長距離ランナーにおける体脂肪率 (% Fat) 推定法の比較

満園 良一¹⁾ 小宮 秀一²⁾

1) 久留米大学商学部

2) 九州大学健康科学センター

Comparison of Methods for Estimating Percent Body Fat in Distance-Runners

Ryoichi MITSUZONO¹⁾ and Shuichi KOMIYA²⁾

1) Faculty of Commerce, Kurume University

2) Institute of Health Science, Kyusyu University

A comparative study was conducted between two independent methods to estimate body fat in 13 college male distance-runners (20.2 ± 1.1 yrs) and 11 male college students (19.6 ± 0.7 yrs) as control group. The methods dealt with different body component parameters. Body fat was estimated (1) in terms of total body water based on the analysis of dilution of orally ingested deuterium oxide (D_2O) in urine, and (2) in terms of body density based on underwater weighing.

The results were as follows:

- 1) The skinfold thickness at 14 sites in distance-runners were thinner than those in control group. The mean values for subcutaneous fat in distance-runners were 4.3 ± 0.7 kg ($7.2 \pm 1.1\%$), which were lower than those (8.3 ± 2.7 kg & $13.3 \pm 3.4\%$) in control group significantly. On the other hand, the mean values for internal fat in distance-runners were 8.7 ± 1.4 kg ($14.4 \pm 1.6\%$), which were larger than those (6.5 ± 3.1 kg & $10.2 \pm 4.3\%$) in control group.
- 2) The mean values for percent body fat in control group were $16.1 \pm 1.6\%$ by skinfolds method, $20.2 \pm 5.1\%$ by body density method and $23.5 \pm 4.6\%$ by total body water method. The estimated values of percent body fat by the methods of body density and total body water were approximately the same.
- 3) The mean values for percent body fat in distance-runners were $11.9 \pm 1.4\%$ by skinfolds method, $11.8 \pm 1.7\%$ by body density method and $21.5 \pm 1.9\%$ by total body water method. The estimated values of percent body fat in distance-runners were lower than those in control group. The estimated value of percent body fat by total body water method was as much as 10% higher than those by the methods of skinfolds and body density.

The results of this study suggest that total body water method tends to overestimate, and that body density method tends to underestimate the value of percent body fat in distance-runners.

(Ann. Physiol. Anthropol. 10(4): 219-227, 1991)

Key words: Total body water, Body density, % Fat, Distance-runners

身体を構成する体脂肪量 (Fat Mass) と除脂肪量 (Lean Body Mass; LBM) をどのようにして推定するかは、必ずしもその方法が確立されているわけではない。体脂肪量を in-vivo の状態で推定する場合は、水中体重の測定による体密度から求める方法が一般的である (Wilmore, 1983; Lohman, 1984)。同様に除脂肪量を推定する場合は、体内総水分量 (Total Body Water; TBW), 尿中クレアチニン排泄量, 総体カリウム (K^{40}) 量などを測定することにより求める方法が採用されている (Sohloerb ら, 1950; Komiya ら, 1981; Forbes & Bruining, 1976; Heymsfield ら, 1983; Forbes & Hursh, 1963; Smith ら, 1979)。これらの測定方法は、いずれも設備をともなった実験室での複雑なテクニックを必要とし、簡便さに欠けるものである。したがって、体密度と相関の高い皮下脂肪厚からの推定式を用いて体密度を算出し、この体密度から身体組成を推定する方法がフィールドにおいて広くもちいられている (Nagamine & Suzuki, 1964)。また、最近では生体に弱い交流電流を流したときの生体電気抵抗値を基礎にしたインピーダンス法 (Bioelectrical Impedance Measurement; BMI) が簡便法として注目されている。この方法の原理は、生体に電流を流したとき、水分と電解質とから構成される除脂肪組織が水分を含まない脂肪組織よりも、伝導率が大きく抵抗率が小さいというものである (Komiya & Masuda, 1990)。しかしながら、これらのさまざまな原理にもとづいた推定法による身体組成が、必ずしも一致しているとは言いがたい (小宮, 1991)。

