一流女子長距離ランナーの身体組成と体型

満 園 良 一* 小 宮 秀 一** 丸 山 敦 夫***

BODY COMPOSITION AND SOMATOTYPE IN ELITE FEMALE DISTANCE RUNNERS

RYOICHI MITSUZONO, SHUICHI KOMIYA and ATSUO MARUYAMA

Abstract

This study was conducted to assess body composition and somatotype in elite female distance runners and to investigate the relationship between body composition and somatotype. Nine elite female distance runners (21.6 ± 2.7 yrs) and 10 female college students (21.4 ± 0.5 yrs) as a control group participated in this study. Body composition was estimated in terms of total body water based on the analysis of dilution of orally ingested deuterium oxide (D_2O) in urine. Somatotype was estimated by Heath-Carter method.

The skinfold thickness in distance runners were significantly thinner at 14 sites than those of the control group. The mean subcutaneous fat in distance runners was 4.1 ± 1.6 kg ($8.6 \pm 2.8\%$), which was significantly lower than that of the control group (9.4 ± 3.0 kg & $17.2 \pm 3.8\%$). The mean internal fat in distance runners was 7.2 ± 2.0 kg ($15.5 \pm 3.5\%$), which tended to be lower than that of the control group (8.2 ± 1.5 kg & $15.4 \pm 2.2\%$). The mean fat mass and percentage of body fat in distance runners were 11.3 ± 3.1 kg and $24.1 \pm 4.7\%$, respectively, which were significantly lower than those of the control group (17.6 ± 4.2 kg & $32.6 \pm 5.2\%$). On the other hand, somatotype scores in distance runners were 2.35-2.32-3.82, suggesting more ectomorphic. In addition, fat mass positively correlated with the first component ($r=0.890 \sim 0.916$, $p < 0.05$), and negatively correlated with the third component ($r = -0.635 \sim -0.818$, $p < 0.05$). The subjects who were more ectomorphic had less fat mass. However, the second component that was mesomorphic had no significant correlation with lean body mass. And the mean lean body mass in distance runners was almost the same as that of the control group (35.1 ± 2.5 kg & 36.1 ± 3.5 kg).

The results of this study suggest that although endurance training done by elite female distance runners does not increase their lean body mass, it has a great influence on their subcutaneous fat.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1994, 43 : 334~342)

key words : total body water, subcutaneous fat, internal fat, somatotype, female distance runner

1. 緒 言

長距離ランナーの身体組成は、男女に関係なく、その種目特性から少ない体脂肪量が特徴とされてきた^{1,4,6,9,10,21,25,26)}。とくに、女子において

は、第2次性徴期に体脂肪量の増大が顕著なことから、女子長距離ランナーの走パフォーマンスと体脂肪率(%Fat)との間に負の相関関係も報告されている¹⁰⁾。すなわち、体脂肪量の多少は、女子長距離ランナーの走パフォーマンスにおける決定

*久留米大学保健体育センター Institute of Health and Physical Education, Kurume University

福岡県久留米市御井町1635

**九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University

福岡県春日市春日公園6-1

***鹿児島大学教育学部 Faculty of Education, Kagoshima University

鹿児島県鹿児島市郡元1-20-6

要因の1つになる可能性が高い。

この体脂肪量は、直接法による測定が不可能なため体密度や体水分量を求めることによって間接的に推定することになる。しかしながら、体密度法と体水分量法による %Fat には10%前後の差が報告されており、男子長距離ランナーにおいても体水分量法による %Fat が約10%高い傾向にある¹⁸⁾。一方、体密度は体水分量の変動に影響されることが報告されている²⁾。とくに、長距離ランナーの体水分の turnover が走トレーニングで促進され、それによる体水分の変動が示唆されていること¹⁷⁾を考慮すると、トレーニング量が多い長距離ランナーでは体水分量法による身体組成の把握も必要である。これまで、我が国においては、競技者に限らずヒトを対象にした身体組成の推定は、水中体重秤量による体密度法が多く採用されている^{9,11)}。したがって、女子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から推定した報告はない。また、身体組成とは別に、競技者の体型分類がオリンピック選手を中心に幅広く報告され^{3,24)}、競技特有の体型について調べられてきた。しかしながら、この体型についても、各競技特有とされる体型と身体組成との関係は検討されていない。

