	2:24:37	22	05:03	19:01	
B	20	160.5	50.8	22.3	11.3	39.5	81.7	66.0	90.0	52.0	34.4	25.3	67.0	18.0	9.6	0:28:37	1:15:33	1:44:10	0:51:22	2:35:32	39	07:01	22:19	
C	20	162.6	58.6	17.5	10.2	48.4	82.5	67.5	91.5	55.0	37.7	25.3	73.1	19.2	9.2	0:23:47	1:09:46	1:33:33	1:02:41	2:36:14	40	05:34	23:03	
D	21	159.1	59.2	22.1	13.1	46.1	82.2	69.4	92.9	57.2	36.9	25.3	68.5	18.5	9.2	0:29:17	1:16:22	1:45:39	0:58:59	2:44:38	48	07:03	23:10	
F	18	160.5	52.5	19.9	10.5	42.0	81.0	65.8	88.6	54.1	34.5	28.2	72.3	18.7	8.8	0:20:41	1:11:55	1:32:36			DNF	04:55	20:14	
Mean	19.8	160.8	55.3	20.8	11.5	43.8	82.3	67.7	90.6	54.7	35.6	25.9	69.8	18.3	9.1	0:24:55	1:13:00	1:37:55	0:56:01	2:35:15		05:55	21:33	
SD	1.0	1.1	3.3	1.9	1.1	3.1	1.0	1.7	1.5	1.7	1.4	1.2	2.4	0.7	0.3	0:03:27	0:02:32	0:05:45	0:05:00	0:07:07		00:56	01:39	

表4 2004ITUトライアスロン国際大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第4戦出場選手の各測定値

男子 出場 33名 女子 出場 22名
 完走 32名 完走 21名
 優勝 1:54:02 優勝 2:04:15

天候	晴れ
気温	24.7°C
水温	24.5°C
風速	5.7m/sec

男子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	30	180.8	65.6	4.3	2.8	62.8	90.3	68.9	91.7	53.1	36.1	28.1	80.2	20.0	11.0	0:17:28	1:01:31	1:18:59	0:35:03	1:54:02	1	04:13	15:25	7
B	25	177.7	66.8	8.2	5.5	61.3	89.7	74.2	90.9	54.1	36.8	30.2	78.7	19.1	10.8	0:17:19	1:01:42	1:19:01	0:36:51	1:55:52	5	04:11	14:57	8
C	21	169.6	61.1	13.4	8.2	52.9	88.8	69.4	90.2	53.1	36.7	27.3	74.8	19.6	10.1	0:18:24	1:04:46	1:23:10	0:37:34	2:00:44	13	04:37	15:55	
D	22	177.0	61.3	9.2	5.6	55.7	82.8	69.8	90.9	50.6	36.6	27.0	74.2	19.2	10.5	0:18:11	1:05:02	1:23:13	0:38:44	2:01:57	17	04:42	15:58	
E	24	163.0	52.9	8.3	4.4	48.5	85.3	64.9	84.0	49.8	35.0	26.4	71.3	17.7	10.1	0:17:38	1:04:47	1:22:25	0:40:19	2:02:44	20	04:26	17:01	17
F	23	166.8	63.1	8.6	5.4	57.7	92.5	70.8	91.5	52.2	37.8	28.8	74.2	18.9	10.5	0:18:17	1:04:55	1:23:12	0:40:46	2:03:58	22	04:35	17:46	
G	21	166.0	60.4	10.8	6.5	53.8	85.7	71.9	90.4	52.4	36.3	28.0	69.8	18.4	10.4	0:18:03	1:05:11	1:23:14	0:41:17	2:04:31	25	04:30	16:30	
H	22	176.0	72.6	13.6	9.9	62.7	92.8	77.8	98.4	56.0	37.7	29.8	81.2	20.6	10.5	0:17:40	1:04:44	1:22:24	0:44:34	2:06:58	29	04:25	16:03	
I	19	174.9	63.1	6.6	4.2	63.1	91.3	72.2	90.9	52.2	35.0	28.3	78.0	19.3	10.9	0:17:30	1:03:17	1:20:47			DNF	04:27	15:15	6
Mean	23.0	172.4	63.0	9.2	5.8	57.6	88.8	71.1	91.0	52.6	36.4	28.2	75.8	19.2	10.5	0:17:50	1:03:59	1:21:49	0:39:23	2:01:21		04:27	16:06	
SD	3.0	5.8	5.0	2.8	2.0	4.9	3.3	3.4	3.4	1.7	0.9	1.2	3.7	0.8	0.3	0:00:23	0:01:23	0:01:41	0:02:47	0:04:06		00:10	00:50	
女子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	28	162.4	54.9	9.8	5.4	49.5	85.5	66.5	89.8	53.7	35.6	25.0	71.1	18.9	10.0	0:18:18	1:06:56	1:25:14	0:39:01	2:04:15	1	04:40	17:30	4
B	20	155.5	46.5	15.8	7.4	39.1	81.0	62.3	86.2	51.7	33.9	25.3	64.9	17.9	8.4	0:19:15	1:08:25	1:27:40	0:37:52	2:05:32	3	04:53	17:23	2
C	20	153.8	46.7	17.1	8.0	38.7	78.5	60.3	83.5	50.5	34.7	24.4	68.5	17.3	8.9	0:20:16	1:10:33	1:30:49	0:41:29	2:12:18	9	05:01	19:34	16
D	24	157.9	51.8	17.5	9.1	42.7	81.5	67.6	89.3	53.0	34.0	25.2	67.8	17.8	9.2	0:20:34	1:10:15	1:30:49	0:44:49	2:15:38	13	05:15	18:49	17
Mean	23.0	157.4	50.0	15.1	7.5	42.5	81.6	64.2	87.2	52.2	34.5	25.0	68.1	18.0	9.1	0:19:36	1:09:02	1:28:38	0:40:48	2:09:26		04:57	18:19	
SD	3.3	3.2	3.5	3.1	1.3	4.3	2.5	3.0	2.5	1.2	0.7	0.3	2.2	0.6	0.6	0:00:54	0:01:28	0:02:21	0:02:40	0:04:43		00:13	00:55	

表5 第10回日本トライアスロン選手権東京港大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第7戦出場選手の各測定値

男子 出場 82名 女子 出場 48名
 完走 66名 完走 34名
 優勝 1:49:07 優勝 2:00:57

天候	晴れ
気温	12.4℃
水温	18.5℃
風速	3.0m/sec

男子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	30	181.1	69.0	8.2	5.7	63.3	91.0	72.2	94.6	55.4	36.9	28.5	80.2	19.9	11.0	0:18:54	0:58:13	1:17:07	0:34:21	1:51:28	8	04:13	15:25	7
B	19	175.4	64.7	11.1	7.2	57.5	90.9	72.2	87.4	50.8	35.4	27.4	78.0	19.3	10.9	0:18:16	0:58:08	1:16:24	0:35:58	1:52:22	12	04:27	15:15	6
C	25	169.6	62.4	12.8	8.0	54.4										0:19:09	0:58:02	1:17:11	0:35:29	1:52:40	13	04:27	15:45	2
D	24	169.4	59.4	8.4	5.0	54.4	88.8	70.6	88.9	50.2	35.9	28.3	72.9	19.4	10.1	0:19:19	0:57:49	1:17:08	0:35:45	1:52:53	14	04:23	16:04	12
E	21	165.8	60.7	11.1	6.8	53.9	88.8	71.9	88.8	52.5	36.4	29.0	72.8	18.6	10.1	0:19:45	0:57:27	1:17:12	0:37:04	1:54:16	22	04:30	16:30	
F	24	176.3	63.2	9.6	6.0	57.1	89.4	69.3	88.5	52.4	36.2	27.4	76.0	18.9	10.1	0:20:28	0:58:29	1:18:57	0:36:02	1:54:59	27	04:34	15:22	18
G	24	163.6	54.3	13.8	7.5	46.8	85.0	65.5	84.5	51.1	34.6	27.4	71.2	18.5	10.9	0:19:21	0:57:49	1:17:10	0:38:11	1:55:21	29	04:26	17:01	17
H	19	173.1	62.7	15.1	9.5	53.3	89.0	72.2	91.1	51.0	37.4	27.6	74.2	19.8	10.5	0:21:09					DNF	04:40	16:00	
Mean	23.3	171.8	62.1	11.3	7.0	55.1	89.0	70.6	89.1	51.9	36.1	27.9	75.0	19.2	10.5	0:19:33	0:58:00	1:17:18	0:36:07	1:53:26		04:28	15:55	
SD	3.4	5.4	4.0	2.3	1.3	4.4	1.8	2.3	2.9	1.6	0.9	0.6	3.0	0.5	0.4	0:00:51	0:00:19	0:00:43	0:01:08	0:01:21		00:07	00:34	
女子	年齢	身長	体重	体脂肪率	脂肪量	除脂肪量	胸囲	腹囲	殿囲	大腿囲	下腿囲	上腕囲	上肢長	手長	手最大幅	S	B	S+B	R	Total	順位	S400mPB	R5000mPB	JPNランキング
A	20	153.2	45.2	16.5	7.4	37.7	75.0	64.2	83.3	49.9	34.8	23.5	68.2	17.4	8.9	0:20:56	1:02:30	1:23:26	0:40:41	2:04:07	10	05:01	19:34	16
B	24	158.1	51.5	18.1	9.3	42.2	82.8	68.5	89.8	53.4	33.1	26.0	67.8	17.5	9.6	0:20:59	1:02:27	1:23:26	0:41:49	2:05:15	14	05:15	18:49	17
C	20	155.7	48.1	20.5	9.9	38.2	82.0	63.0	87.5	50.3	34.7	26.1	64.9	16.7	8.4	0:20:57	1:05:57	1:26:54	0:38:39	2:05:33	15	04:53	17:23	2
D	20	158.6	61.2	24.5	15.0	46.2	94.5	80.9	96.9	58.3	36.1	31.4	66.2	18.1	9.1	0:20:51	1:07:49	1:28:40	0:46:23	2:15:03	29	04:41	20:00	
Mean	21.0	156.4	51.5	19.9	10.4	41.1	83.6	69.2	89.4	53.0	34.6	26.7	66.8	17.4	9.0	0:20:56	1:04:41	1:25:37	0:41:53	2:07:30		04:58	18:56	
SD	1.7	2.1	6.0	3.0	2.8	3.4	7.0	7.1	4.9	3.4	1.0	2.9	1.3	0.5	0.4	0:00:03	0:02:18	0:02:16	0:02:50	0:04:24		00:12	01:00	