一方、長距離ランナーにおける身体組成の研究報告

は少ないが、走運動時に効率よく体重を移動させる目的から、少ない体脂肪量は長距離ランナーの特徴とされてきた。とくに Cureton & Sparling (1980) は、体脂肪量に見合う余剰重量を装着させ、走行させた場合、走行時の代謝効率が悪くなることから、少ない体脂肪量は長距離ランナーにとって有利であると報告している。身体組成の推定に真値を求めることは不可能に近いため、長距離ランナーに限らず各種スポーツ競技者に関する身体組成の研究報告は、従来から皮下脂肪厚や水中体重の測定による体密度法が多く採用されている (Wilmore, 1983)。しかしながら、長距離ランナーの身体組成を重水希釈法による体水分量法で推定した研究は皆無である。したがって、同一長距離ランナーの身体組成を異なった推定法によって比較した報告もない。

本研究では、体脂肪量の多少が走パフォーマンスに影響する長距離ランナーを対象に、水中体重測定による体密度法と体内総水分量の定量による体水分量法から求めたそれぞれの体脂肪率 (% Fat) を比較し、体脂肪量の少ない長距離ランナーは両推定法でどのような差を示すかについて検討することが目的である。

研究方法

1. 被検者

被検者は、久留米大学陸上競技部に所属し規則的な走トレーニングを3～9年実施してきた男子長距離ランナー (Distance-runners) 群13名と、対照 (Non-athletes) 群として日常規則的な運動を実施していない同大学の男子一般学生11名である。被検者の身体的

Table 1 Characteristics of subjects.

	Non-athletes (n=11)		Distance-runners (n=13)		t
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Age (yrs)	19.6	0.7	20.2	1.1	
Height (cm)	170.2	7.2	174.4	5.7	
Weight (kg)	62.1	8.0	60.3	5.4	
BMI	21.4	2.7	19.8	1.0	*
$\dot{V}O_2$ max (ml/kg/min)	—	—	58.1	2.4	
$\dot{V}O_2$ @AT (ml/kg/min)	—	—	39.0	4.5	
running performance (5000m)	—	—	15'34"9	29"2	

BMI (Body Mass Index)=Body Weight/Height², AT; Anaerobic Threshold, t; Student's unpaired t test, *; $p < 0.05$

特性は、表1に示した通りである。なお、全被検者は本実験の主旨・安全性について説明を受け、すべてについて同意した。

2. 総体水分量の定量

総体水分量 (TBW, l) は、重水 (Deuterium; D_2O) をトレーサーとして用い、希釈法により定量した。被検者には、10時間以上の絶食を保たせ午前9時、排尿・排便後に体重1kgにつき1gの D_2O (和光純薬, 99.75%以上) を20%以下に蒸留水で希釈したものを経口投与した。投与後は安静を保たせ、1, 2, 3時間後の3回尿を採取した。採取した尿は100℃で約20分間熱蒸留し、冷却管を通してサンプル約10mlを採取した。採取したサンプルは光路長0.075mmの赤外線分光光度計用固定セル (CaF_2) に注入し、サンプル中の D_2O 濃度は赤外線分光光度計 (日立社製 260-50型) により測定した。体内で希釈され平衡状態に達したと考えられる3時間後の尿中 D_2O 濃度 (% D_2O) と投与量 (D_2O , g) とを用い、次式によりTBW (l) を算出した (Komiya ら, 1981)。

$$TBW, l = D_2O \text{ given, g} / \% D_2O \times 10$$

長距離ランナー13名は1990年4月6日、対照群の一般学生11名は1990年10月21日、いずれも九州大学健康科学センターにて測定した。

3. 体密度の測定

体密度 (Body Density; BD) は、3箇のロードセル (三栄社製, 9E01-L3・50X) が装着された水中体重計 (大塚製薬社製) を用い空気中体重と水中体重および残気量から次式により算出した。

$$BD, g/ml = \text{空気中体重} / \{[(\text{空気中体重} - \text{水中体重}) / t^\circ C \text{の水の比重}] - \text{残気量}\}$$

被検者の水中体重は、10時間の絶食後午前9時～11時の間、排尿・排便後に水中での最大呼気時に10gの単位までペン・レコーダー (東亜社製, FAR-251A) に記録した。水中時の肺残気量は、ネオンガス (O_2 base Ne 4%) の再呼吸により、濃度は、ガスクロマトグラフ (島津社製, GC-9A) で測定した。

各被検者の水中体重と残気量はそれぞれ3回測定し、その平均値を用いた。長距離ランナー13名は1990年4月2, 9, 12日の3日間、対照群の一般学生11名は1990年10月23日, 25日, および11月2, 6日の4日間、大塚製薬・佐賀研究所にて測定した。