本研究では、高水準の走トレーニングと走パフォーマンスを有する女子長距離ランナーの身体組成を体水分量法によって把握するとともに、長距離ランナーの体型と身体組成との関係について検討することが目的である。

II. 実験方法

A. 被検者

被検者は、京セラ・国分の陸上競技部に所属し規則的な走トレーニングを行っている一流女子長距離ランナー (elite female distance runners) 9名と、対照群として日常的に持久的トレーニングを行っていない鹿児島大学的女子一般学生 (female non-athletes) 10名である。被検者の身体特性は、表1に示した通りである。また、女子長距離ランナーの競技歴および走パフォーマンスは表2に示した。全被検者は、本実験の趣旨・安全性について十分説明を受け、全てについて同意した。なお、長距離ランナー9名は1991年10月23日敬愛館にて午前5時から、一般学生10名は1991年11月17日鹿児島大学教育学部運動生理学実験室にて午前8時からそれぞれ測定を実施した。

B. 総体水分量の定量

総体水分量 (Total Body Water ; TBW) は、重水 (Deuterium Oxide ; D₂O) 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、体重1kgにつき1gのD₂O (和光純薬, 99.75%) 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。採取したサンプル中のD₂O希釈濃度は光路長0.075mmの固定セルを用いて赤外分光光度計 (日立社製, 260-50型) により測定した。TBW (l) は体内で希

Table 1. Characteristics of subjects

	Female Non-athletes (n=10)		Elite Female Distance runners (n=9)		t
	Mean	S. D.	Mean	S. D.	
Age (yrs)	21.4	0.5	21.6	2.7	
Height (cm)	157.8	5.4	158.9	3.8	
Weight (kg)	53.7	6.0	46.4	4.7	**
BMI	21.5	1.9	18.3	1.0	***

BMI (Body Mass Index)=Body Weight/Height², t; unpaired t test,

** ; p<0.01, *** ; p<0.001

Table 2. Training experience and running performances of elite female distance runners

Subject	Training experience (yrs)	Running Performance	
		5000 m	Others
S. Y.	14	16'09"0	10000 m : 33'10"0 Marathon : 2'29'57"
K. N.	9	16'33"0	10000 m : 34'17"0 Marathon : 2'43'36"
M. N.	8	16'44"0	3000 m : 9'52"0 10000 m : 34'49"0
K. K.	6	16'56"0	1500 m : 4'31"2 10000 m : 35'50"0
M. F.	6	16'38"0	1500 m : 4'34"4 3000 m : 9'32"0
N. T.	5	17'17"0	1500 m : 4'43"5 3000 m : 10'03"0
T. Y.	7	17'49"0	800 m : 2'13"7 1500 m : 4'47"5
S. S.	7	16'28"0	1500 m : 4'30"5 3000 m : 9'31"0
Y. T.	7	16'51"0	1500 m : 4'40"3 3000 m : 9'50"0
Mean	7.7	16'49"0	—
S. D.	5.7	29"3	—

積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 given, g) とを用い, 次式により算出した¹²⁾.

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

C. 身体組成の推定

体脂肪率 (%Fat) の推定は, 除脂肪量 (Lean Body Mass ; LBM) に対する TBW の比率が 73.2% で一定であるという原理を応用し^{5, 20, 22, 23)}, 体水分率 (%TBW) から次式によって算出した.

$$\%Fat = 100 - \%TBW / 0.732$$

皮下脂肪量 (Subcutaneous Fat ; SF) は, Harpenden 皮脂厚計を用いて測定した14部位の皮下脂肪厚 (図1), 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⁸⁾.

$$SF(g) = \{ \text{average 14 skinfold (cm)} / 2 - 0.11(\text{cm}) \} \times \text{body surface area}$$

Fig. 1. Sites of measurement in skinfold thickness.

$$(\text{cm}^2) \times 0.900(\text{g/cm}^3)$$

体内深部脂肪量 (Internal Fat ; IF) 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。

無機質量 (Mineral Mass ; M) と細胞内固型物質量 (Cell Solids ; S) の比率は、次式により算出した⁸⁾。

$$\%M = 0.07 \times \%TBW / 0.732$$

$$\%S = \%LBM - (\%TBW + \%M)$$

D. 体型評価

体型評価に関する人体計測は、TBW 定量時に実施した。皮下脂肪厚の計測と同時に、周径回は、スチール製巻尺により頸囲、胸囲、腰囲、臀囲、上腕囲、前腕囲、大腿囲、下腿囲の9部位を計測した。上腕骨端幅と大腿骨端幅は、形態計測用滑動計により計測した。いずれの人体計測も、熟練した同一検者が実施した。体型は、計測した人体計測値のなかから Heath-Carter 法にもとづいて分類・得点化して評価した³⁾。