表6 潮来大会出場男子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=11)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.798	-0.286	-0.013	0.854	0.787	0.484	0.493	0.491	0.772	0.504	0.759	0.644	0.434	-0.242	-0.315	-0.311	-0.041	-0.226
(2)			0.034	0.361	0.968	0.942	0.871	0.855	0.852	0.905	0.788	0.869	0.823	0.592	-0.046	-0.226	-0.147	0.153	-0.042
(3)				0.941	-0.218	-0.046	0.368	0.191	0.387	-0.030	-0.122	0.025	0.235	-0.479	0.325	0.395	0.403	0.581	0.490
(4)					0.115	0.251	0.643	0.472	0.647	0.249	0.143	0.317	0.504	-0.255	0.266	0.302	0.318	0.600	0.440
(5)						0.934	0.753	0.785	0.733	0.894	0.803	0.838	0.739	0.701	-0.123	-0.324	-0.244	0.001	-0.165
(6)							0.794	0.744	0.773	0.912	0.681	0.785	0.741	0.630	0.082	-0.263	-0.089	0.052	-0.041
(7)								0.837	0.840	0.733	0.619	0.838	0.878	0.489	0.056	-0.052	0.006	0.328	0.127
(8)									0.880	0.679	0.720	0.699	0.609	0.509	-0.009	-0.251	-0.138	0.059	-0.071
(9)										0.724	0.645	0.624	0.639	0.251	0.193	-0.102	0.062	0.297	0.153
(10)											0.790	0.837	0.694	0.569	-0.052	-0.338	-0.209	0.048	-0.123
(11)												0.616	0.525	0.661	-0.204	-0.350	-0.306	-0.026	-0.217
(12)													0.861	0.567	-0.225	-0.227	-0.254	0.140	-0.119
(13)														0.391	-0.190	0.023	-0.101	0.325	0.053
(14)															-0.087	-0.386	-0.255	-0.230	-0.259
(15)																0.578	0.903	0.598	0.835
(16)																	0.872	0.825	0.900
(17)																		0.793	0.974
(18)																			0.911
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表7 2004潮来トライアスロン全国大会兼全日本大学トライアスロン選抜大会出場女子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=3)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.098	0.611	0.352	-0.077	0.430	0.424	0.898	0.867	-0.172	0.876	-0.742	0.040	-0.380	-0.476	0.417	-0.188	-0.488	-0.307
(2)			0.847	0.966	0.985	0.941	0.943	0.526	0.581	0.964	-0.394	0.595	0.998	0.884	0.829	0.945	0.959	0.821	0.917
(3)				0.956	0.742	0.977	0.976	0.898	0.924	0.675	0.154	0.077	0.815	0.500	0.405	0.974	0.662	0.392	0.566
(4)					0.906	0.996	0.997	0.729	0.772	0.862	-0.143	0.366	0.949	0.732	0.656	0.998	0.853	0.645	0.783
(5)						0.867	0.871	0.371	0.431	0.995	-0.548	0.725	0.993	0.952	0.914	0.874	0.994	0.907	0.972
(6)							1.000	0.784	0.823	0.816	-0.059	0.287	0.920	0.672	0.590	0.9999	0.806	0.578	0.728
(7)								0.779	0.819	0.820	-0.066	0.293	0.922	0.677	0.595	0.99997	0.810	0.584	0.732
(8)									0.998	0.280	0.574	-0.371	0.476	0.067	-0.039	0.775	0.264	-0.054	0.144
(9)										0.342	0.519	-0.309	0.533	0.132	0.026	0.814	0.326	0.012	0.208
(10)											-0.625	0.788	0.977	0.977	0.948	0.824	0.9999	0.944	0.990
(11)												-0.973	-0.447	-0.779	-0.841	-0.073	-0.639	-0.849	-0.728
(12)													0.640	0.902	0.943	0.300	0.798	0.947	0.866
(13)														0.909	0.860	0.925	0.974	0.852	0.939
(14)															0.994	0.683	0.980	0.993	0.997
(15)																0.601	0.954	0.9999	0.983
(16)																	0.814	0.590	0.737
(17)																		0.949	0.993
(18)																			0.980
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表8 2004日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会第7回黒磯大会出場男子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=9)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.882	-0.176	0.182	0.850	0.914	0.679	0.695	0.602	0.923	0.792	0.783	0.352	0.483	-0.579	-0.278	-0.490	0.050	-0.351
(2)			-0.252	0.133	0.979	0.942	0.828	0.856	0.822	0.967	0.945	0.898	0.665	0.704	-0.418	-0.107	-0.290	0.131	-0.171
(3)				0.921	-0.445	-0.356	-0.168	0.007	0.152	-0.130	-0.316	-0.070	-0.188	-0.772	-0.102	-0.101	-0.122	0.158	-0.035
(4)					-0.074	-0.008	0.170	0.359	0.481	0.238	0.037	0.271	0.062	-0.539	-0.320	-0.148	-0.267	0.225	-0.121
(5)						0.949	0.798	0.787	0.727	0.923	0.943	0.847	0.657	0.819	-0.356	-0.076	-0.236	0.087	-0.147
(6)							0.660	0.669	0.626	0.962	0.890	0.818	0.467	0.746	-0.295	-0.201	-0.290	-0.014	-0.224
(7)								0.807	0.740	0.720	0.734	0.773	0.786	0.536	-0.506	0.245	-0.095	0.485	0.103
(8)									0.912	0.800	0.851	0.768	0.624	0.439	-0.626	-0.252	-0.496	0.099	-0.339
(9)										0.781	0.824	0.740	0.660	0.344	-0.384	-0.031	-0.220	0.313	-0.053
(10)											0.909	0.849	0.487	0.607	-0.384	-0.240	-0.362	0.054	-0.254
(11)												0.789	0.592	0.712	-0.392	-0.179	-0.325	0.093	-0.212
(12)													0.789	0.566	-0.486	-0.052	-0.288	0.110	-0.177
(13)														0.556	-0.260	0.418	0.150	0.400	0.257
(14)															0.035	0.020	0.032	-0.124	-0.021
(15)																0.376	0.775	-0.004	0.583
(16)																	0.877	0.820	0.956
(17)																		0.557	0.954
(18)																			0.780
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表9 2004日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会第7回黒磯大会出場女子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=4)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.510	-0.495	-0.058	0.549	0.241	-0.314	-0.186	0.467	0.419	-0.091	0.754	0.343	0.249	-0.977	-0.414	-0.863	-0.447	-0.683
(2)			-0.639	0.344	0.981	0.888	0.525	0.723	0.949	0.966	-0.570	0.847	0.973	0.940	-0.432	-0.243	-0.405	0.082	-0.165
(3)				0.502	-0.778	-0.230	0.181	-0.152	-0.368	-0.781	0.905	-0.896	-0.697	-0.705	0.300	-0.455	0.034	-0.549	-0.277
(4)					0.153	0.721	0.828	0.645	0.615	0.138	0.450	-0.150	0.249	0.205	-0.090	-0.810	-0.386	-0.554	-0.495
(5)						0.784	0.379	0.626	0.870	0.988	-0.694	0.922	0.971	0.946	-0.435	-0.086	-0.346	0.202	-0.070
(6)							0.833	0.897	0.970	0.785	-0.257	0.512	0.850	0.818	-0.244	-0.485	-0.367	-0.105	-0.245
(7)								0.944	0.674	0.441	-0.050	-0.004	0.555	0.565	0.265	-0.368	0.044	0.005	0.025
(8)									0.777	0.695	-0.368	0.277	0.782	0.800	0.206	-0.182	0.075	0.224	0.159
(9)										0.842	-0.297	0.676	0.880	0.830	-0.455	-0.510	-0.528	-0.169	-0.362
(10)											-0.762	0.877	0.991	0.983	-0.293	0.015	-0.204	0.326	0.070
(11)												-0.693	-0.713	-0.765	-0.116	-0.657	-0.344	-0.824	-0.618
(12)													0.813	0.775	-0.619	0.012	-0.438	0.166	-0.137
(13)														0.993	-0.233	-0.041	-0.183	0.303	0.068
(14)															-0.127	0.055	-0.069	0.403	0.180
(15)																0.584	0.947	0.629	0.824
(16)																	0.814	0.917	0.910
(17)																		0.813	0.950
(18)																			0.954
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表10 2004日本学生トライアスロン選手権長良川大会出場男子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=10)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	
(1)		0.842	-0.080	0.221	0.840	0.813	0.635	0.736	0.788	0.702	0.703	0.710	0.549	0.593	0.211	-0.235	-0.198	0.245	0.022	
(2)			0.021	0.356	0.974	0.918	0.888	0.959	0.961	0.902	0.870	0.816	0.665	0.736	0.285	-0.029	-0.202	0.179	-0.018	
(3)				0.936	-0.204	0.303	0.270	0.046	0.033	-0.153	-0.132	0.302	0.359	-0.201	-0.640	-0.256	-0.509	-0.127	-0.375	
(4)					0.136	0.580	0.547	0.378	0.347	0.135	0.208	0.557	0.573	0.041	-0.531	-0.214	-0.483	-0.062	-0.322	
(5)						0.833	0.809	0.925	0.935	0.923	0.873	0.731	0.566	0.770	0.429	0.037	-0.075	0.231	0.087	
(6)							0.805	0.855	0.920	0.801	0.686	0.860	0.686	0.547	0.090	-0.039	-0.263	0.344	0.040	
(7)								0.880	0.786	0.791	0.785	0.847	0.815	0.741	0.055	-0.265	-0.530	-0.199	-0.428	
(8)									0.900	0.801	0.864	0.806	0.671	0.762	0.267	0.042	-0.161	0.127	-0.023	
(9)										0.899	0.802	0.745	0.498	0.575	0.371	0.124	0.020	0.373	0.225	
(10)											0.762	0.728	0.567	0.646	0.447	0.170	-0.052	0.360	0.175	
(11)												0.647	0.621	0.592	0.131	0.059	-0.115	0.055	-0.037	
(12)													0.849	0.549	0.037	-0.203	-0.420	0.306	-0.075	
(13)														0.563	-0.298	-0.176	-0.596	-0.054	-0.385	
(14)						n=10									0.325	-0.404	-0.576	-0.534	-0.647	
(15)																0.460	0.903	0.364	0.744	
(16)																	0.797	0.466	0.740	
(17)																		0.473	0.864	
(18)																			0.852	
(19)																				n=9