4. 体脂肪率 (% Fat) の推定

1) 体水分量法

体脂肪率 (% Fat) の推定は、LBMに対するTBWの比率が73.2%で一定であるという原理 (Pace & Rathbun, 1945; Schloeb ら, 1950; Forbes, 1962; Sheng & Huggings, 1979) にもとづき、体水分率 (% TBW) を用いて次から算出した。

$$\% \text{ Fat} = 100 - \% \text{ TBW} / 0.732$$

皮下脂肪量 (Subcutaneous Fat) は、14部位の皮下脂肪厚、皮膚厚、体表面積および体脂肪比重により次式から算出した (猪飼ら, 1969)。

$$\text{Subcutaneous Fat, g} = (\text{average 14 skinfold, cm} / 2 - 0.11\text{cm}) \times \text{body surface area, cm}^2 \times 0.900, g/cm^3$$

体内深部脂肪量 (Internal Fat) は、TBWから求めた総体脂肪量 (kg) と皮下脂肪量 (kg) の差とした。14部位の皮下脂肪厚 (満園 & 小宮, 1990) は総体水分量の定量時、熟練した同一検者が栄研式キャリパーによって測定した。

2) 体密度法

体脂肪率 (% Fat) の測定は、水中体重から求めた体密度 (BD) を用い、Brožek ら (1963) の次式から算出した。

$$\% \text{ Fat} = (4.57 / BD - 4.142) \times 100$$

同様に、上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚和から体密度を求め (Nagamine & Suzuki, 1964), Brožek ら (1963) の式による % Fat も算出した。

結 果

図1は、長距離ランナーと一般学生の皮下脂肪の分布パターン、および14部位の平均皮下脂肪厚を比較したものである。長距離ランナーの14部位における皮下脂肪厚は、一般学生のものよりすべての部位で小さな値を示し、頬骨下縁部を除いて有意な差が認められた。

表2は、重水希釈法による体水分量から求めた長距離ランナーと一般学生の身体組成を比較したものである。長距離ランナーの % Fat は一般学生より低い傾向にあり、皮下脂肪厚法や体密度法による % Fat には有意な差を認めたが、体水分量法による % Fat のみ両群間に有意な差は認められなかった。また、体水分量法による長距離ランナーの総脂肪量は一般学生より少ないにもかかわらず、体内深部脂肪量は長距離ランナー

Fig 1 Comparison of skinfold thickness in non-athletes and distance-runners.

Table 2 Body composition in non-athletes and distance-runners.

	Non-athletes		Distance-runners		t
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
% Fat, from Skinfold (%)	16.1	3.8	11.9	1.4	**
% Fat, from Body Density (%)	20.2	5.1	11.8	1.7	***
Body Density	1.05207	0.01232	1.07268	0.00431	***
% Fat, from D ₂ O	23.5	4.6	21.5	1.9	
Total Body Water (L)	34.6	3.5	33.5	4.7	
% TBW (%)	56.0	3.4	59.1	6.0	
Fat Mass (kg)	14.8	4.3	13.0	1.8	
Subcutaneous Fat (kg)	8.3	2.7	4.3	0.7	***
(%)	13.3	3.4	7.2	1.1	**
Internal Fat (kg)	6.5	3.1	8.7	1.4	
(%)	10.2	4.3	14.4	1.6	
Lean Body Mass (kg)	47.3	4.8	47.3	4.2	
(%)	76.6	4.6	78.5	1.9	
Cell Solids (kg)	9.4	0.6	9.4	0.2	
(%)	15.2	0.9	15.5	0.4	
Mineral Mass (kg)	3.3	0.2	3.3	0.1	
(%)	5.4	0.3	5.5	0.1	

t; Student's unpaired t test, **; p < 0.01, ***; p < 0.001

の方がわずかに大きな値を示した。皮下脂肪量は、長距離ランナーの方が有意に小さな値を示した。

図2は、長距離ランナーと一般学生、それぞれの3

種類の推定法による% Fatの平均値間の差を検定し、各% Fat間の相関関係を示したものである。皮下脂肪量の少ない長距離ランナーについては、皮下脂肪厚法

Fig 2 Comparison of percent body fat as estimated by three methods in non-athletes and distance-runners.