E. 統計処理

長距離ランナーと一般学生の各測定項目について、それぞれ平均値と標準偏差を求めた。平均値の差の有意性は対応のないt検定により、相関関係はピアソンの相関係数により検討した。統計処理の有意水準は、それぞれ危険率5%、1%、0.1%とした。

III. 結 果

図2は、長距離ランナーと一般学生の皮下脂肪厚の分布パターンと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低値を示し、有意な差が認められた。

表3は、重水希釈法によるTBWから求めた長距離ランナーと一般学生の身体組成、および Heath-Carter 法による体型評価得点をそれぞれ比較したものである。長距離ランナーは、総体脂肪量 (Fat Mass), %Fat, SF でいずれも一般学生と比較して有意に低い値を示していた。また、長距離ランナーの %Fat は $24.1 \pm 4.7\%$ であり、最も少ない %Fat は 17.6% であった。IF は、長距離ランナーが低い傾向を示したものの、有意な差ではなかった。長距離ランナーの体型評価得点は、一般学生に比較して第1要因、第2要因で低く、第3要因で高い結果を示し、いずれも有意な差を認めた。

図3は、体重を100%として体水分量法から求めた各身体構成成分の占める比率を、長距離ランナーと一般学生とで比較したものである。長距離ランナーは、一般学生より %LBM が有意に高く、

Fig. 2. Comparison of skinfold thickness in female non-athletes and elite female distance runners.

Table 3. Body composition and somatotype in female non-athletes and elite female distance runners

		Non-athletes (n=10)		Distance runners (n=9)		t
		Mean	S. D.	Mean	S. D.	
Fat Mass	(kg)	17.6	4.2	11.3	3.1	**
%Fat, from D ₂ O	(%)	32.6	5.2	24.1	4.7	**
%Fat, from Skinfolds	(%)	22.3	5.8	14.3	3.4	**
Subcutaneous Fat	(kg)	9.4	3.0	4.1	1.6	***
	(%)	17.2	3.8	8.6	2.8	***
Internal Fat	(kg)	8.2	1.5	7.2	2.0	
	(%)	15.4	2.2	15.5	3.5	
Lean Body Mass	(kg)	36.1	3.5	35.1	2.5	
	(%)	67.4	5.2	75.9	4.7	*
Total Body Water	(L)	26.4	2.6	25.7	1.8	
	(%)	49.4	3.8	55.5	3.4	**
First component		4.65	1.28	2.35	0.90	**
Second component		3.68	1.23	2.32	0.67	**
Third component		2.10	0.99	3.82	0.42	**

(%); expressed as percentage to body weight, t; unpaired t test,
 *; $p < 0.05$, **; $p < 0.01$, ***; $p < 0.001$

Fig. 3. Comparison of body composition in female non-athletes and elite female distance runners.

LBM を構成する TBW, Cell Solids, および Mineral Mass それぞれについても有意に高い比率を示していた。

図 4 は, 皮下脂肪量と体内深部脂肪量の相関関係を示したものである。一般学生では, 有意な相関関係が認められ, 長距離ランナーの相関係数は $r=0.430$ であり, 有意な水準には至らなかった。

表 4 は, 各身体構成成分と各体型評価得点との間で得られた有意な相関関係を示したものであ

る。Fat Mass は, 一般学生と長距離ランナーともに第 1 要因得点と正の, また第 3 要因得点とは負の有意な相関関係を認めた。しかしながら, %Fat は一般学生の第 1 要因得点との間のみ有意な相関係数が得られ, 長距離ランナーの %Fat はどの要因得点とも有意な相関関係を示さなかった。LBM は, 両群とも第 2 要因得点と有意な相関関係を認めなかった ($r=0.347 \sim 0.524$, $p < 0.1$)。

Fig. 4. Relationship between subcutaneous fat and internal fat in female non-athletes and elite female distance runners.