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

※(16)~(19)は被験者Jのデータ欠損のためn=9となっている

表11 2004日本学生トライアスロン選手権長良川大会出場女子選手における種々の測定値の相関マトリックス (n=5)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	
(1)		0.082	-0.710	-0.690	0.327	0.344	-0.104	-0.215	-0.224	0.203	-0.114	0.546	0.159	-0.114	-0.540	-0.882	-0.713	0.231	-0.542	
(2)			-0.321	0.320	0.944	0.426	0.679	0.833	0.879	0.880	-0.432	0.282	0.329	-0.106	0.145	-0.147	0.022	0.811	0.396	
(3)				0.792	-0.615	0.190	0.326	0.006	-0.014	-0.560	-0.212	-0.941	-0.778	0.122	0.462	0.743	0.605	-0.789	-0.095	
(4)					-0.012	0.433	0.756	0.518	0.575	-0.010	-0.426	-0.732	-0.554	0.001	0.520	0.646	0.597	-0.322	0.167	
(5)						0.299	0.452	0.699	0.727	0.932	-0.307	0.553	0.541	-0.112	-0.029	-0.381	-0.185	0.915	0.341	
(6)							0.842	0.275	0.435	0.108	-0.592	-0.281	-0.611	-0.254	-0.106	-0.298	-0.195	-0.255	-0.772	
(7)								0.568	0.805	0.290	-0.519	-0.316	-0.466	-0.303	0.105	0.021	0.072	0.004	-0.204	
(8)									0.664	0.824	-0.710	-0.135	0.261	0.398	0.667	0.345	0.552	0.772	0.836	
(9)										0.579	-0.182	0.121	0.060	-0.415	0.025	-0.014	0.009	0.481	0.262	
(10)											-0.443	0.432	0.664	0.237	0.280	-0.131	0.111	0.996	0.625	
(11)												0.488	0.213	-0.604	-0.658	-0.246	-0.503	-0.577	-0.864	
(12)													0.749	-0.386	-0.625	-0.737	-0.700	0.840	0.103	
(13)														0.213	0.027	-0.170	-0.059	0.915	0.710	
(14)							n=5								0.834	0.547	0.742	0.070	0.577	
(15)																0.842	0.971	0.031	0.808	
(16)																	0.946	-0.281	0.585	
(17)																		-0.120	0.716	
(18)																				0.607
(19)																				n=4

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

※(18)~(19)は被験者Fのデータ欠損のためn=4となっている

表12 2004ITUトライアスロン国際大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第4戦出場男子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=9)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	
(1)		0.699	-0.317	-0.120	0.804	0.246	0.438	0.557	0.469	0.119	0.440	0.831	0.743	0.770	-0.468	-0.687	-0.667	-0.422	-0.565	
(2)			0.173	0.417	0.852	0.672	0.884	0.943	0.907	0.622	0.844	0.833	0.870	0.536	-0.277	-0.358	-0.356	0.161	-0.044	
(3)				0.965	-0.307	-0.014	0.393	0.356	0.374	0.510	0.080	-0.157	0.195	-0.686	0.529	0.667	0.665	0.635	0.704	
(4)					-0.061	0.169	0.595	0.573	0.576	0.616	0.294	0.080	0.399	-0.502	0.386	0.531	0.522	0.659	0.656	
(5)						0.690	0.687	0.725	0.667	0.239	0.749	0.876	0.737	0.868	-0.525	-0.633	-0.636	-0.104	-0.330	
(6)							0.547	0.585	0.707	0.396	0.714	0.679	0.571	0.403	-0.263	-0.342	-0.339	0.158	-0.018	
(7)								0.876	0.852	0.574	0.862	0.577	0.630	0.349	-0.210	-0.104	-0.132	0.446	0.256	
(8)									0.841	0.684	0.697	0.682	0.872	0.359	-0.034	-0.058	-0.055	0.372	0.228	
(9)										0.587	0.835	0.718	0.769	0.303	-0.256	-0.306	-0.308	0.205	-0.003	
(10)											0.560	0.243	0.492	-0.069	0.412	0.213	0.267	0.382	0.336	
(11)												0.646	0.501	0.513	-0.414	-0.432	-0.447	0.174	-0.073	
(12)													0.844	0.644	-0.554	-0.645	-0.653	-0.154	-0.373	
(13)														0.417	-0.093	-0.283	-0.252	0.001	-0.105	
(14)															-0.590	-0.787	-0.778	-0.462	-0.642	
(15)																0.757	0.845	0.192	0.485	
(16)																	0.989	0.706	0.898	
(17)																		0.625	0.848	
(18)																			0.944	
(19)																				n=8

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表13 2004ITUトライアスロンインターナショナルイベント幕張大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第4戦出場女子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=4)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	
(1)		0.957	-0.845	-0.651	0.986	0.978	0.799	0.890	0.949	0.632	0.321	0.683	0.947	0.879	-0.671	-0.749	-0.723	-0.110	-0.422	
(2)			-0.699	-0.457	0.961	0.878	0.871	0.893	0.933	0.604	0.196	0.767	0.814	0.935	-0.442	-0.527	-0.497	0.172	-0.150	
(3)				0.955	-0.869	-0.886	-0.356	-0.535	-0.655	-0.828	-0.089	-0.661	-0.936	-0.753	0.931	0.919	0.927	0.558	0.778	
(4)					-0.684	-0.729	-0.072	-0.282	-0.417	-0.801	0.005	-0.528	-0.818	-0.563	0.967	0.912	0.937	0.754	0.894	
(5)						0.945	0.736	0.819	0.894	0.743	0.159	0.792	0.921	0.941	-0.662	-0.715	-0.698	-0.093	-0.400	
(6)							0.729	0.862	0.925	0.583	0.431	0.560	0.989	0.779	-0.783	-0.861	-0.835	-0.289	-0.579	
(7)								0.970	0.934	0.133	0.530	0.394	0.621	0.652	-0.154	-0.311	-0.252	0.392	0.096	
(8)									0.988	0.226	0.607	0.396	0.781	0.676	-0.382	-0.531	-0.476	0.155	-0.150	
(9)										0.365	0.534	0.495	0.860	0.756	-0.495	-0.624	-0.578	0.060	-0.254	
(10)											-0.467	0.908	0.630	0.827	-0.638	-0.553	-0.588	-0.284	-0.454	
(11)												-0.465	0.392	-0.145	-0.243	-0.404	-0.344	-0.165	-0.265	
(12)													0.546	0.943	-0.356	-0.316	-0.332	0.132	-0.091	
(13)														0.744	-0.866	-0.922	-0.905	-0.419	-0.688	
(14)															-0.464	-0.483	-0.478	0.115	-0.173	
(15)																0.981	0.993	0.807	0.951	
(16)																	0.997	0.736	0.913	
(17)																		0.766	0.932	
(18)																			0.947	
(19)																				

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

表14 第10回日本トライアスロン選手権東京港大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第7戦出場男子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=8)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.914	-0.471	-0.223	0.901	0.834	0.552	0.731	0.567	0.515	-0.096	0.943	0.747	0.293	-0.070	0.787	0.166	-0.830	-0.605
(2)			-0.436	-0.141	0.955	0.934	0.771	0.824	0.652	0.635	0.193	0.940	0.724	0.244	-0.151	0.553	-0.009	-0.879	-0.740
(3)				0.950	-0.682	-0.532	-0.258	-0.384	-0.430	-0.044	-0.446	-0.488	-0.212	0.225	0.398	-0.309	-0.205	0.694	0.471
(4)					-0.428	-0.238	0.031	-0.134	-0.289	0.198	-0.403	-0.229	0.030	0.287	0.397	-0.158	-0.280	0.422	0.203
(5)						0.922	0.699	0.795	0.678	0.526	0.296	0.924	0.657	0.141	-0.257	0.539	0.045	-0.901	-0.729
(6)							0.870	0.695	0.406	0.552	0.225	0.853	0.667	0.055	-0.222	0.441	-0.089	-0.864	-0.772
(7)								0.710	0.253	0.718	0.448	0.567	0.657	-0.070	-0.030	0.026	-0.296	-0.715	-0.760
(8)		n=8							0.695	0.854	0.476	0.661	0.813	0.083	0.119	0.282	0.019	-0.888	-0.732
(9)										0.435	0.433	0.636	0.277	0.288	-0.119	0.294	0.177	-0.547	-0.360
(10)											0.377	0.359	0.647	-0.222	0.557	0.174	0.271	-0.736	-0.467
(11)												0.001	0.081	-0.304	-0.140	-0.599	-0.234	-0.263	-0.348
(12)													0.646	0.459	-0.369	0.682	-0.063	-0.845	-0.741
(13)														0.283	-0.001	0.445	-0.254	-0.942	-0.928
(14)									n=7						-0.512	0.238	-0.541	-0.106	-0.386
(15)																0.055	0.904	0.277	0.716
(16)																	0.477	-0.533	-0.190
(17)																		0.015	0.548
(18)																			0.844
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