と体密度法による% Fat がほぼ近似し、体水分量法による% Fat は他の推定値より有意に大きな値を示した。しかしながら、皮下脂肪厚法と体密度法との間に有意な相関関係は認められなかった。皮下脂肪量の多い一般学生では、皮下脂肪厚法と体水分量法による% Fat 間に有意な差が認められ、皮下脂肪厚法と体密度法による% Fat 間にのみ有意な相関関係が認められた。

図3は、皮下脂肪量と3種類の推定法による% Fat との相関関係を、図4は、体内深部脂肪量と3種類の推定法による% Fat との相関関係を示したものである。両群の皮下脂肪量は、皮下脂肪厚法による% Fat と有意な相関関係が認められ、体密度法による% Fat との間には、一般学生にのみ有意な相関関係が認められた。両群の体内深部脂肪量は、体水分量法による% Fat とのみ有意な相関関係を示し、皮下脂肪厚法と体密度法の% Fat との間には有意な相関関係が認められなかった。

図5は、長距離ランナーにおける体水分量と体密度の有意な相関関係を示したものである。一般学生につ

Fig 3 Relationship between subcutaneous fat and percent body fat as estimated by three methods.

いては、% TBW と体密度との間に $r=0.462$ の相関関係が認められたものの、有意な水準には至らなかった。

考 察

本研究において長距離ランナーと比較した一般学生は、Komiya (1984) が体水分量法により報告した 19~77歳 ($n=50$) の日本人男性の% Fat (20.3~30.4% の平均値の範囲) と同水準にあることから、対照群として妥当であると考えられる。長距離ランナーの% Fat は一般学生に比較して、いずれの推定法でも低い値を示したが、体水分量法による% Fat のみ比較的高い値を示した。このことは、長距離ランナーの皮下脂肪量が一般学生より有意に少ないにもかかわらず、長距離ランナーの体内深部脂肪量が相対的に多いことにも起因しており、前報 (満園&小宮, 1990) と同様の傾向を示した。また、体内深部脂肪量は体水分量法の%

Fig 4 Relationship between internal fat and percent body fat as estimated by three methods.

Fat のみ有意な相関関係を示し、皮下脂肪厚法と体密度法の % Fat が体内深部脂肪量を正確に把握していないためかも知れない。本研究の長距離ランナーでみられた相対的に多い体内深部脂肪量が本被検者特有の現象であるのか、あるいは長距離ランナー特有のものであるかは、CT 法や NMR 法により検討すべきであるが、より高い走パフォーマンスとトレーニング能力を要求される他の競技種目の選手などの身体組成を比較・検討する必要がある。また、走トレーニングにともなう身体組成の経年的変化なども追跡・検討する必要がある。さらに、身体組成を比較する場合は、同一推定法による値を用いることが重要である。しかしながら、長距離ランナーに限らず競技者を対象とした体水分量法による % Fat の報告は、皆無に等しい。従来、競技

Fig 5 Relationship between total body water and body density.

者に関する身体組成の研究報告は、水中体重の測定による体密度法から推定した % Fat がほとんどである (Wilmore, 1983)。長距離ランナーの体密度法による % Fat は、Wilmore (1983) によると 3.7~19.2% の範囲にあり、綱分ら (1989) は $8.7 \pm 2.5\%$ の平均値を報告している。本研究の体密度法による % Fat ($11.8 \pm 1.7\%$) は、これまで報告された長距離ランナーの値とほぼ一致している。

日本人女性における % Fat 推定法の比較に関する小宮ら (1981) の報告は、体水分量法の % Fat が皮下脂肪厚法の % Fat より約 10% 高いことを認め、尿中クレアチニン排泄量による % Fat との比較においても、皮下脂肪厚法が % Fat を過小評価する可能性を示唆している。日本人男性についても、体水分量法による % Fat の方が皮下脂肪厚法の % Fat より約 9% 大きいと報告している (小宮 & 吉川, 1985)。本研究の一般学生と長距離ランナーにおいても体水分量法による % Fat の方が体密度法や皮下脂肪厚法の % Fat よりも大きな値を示した。本研究の一般学生では、体水分量法と体密度法の % Fat が近似し、皮下脂肪厚法による % Fat は低い値を示した。したがって、本研究の結果からも皮下脂肪厚法は他の推定法に比較して % Fat を過小評価する傾向が認められた。このような推定法による % Fat 間の差は、体内深部脂肪量の影響と推察されている (小宮, 1991)。また、2 部位の皮下脂肪厚和のみを用い、1960 年代の日本人を対象として作成された推定式をそのまま現代人や競技者に適用する皮下脂肪