Table 4. Correlation coefficients between body composition and somatotype

	Non-athletes (n=10)			Distance runners (n=9)			Total (n=19)		
	FM	LBM	%Fat	FM	LBM	%Fat	FM	LBM	%Fat
First component	0.890**	—	0.821**	0.739*	—	—	0.916***	—	0.818***
Second component	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Third component	-0.635*	—	—	-0.749*	—	—	-0.877***	—	-0.800***

FM ; Fat Mass, LBM ; Lean Body Mass, * ; $p < 0.05$, ** ; $p < 0.01$, *** ; $p < 0.001$

IV. 考 察

本研究において対照群とした女子一般学生の %Fat は、小宮ら¹³⁾が体水分量法により報告した日本人女子学生の平均値 ($35.3 \pm 1.45\%$) と同水準にあり、対照群として妥当であると考えられる。その一般学生に比較して、長距離ランナーの Fat Mass と %Fat はともに有意な低値を示した。長距離ランナーにおける身体組成は走パフォーマンスに貢献する可能性が高く、高いトレーニング水準や高い走パフォーマンスは低い %Fat につながっている⁴⁾。一般に、長距離ランナーの身体組成に関する多くの報告は水中体重秤量による体密度法によるものである。これまで、Wilmore ら²⁸⁾、跡見¹⁾、石田ら⁹⁾は大学生女子長距離ランナーでそれぞれ 16.8%, $14.7 \pm 2.4\%$, $18.9 \pm 3.2\%$ を報告し、Graves ら⁸⁾ はエリート・ランナーで $14.3 \pm 3.3\%$

の平均値を報告している。本報における一流女子長距離ランナーの %Fat ($24.1 \pm 4.7\%$) は、これまでに報告された体密度法による %Fat よりも高い。このような身体組成の比較では、同一推定法による比較が重要であり、異なる推定法による %Fat は必ずしも一致しない¹⁴⁾。たとえば、男子長距離ランナーを対象とした体水分量法による %Fat ($21.5 \pm 1.9\%$) と体密度法による %Fat ($11.8 \pm 1.7\%$) には、約 10% の差が認められている¹⁸⁾。また、小宮ら¹³⁾は、日本人女性の体水分量法による %Fat が皮脂厚法による %Fat より約 10% 高く、尿中クレアチニン排泄量による %Fat に近似していたことを報告している。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 と皮脂厚法による %Fat との間に約 10% の差を認めた。さらに、本報の長距離ランナーの中では 3 人の %Fat が 20% 未満であり、

体水分量法により求められた男子長距離ランナー¹⁸⁾に匹敵する %Fat も認められた。本研究において認められた最も低い %Fat は、マラソンで2時間29分57秒と最も高い走パフォーマンスを有するランナーの17.6%であり、低い %Fat 値は高いトレーニング水準を反映した結果であると考えられる。しかしながら、本報における長距離ランナーの %Fat と走パフォーマンス(5000m)の間には、有意な相関関係が認められていない($r=0.100$)。このことは、本被検者である長距離ランナー9名がトレーニング状態の高い同質な小集団であることに加え、専門種目が異なるにもかかわらず %Fat との関係は5000mの走パフォーマンスで検討した結果かも知れない。

一流女子長距離ランナーの身体組成の特徴は、SF と IF の相関関係からみても SF (kg, %) が非常に少ないことである。すなわち、一流女子長距離ランナーの SF は既報の男子学生長距離ランナー (4.3 ± 0.7 kg) と同水準にあり¹⁸⁾、女子一般学生の約半分の値を示した。この一般学生との差は、長距離ランナーの皮下脂肪厚が14部位すべてにおいて非常に薄いことに起因しており、SF の低下は長距離ランナーの持続的トレーニングの影響であると考えられる。また、皮下脂肪厚における両群間の差は、体肢の皮下脂肪厚よりも体幹の方において大きな傾向にあり、とくに腰部において最も大きな差を認めた。この皮下脂肪厚における両群間の差は、Malina ら¹⁵⁾、石田ら⁹⁾の報告とも一致していた。一般に、女性の皮下脂肪厚は思春期以降、胸部、臀部、腹部などへの沈着が著しくなり、男性に比較して部位間の差が大きいとされている¹⁶⁾。これらの結果は、長期間にわたる長距離ランナーの持続的トレーニングが体肢における皮下脂肪厚の減少よりも体幹の皮下脂肪厚の減少に大きく影響し、皮下脂肪厚における部位間の差が小さくなることを示唆している。IF も長距離ランナーが少ない傾向を示すものの、有意な差は示さなかった。本報における一流女子長距離ランナーの IF は、男子学生長距離ランナー ($6.8 \sim 11.4$ kg)¹⁸⁾ よりもわずかに低い値を示した。また、Fat Mass に占める IF の比率は、男子学生長距離ラン