※(6)~(14)は被験者Cのデータ欠損のためn=7、(16)~(19)は被験者Hのデータ欠損のためn=7、更にその両者同士の相関についてはn=6となっている

表15 第10回日本トライアスロン選手権東京港大会・NTTトライアスロンジャパンカップ第7戦出場女子選手における種々の測定値の相関マトリックス(n=4)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
(1)		0.847	0.677	0.753	0.881	0.852	0.737	0.898	0.837	0.014	0.802	-0.233	0.487	0.495	-0.261	0.465	0.467	0.652	0.661
(2)			0.881	0.962	0.975	0.980	0.972	0.990	0.990	0.514	0.976	-0.250	0.754	0.322	-0.730	0.718	0.714	0.910	0.954
(3)				0.975	0.756	0.947	0.800	0.898	0.809	0.705	0.962	-0.655	0.433	-0.157	-0.783	0.960	0.959	0.672	0.927
(4)					0.878	0.986	0.912	0.961	0.918	0.667	0.997	-0.475	0.613	0.052	-0.808	0.881	0.878	0.815	0.977
(5)						0.921	0.964	0.959	0.993	0.355	0.905	-0.058	0.822	0.524	-0.620	0.546	0.542	0.933	0.881
(6)							0.912	0.992	0.942	0.534	0.996	-0.436	0.611	0.167	-0.709	0.818	0.816	0.814	0.945
(7)								0.929	0.987	0.572	0.921	-0.073	0.880	0.390	-0.800	0.633	0.626	0.980	0.954
(8)									0.967	0.450	0.980	-0.340	0.661	0.289	-0.658	0.739	0.737	0.844	0.923
(9)										0.466	0.937	-0.112	0.831	0.437	-0.710	0.622	0.617	0.951	0.931
(10)											0.609	-0.414	0.420	-0.444	-0.946	0.793	0.786	0.530	0.746
(11)												-0.447	0.625	0.115	-0.769	0.850	0.847	0.825	0.968
(12)													0.394	0.724	0.265	-0.790	-0.797	0.119	-0.334
(13)														0.626	-0.677	0.239	0.229	0.957	0.735
(14)															0.141	-0.426	-0.430	0.497	0.099
(15)																-0.778	-0.769	-0.776	-0.896
(16)																	0.9999	0.490	0.830
(17)																		0.481	0.825
(18)																			0.892
(19)																			

(1)身長, (2)体重, (3)体脂肪率, (4)脂肪量, (5)除脂肪量, (6)胸囲, (7)腹囲, (8)殿囲, (9)大腿囲, (10)下腿囲, (11)上腕囲, (12)上肢長, (13)手長, (14)手最大幅, (15)スイムタイム, (16)バイクタイム, (17)スイム+バイクタイム, (18)ランタイム, (19)トータルタイム