厚法の妥当性についても問題点が指摘されている（小宮，1991）。一方，体水分量法の% Fat は，長距離ランナーにおいても体密度法や皮下脂肪厚法の% Fat より約10%高い値を示した。体密度法には水中体重測定時の肺残気量の測定精度や腸内ガスの推定に関する問題点と，体密度から% Fat を算出する Brožek ら（1963）の推定式を長距離ランナーに適用する問題点とが指摘されている。Lohman（1984）は，成人男子の屍体分析をもとにした Brožek らの推定式が，そのままでは競技者に適用できないとしている。また，Buskirk & Mendez（1984）は，競技者の身体組成を推定するとき，LBM に占める Muscle Mass や Mineral Mass の比率が一般健常者と異なるため，体水分量法，体密度法と同時に尿中クレアチニン排泄量などの定量によって Muscle Mass を把握する必要性を指摘している。本研究の長距離ランナーでは，重水希釈法により定量された体水分量と水中体重の測定により求められた体密度との間に $r=0.598$ の有意な相関関係が得られた。しかしながら，これらの値を基準に算出された% Fat 間に有意な相関関係が認められず，両% Fat 間には有意な差が生じた。このことは，体密度の測定誤差に加えて，% Fat を算出する Brožek らの推定式を長距離ランナーに適用する問題点が考えられる。さらに，体密度は体水分量の変動により影響されるという報告もある（Bunt ら，1989）。この体水分量の変動は，長距離ランナーにおける体水分の turnover が一般健常者よりも大きく，走トレーニング量により turnover が促進される可能性も示唆されている（満園 & 小宮，1990）。したがって，体水分量の変動が大きい長距離ランナーの体密度は，そのまま Brožek らの式に代入されて% Fat が推定できるとは考えにくい。また，長距離ランナーの走トレーニング量が体水分量に影響するとなると，トレーニング量の違いによる体水分量の変化を検討する必要がある。本研究の結果は，体水分量法が長距離ランナーの% Fat を過大評価し，逆に体密度法が過小評価する可能性を示唆しており，長距離ランナーのようにトレーニング量が多い競技者の身体組成を推定する場合は，Muscle Mass の定量などを考慮した方法の併用が不可欠であると考えられる。

今後は，より強度の高いトレーニングを実施し，より高いパフォーマンス水準を有する各種スポーツ競技者を対象に， K^{40} ，尿中クレアチニン排泄量，尿中3

ーメチルヒスチジン排泄量などによる LBM と Muscle Mass の推定を併せて各種競技者の身体組成を検討したい。

まとめ

本研究は，皮下脂肪厚が薄い長距離ランナー（ $n=13$ ）と規則的な運動を実施していない一般学生（ $n=11$ ）を対象に，水中体重測定による体密度法と体内総水分量の定量による体水分量法とから求めた体脂肪率（% Fat）がどのような差を示すかを検討した。

結果は，以下の通りに要約できる。

- 1) 長距離ランナーの皮下脂肪厚は，一般学生のものより14部位すべてにおいて薄い傾向にあり，頬骨下縁部以外は有意な差であった。
- 2) 長距離ランナーの皮下脂肪量（ $4.3 \pm 0.7\text{kg}$ ， $7.2 \pm 1.1\%$ ）は，一般学生（ $8.3 \pm 2.7\text{kg}$ ， $13.3 \pm 3.4\%$ ）に比較して有意に少なかった。
- 3) 長距離ランナーの体内深部脂肪量（ $8.7 \pm 1.4\text{kg}$ ， $14.4 \pm 1.6\%$ ）は，一般学生（ $6.5 \pm 3.1\text{kg}$ ， $10.2 \pm 4.3\%$ ）のものよりも若干大きな値を示した。
- 4) 一般学生の% Fat は，皮下脂肪厚法で $16.1 \pm 3.8\%$ ，体密度法で $20.2 \pm 5.1\%$ ，体水分量法で $23.5 \pm 4.6\%$ の推定値であった。
- 5) 長距離ランナーの% Fat は，皮下脂肪厚法で $11.9 \pm 1.4\%$ ，体密度法で $11.8 \pm 1.7\%$ ，体水分量法で $21.5 \pm 1.9\%$ の推定値であり，一般学生の% Fat よりいずれの推定法でも小さな値を示した。
- 6) 長距離ランナーの体水分量法による% Fat は，皮下脂肪厚法，体密度法による% Fat よりも10%程度大きな値を示した。

以上の結果は，体水分量法が長距離ランナーの% Fat を過大評価する傾向にあり，逆に体密度法が長距離ランナーの% Fat を過小評価する可能性を示唆していた。

附記，本研究は平成2年度石橋財団の奨励研究助成金を受けて行われた。また，稿を終えるに際し，本実験に多大な協力をいただいた大塚製薬・佐賀研究所の岩永光一，松原大，木場孝繁，土居達也の各研究員の方々に深謝致します。