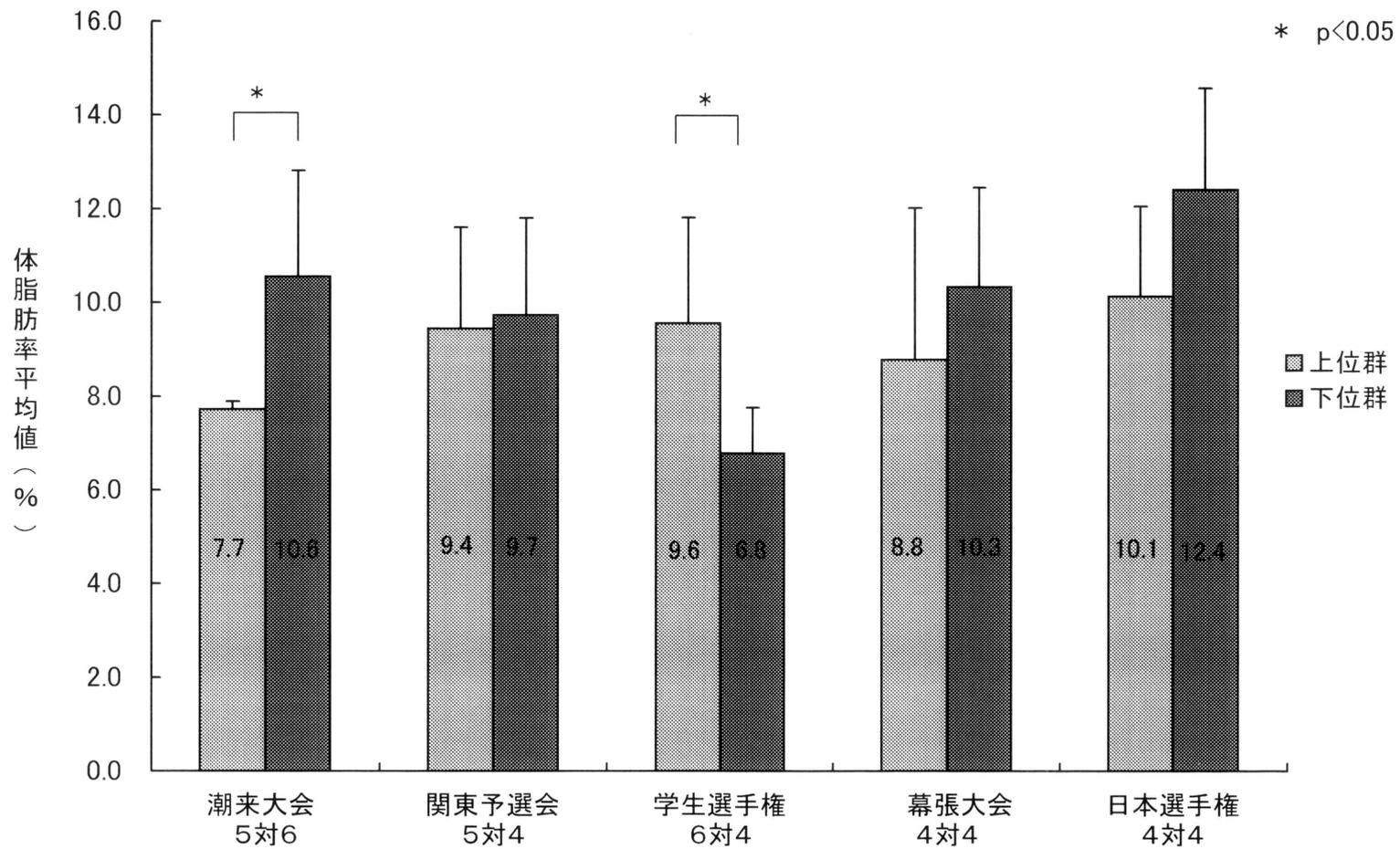


図1 各大会出場男子選手における競技力上位群と下位群の体脂肪率平均値

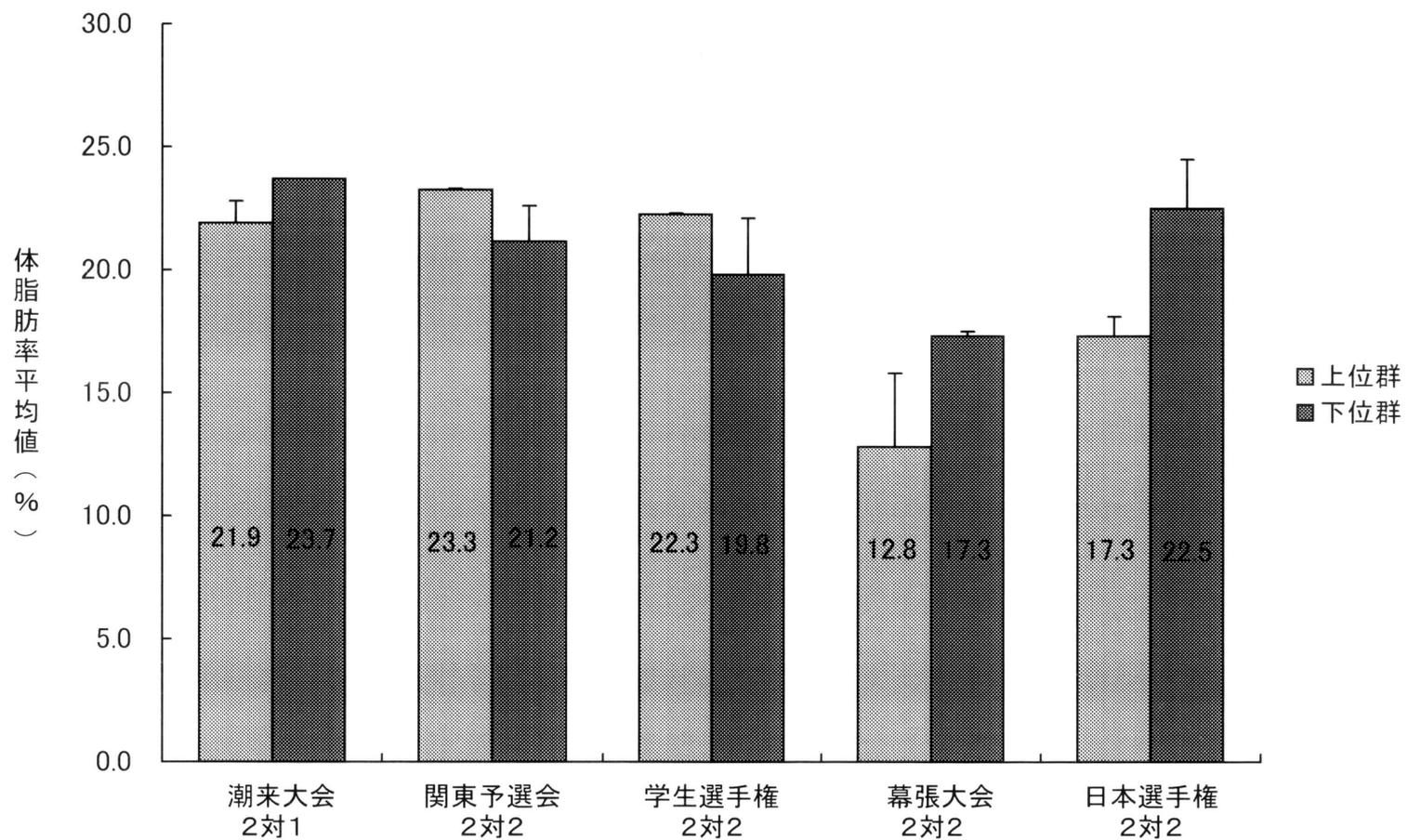


図2 各大会出場女子選手における競技力上位群と下位群の体脂肪率平均値

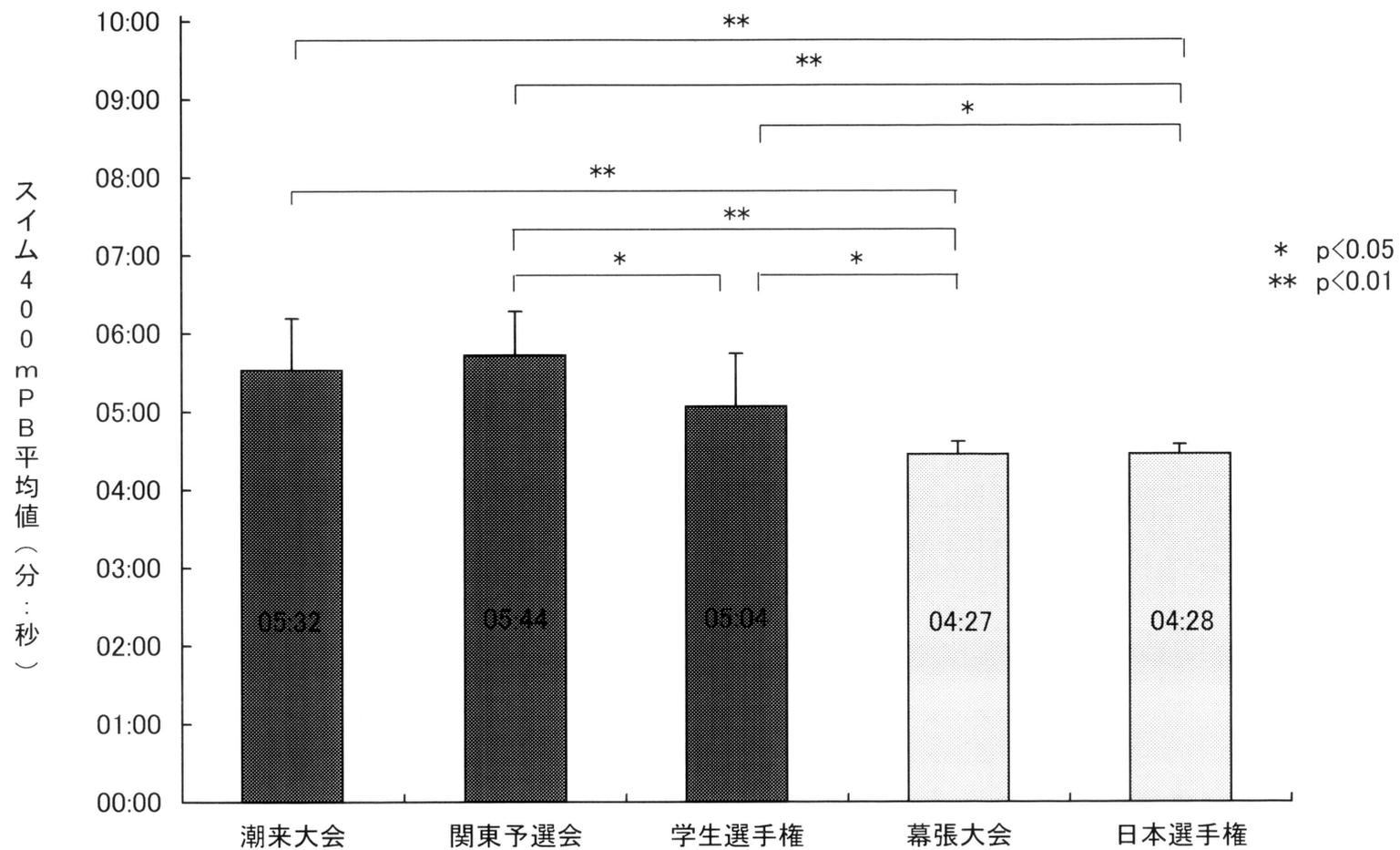


図3 各大会出場男子選手のスイム400mPB平均値

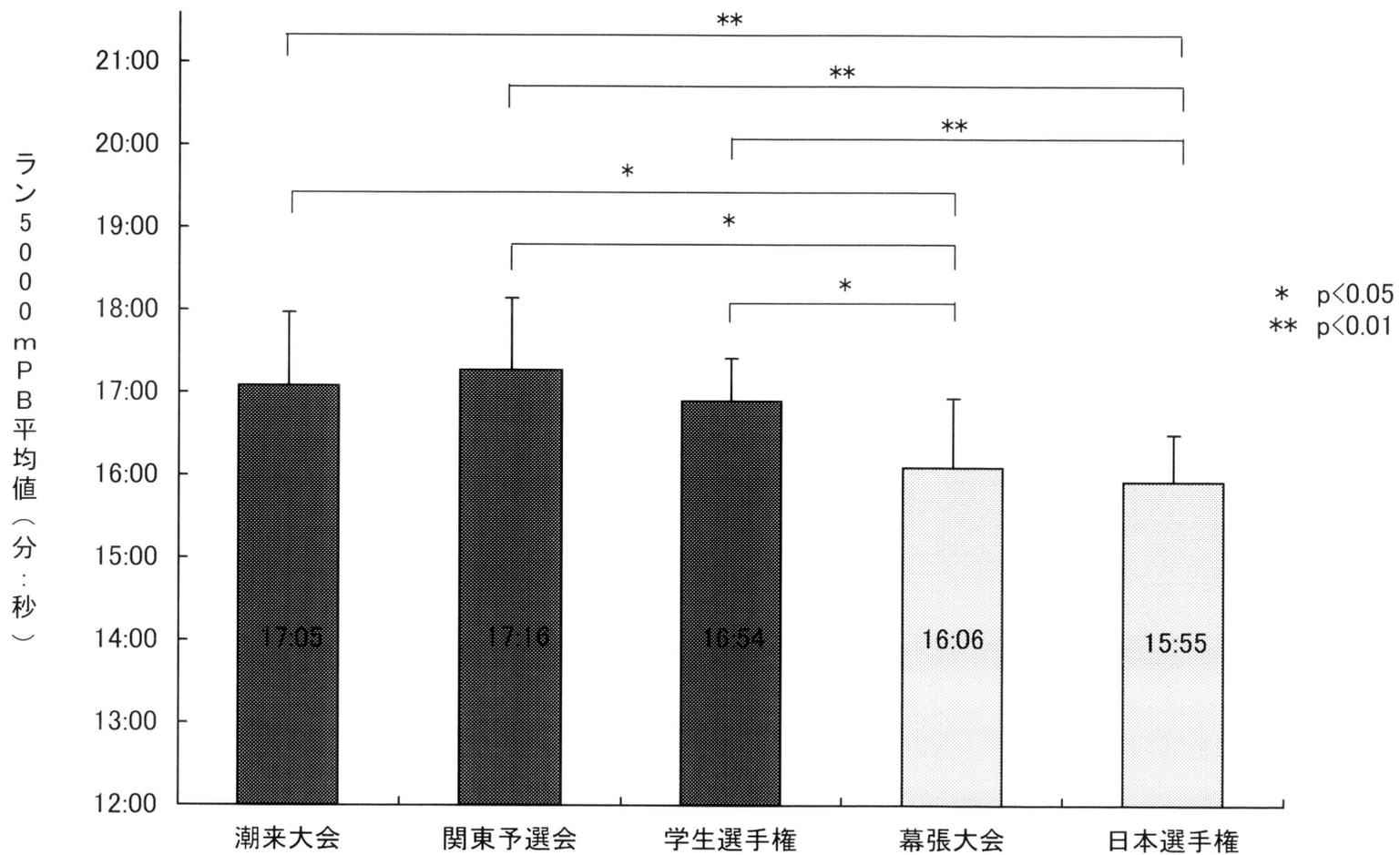


図4 各大会出場男子選手のラン5000mPB平均値

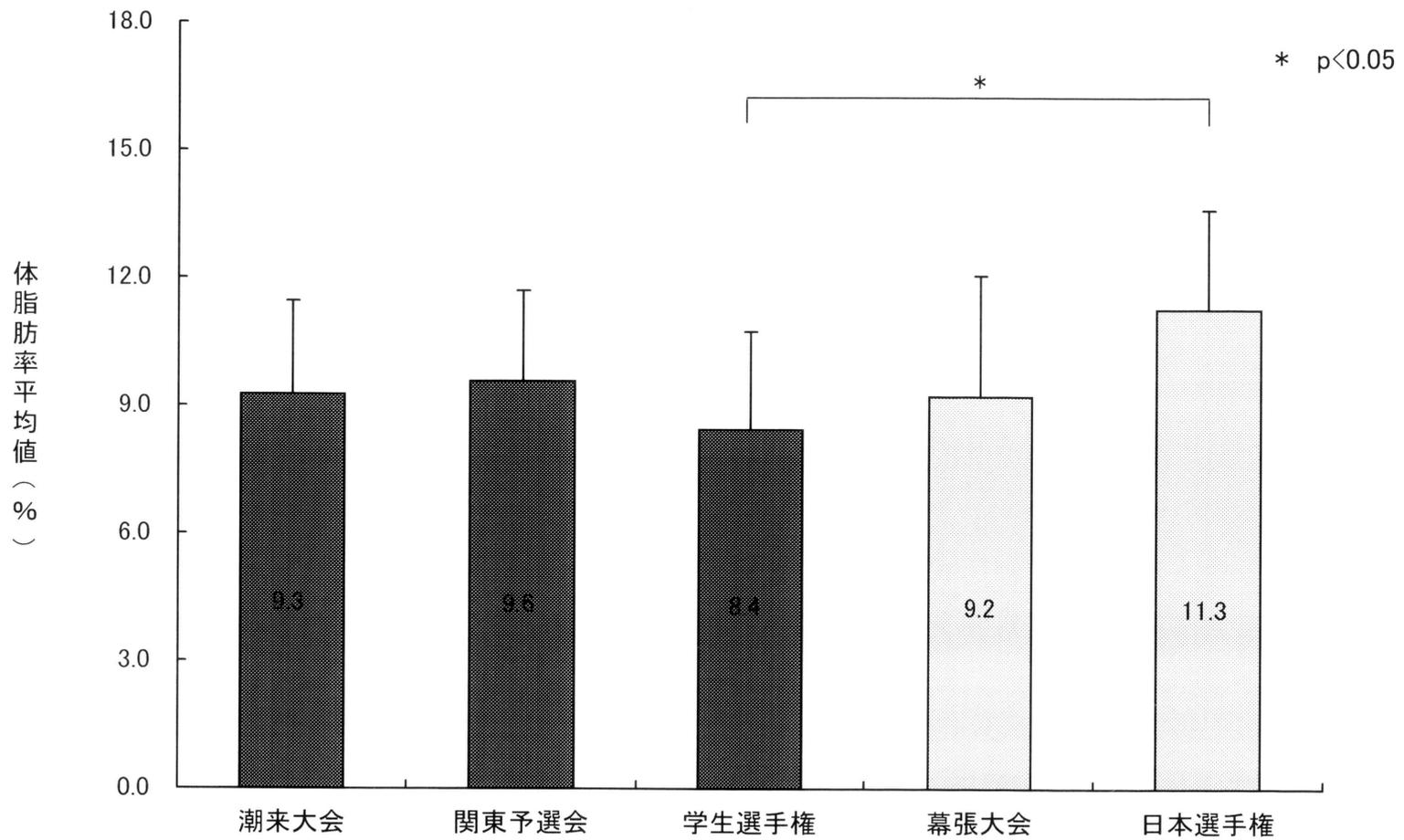


図5 各大会出場男子選手の体脂肪率平均値

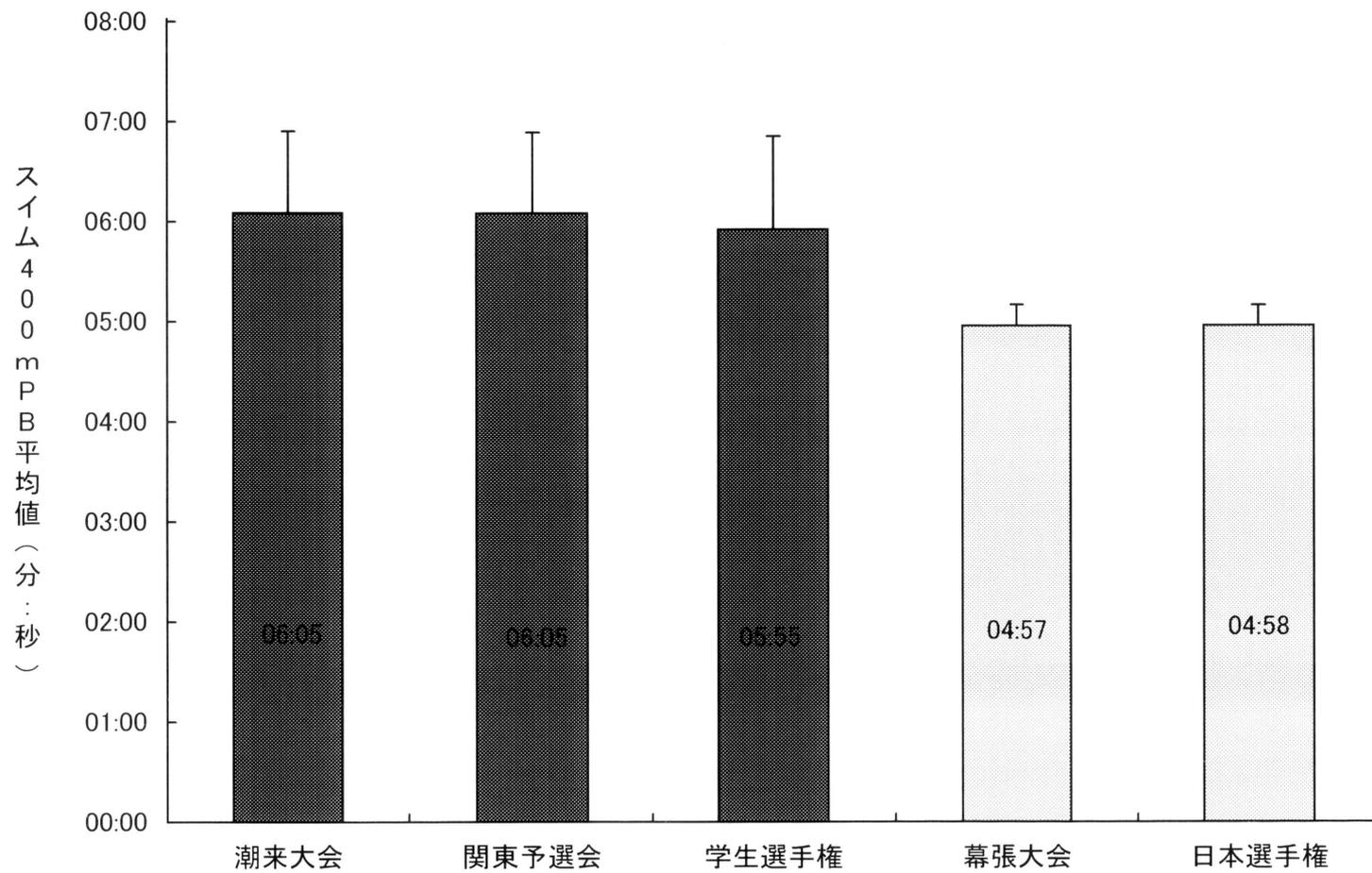


図6 各大会出場女子選手のスイム400mPB平均値

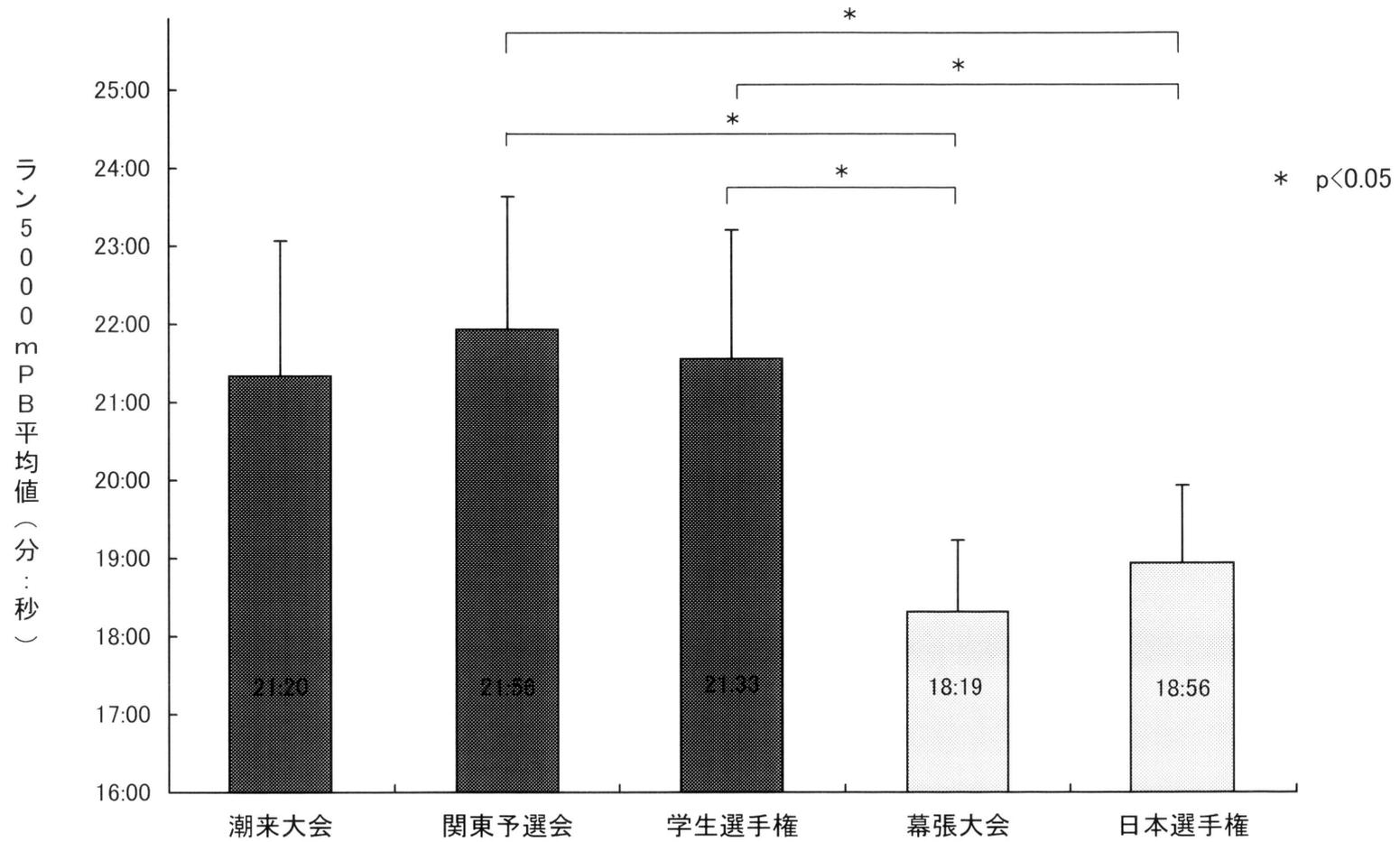


図7 各大会出場女子選手のラン5000mPB平均値

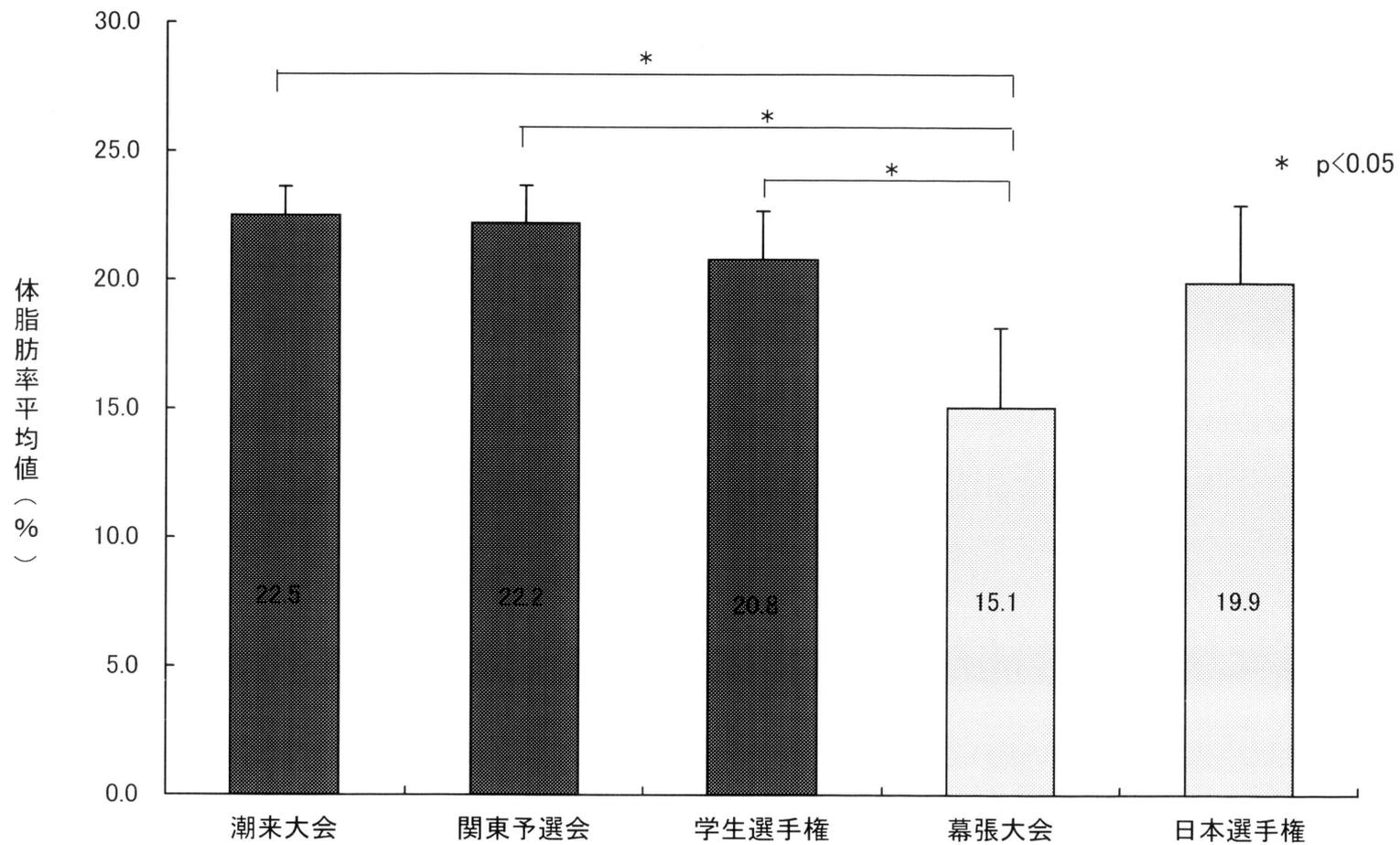


図8 各大会出場女子選手の体脂肪率平均値

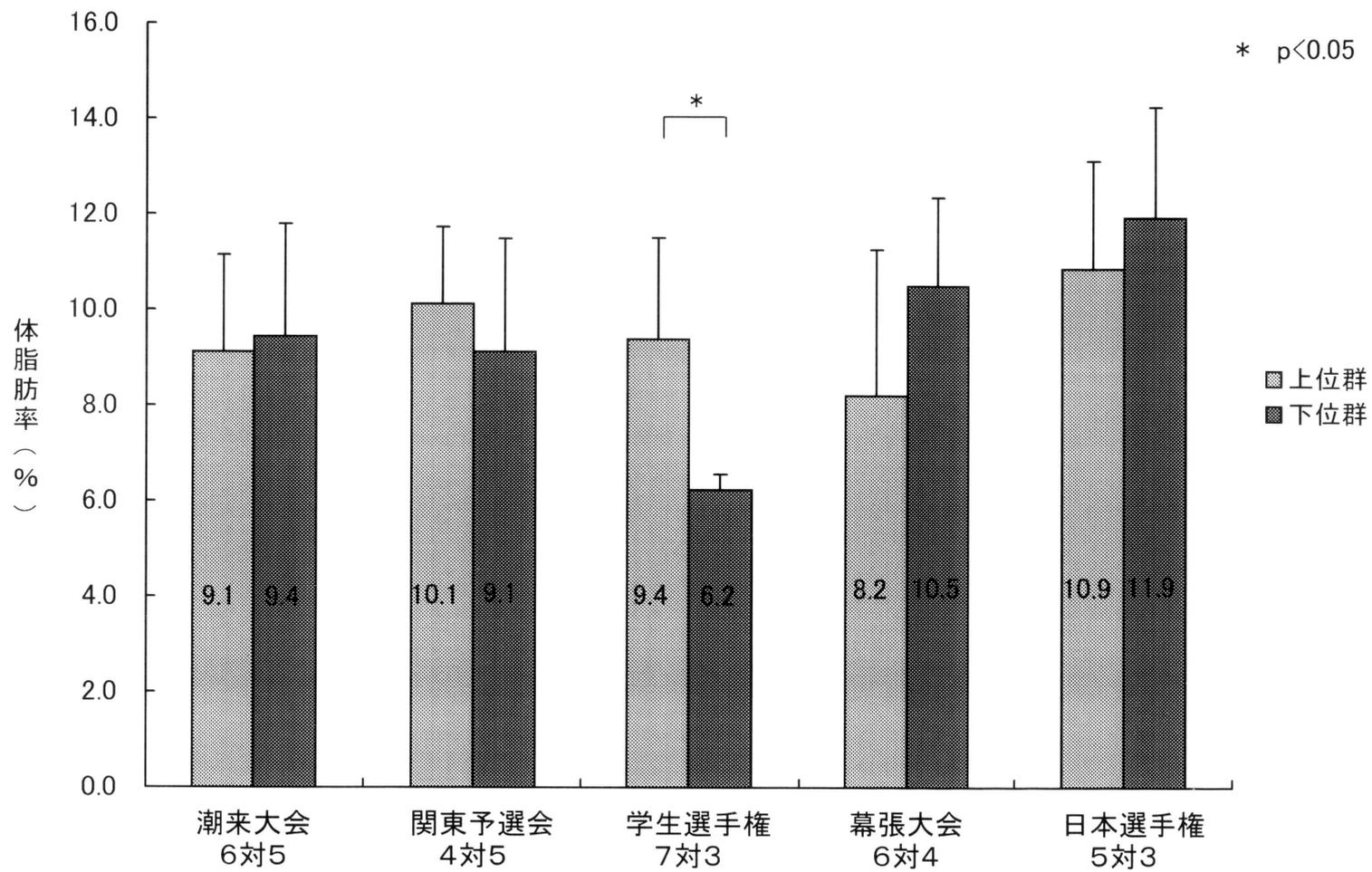


図9 各大会出場男子選手におけるスイムタイム上位群と下位群の体脂肪率平均値

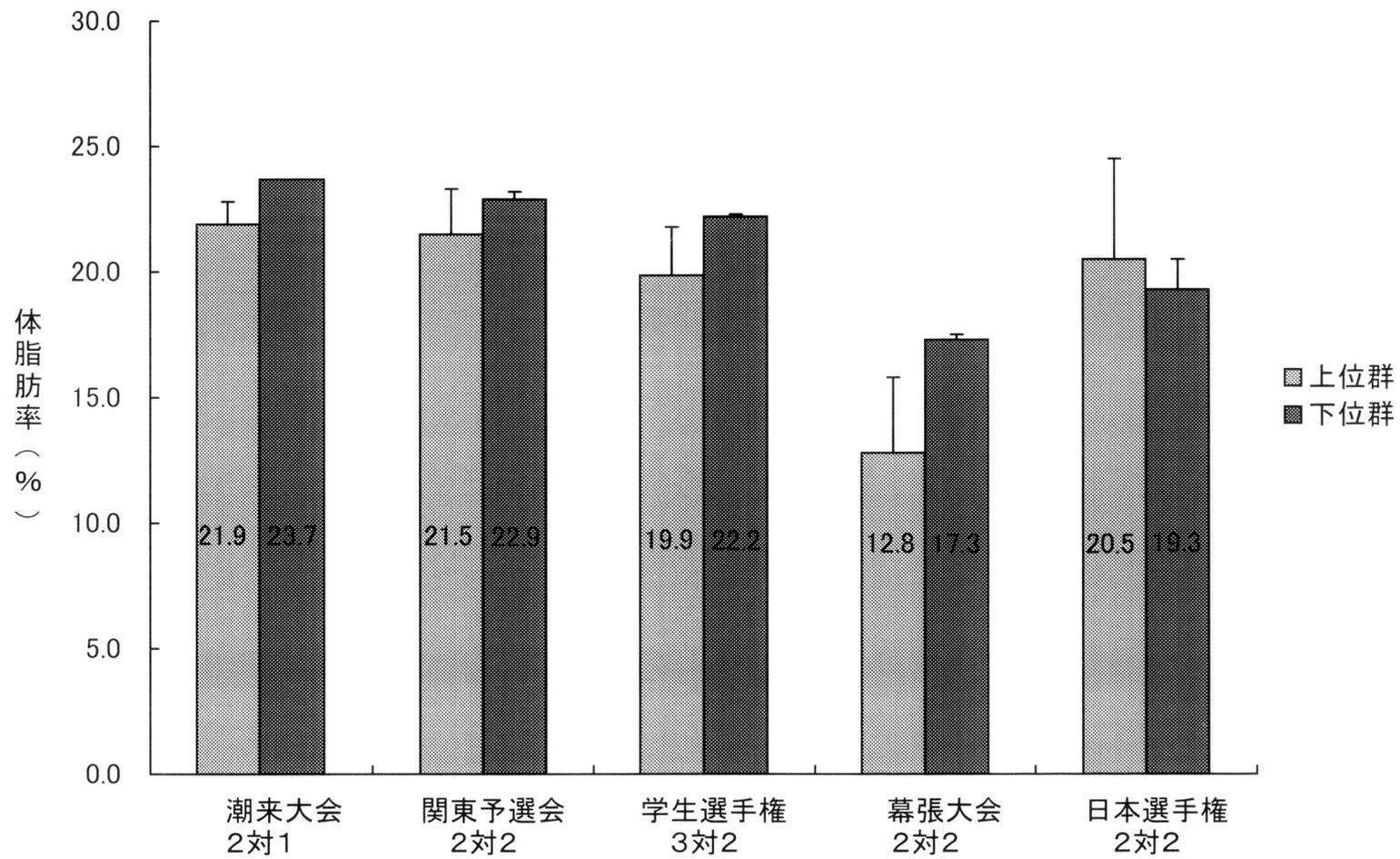


図10 各大会出場女子選手におけるスイムタイム上位群と下位群の体脂肪率平均値

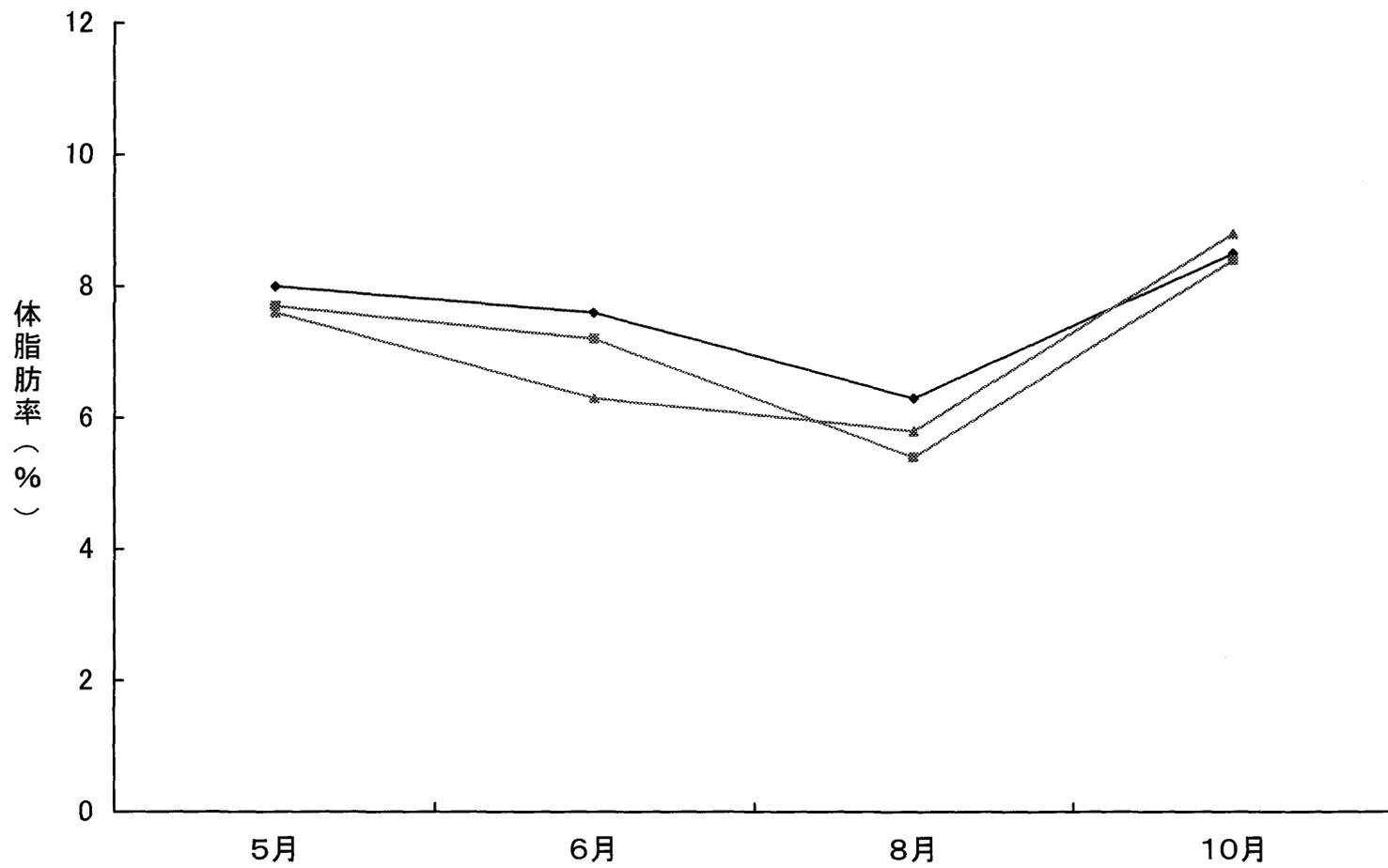


図11 シーズン中の体脂肪率変化