文 献

- Brožek, J., F. Grande, J. T. Anderson and A. Keys 1963: Densitometric analysis of body composition; Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110: 113-140.
- Bunt, J. C., T. G. Lohman and R. A. Bioleau 1989: Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21: 96-100.
- Buskirk, E. R. and J. Mendez 1984: Sport science and body composition analysis; emphasis on cell and muscle mass. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16: 584-593.
- Cureton, K. J. and D. B. Sparling 1980: Distance running and metabolic responses to running in men and women with excess weight experimentally equated. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 12: 288-294.
- Forbes, G. B. 1962: Methods for determining composition of the human body with a note on the effect of diet on body composition. *Pediatrics.*, 29: 477-494.
- Forbes, G. B. and J. B. Hursh 1963: Age and sex trends in lean body mass calculated from K^{40} measurements; with a note on the theoretical basis for the procedure. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110: 255-263.
- Forbes, G. B. and G. J. Bruining 1976: Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 1359-1366.
- Heymsfield, S. B., C. Ariteaga, C. McManns, J. Smith and S. Moffitt 1983: Measurement of muscle mass in humans; validity of the 24-hour urinary creatinine method. *Am. J. Clin. Nutr.*, 37: 478-494.
- 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤平田英彦 1969: 日本人青少年の身体組成の研究—超音波と比重法による—。東京大学教育学部紀要, 11: 1-29.
- Komiya, S., T. Komuro and A. Tateda 1981: Determination of the total body water by D_2O dilution using urine samples and infrared spectrophotometry. *Japan J. Phys. Educ.*, 26: 161-167.
- 小宮秀一, 小室史恵, 吉川和利, 1981: 体脂肪率(% Fat) 推定法の比較. 体力科学, 30: 277-284.
- Komiya, S. 1984: Aging, total body water and fat mass in Japanese males between ages 9 and 77 years. *Annls. Physiol. Anthropol.*, 3: 149-151.
- 小宮秀一, 吉川和利: 日本人男子の体脂肪率(% Fat) 推定式. 体力科学, 34: 259-268.
- Komiya, S. and T. Masuda 1990: Estimation of human body composition by bioelectrical impedance measurements—Equation for estimating total body water in Japanese subjects—. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.*, 39: 53-59.
- 小宮秀一, 1991: 身体組成の推定法を考える. 生理人類学雑誌, 10: 3-17.
- Lohman, T. G. 1984: Research progress in validation of laboratory methods of assessing body composition. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16: 596-603.
- 満園良一, 小宮秀一, 1990: 長距離ランナーにおける体水分のturnoverについて. 久留米大学論叢, 39: 319-324.
- Nagamine, S. and S. Suzuki 1964: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum. Biol.*, 36: 8-15.
- Pace, N. and E. N. Rathbun 1945: Studies on body composition. III. The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J. Biol. Chem.*, 158: 685-691.
- Schloerb, P. R., B. J. Friis-Hansen, I. S. Edelman and F. D. Moor 1950: The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution. *J. Clin. Invest.*, 29: 1296-1310.
- Sheng, H. P. and R. A. Huggings 1979: A review of body composition studies with emphasis on total body water and fat. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 630-647.
- Smith, T., R. Hesp and J. Mackenzie 1979: Total body potassium calibrations for normal and obese subjects to types of whole body counter. *Phys. Med. Biol.*, 24: 171-175.
- Tomas, F. M., F. J. Ballard and L. M. Pope 1979: Age-dependent changes in the rate myofibrillar protein degradation in humans as assessed by 3-methylhistidine and creatinine excretion. *Clin. Sci.*,

56: 341-346.

綱分憲明, 田原靖昭, 西沢昭, 1989: 長崎県内男子一流長距離選手の身体組成, 最大酸素摂取量及び最大酸素負債量. 長崎県立女子短期大学研究紀要, 37: 41-49.

Wilmore, J. H. 1983: Body composition in sport and exercise; directions for future research. Med. Sci. Sports Exerc., 15: 21-31.

(1991年6月24日受付)

満園 良一

Ryoichi MITSUZONO

〒830 久留米市御井町1635 久留米大学商学部

Faculty of Commerce, Kurume University, 1635 Miimachi, Kurume, Fukuoka 830, Japan