(付表 1)

被験者のお願い

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科
スポーツ医科学領域 2年 岡田 祐紀
指導教員 吉儀 宏

私は、修士論文作成のために以下のような実験を計画しています。つきましては被験者として貴方にご協力していただきたくお願い申し上げます。実験内容は下記の通りです。内容を十分理解され、実験に御協力いただける場合は、同意書に署名をお願いします。なお、何か質問がございましたら遠慮なくお申し出ください。

論文テーマ：オリンピックディスタンス・トライアスリートの身体組成

研究目的：オリンピックディスタンスのトライアスリートにとって望ましい体脂肪率を探ること

測定内容：①体脂肪率 BODPOD によって測定
②形態計測 胸囲、胴囲、殿囲、大腿囲、下腿囲、上腕囲
手長、手最大幅、上肢長

測定期日： 5月23日 潮来トライアスロン全国大会
6月27日 日本学生トライアスロン選手権関東ブロック予選会
9月5日 日本学生トライアスロン選手権大会
9月19日 ITU インターナショナルイベント（幕張）
10月24日 ITU インターナショナルイベント・第10回日本選手権（東京港）

各レース前1週間以内を予定していますので、都合の良い日をお知らせ下さい。

実施場所：順天堂大学さくらキャンパス（第1体育館トレーニング室）
順天堂医院（健康スポーツ室）

実験に伴う問題点

測定項目上、肉体的な苦痛を感じることは特にありませんが、もし測定中に身体に異常や不快感を感じた場合は即、測定を中止して結構です。また、女性の形態計測は女性が行うよう配慮します。

同意書

2004年 月 日

岡田 祐紀 殿

私は貴研究の内容を理解し、被験者として協力することに同意します。

署名