ナーと同様に一般学生より高い比率を示した。さらに、2年半におよぶ長距離ランナーの身体組成の変化は、皮下脂肪量で大きく体内深部脂肪量で小さいことも報告されている¹⁹⁾。以上のことは、一流女子長距離ランナーの SF (4.1 ± 1.6 kg) や IF (7.2 ± 2.0 kg) が女性の脂肪量としての下限値を示唆していると同時に、SF に較べると IF が必須の量を維持している状態であり、トレーニングによるこれ以上の影響は受けにくいものと考えられる。一方、長距離ランナーの体型は、中胚葉性内胚葉型を示す一般学生に対して、第1、第2要因の得点がほぼ等しく、第3要因が高い典型的な外胚葉型を示した。Carter³⁾ は一流女子長距離ランナーの体型得点を2.1-3.3-3.7と報告しており、本被検者のランナーが示した第3要因とはほぼ一致していた。また、Carter³⁾ は、長距離種目におけるランナーの体型得点が狭い範囲にあることと、長距離走種目の距離が長くなるほど第3要因得点が高くなることも指摘している。本研究でも、低い %Fat と同様、マラソンで2時間29分57秒の最高記録をもつランナーが1.31-2.02-4.55と最も高い第3要因得点を示した。長距離ランナー特有の体型を示す高い第3要因得点は、Fat Mass と有意な負の相関関係を示し、外胚葉型の体型は第3要因得点が高くなるほど体脂肪量が少ないという特徴を示した。また、中胚葉型を示す第2要因得点と筋量を反映する LBM との間には ($r=0.347 \sim 0.524$, $p<0.1$) 有意な相関関係が得られず、長距離ランナーの LBM は一般学生のものと同水準でしかない。このことは、長距離ランナーといえどもトレーニングによる LBM の増大がそれほどみられないことを示している。したがって、本報における一流女子長距離ランナーの体重は、少ない体脂肪量に加え一般学生と同水準の LBM しか有しないため小さいものになっている。この小さな体重が、長距離ランナーにおける走パフォーマンスに貢献しているものと考えられるが、LBM のある程度の増大はさらに走パフォーマンスを改善させるかも知れない¹⁹⁾。

V. 要 約

本研究は、走トレーニングと走パフォーマンスが高水準にある一流女子長距離ランナー (n=9) の身体組成を体水分量法によって明らかにし、規則的に運動していない一般学生 (n=10) との比較で体型と身体組成の関係をともに検討した。

結果は、以下のように要約される。

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く、有意な差であった。

2) 長距離ランナーの SF (4.1 ± 1.6 kg & $8.6 \pm 2.8\%$) は、一般学生の SF (9.4 ± 3.0 kg & $17.2 \pm 3.8\%$) より有意に少なく、約半分の低値を示した。

3) 長距離ランナーの IF (7.2 ± 2.0 kg & $15.5 \pm 3.5\%$) は、一般学生の IF (8.2 ± 1.5 kg & $15.4 \pm 2.2\%$) より少ない傾向を示したが、有意な差ではなかった。

4) 長距離ランナーの Fat Mass (11.3 ± 3.1 kg), %Fat ($24.1 \pm 4.7\%$) は、一般学生 (17.6 ± 4.2 kg & $32.6 \pm 5.2\%$) のものより有意に低い値であった。また、最も高い走パフォーマンス (マラソン; $2^{\circ} 29' 57''$) を有するランナーが、%Fat の最小値 17.6% を示した。

5) 長距離ランナーの体型は、中胚葉性内胚葉型 ($4.65-3.68-2.10$) を示す一般学生に対して、第3要因得点が最も高い典型的な外胚葉型 ($2.35-2.32-3.82$) を示した。

6) Fat Mass は、一般学生と長距離ランナーとともに第1要因得点と正 ($r=0.890 \sim 0.916$, $p < 0.05$) の、第3要因得点と負 ($r=-0.635 \sim -0.818$, $p < 0.05$) の有意な相関関係を認め、外胚葉の体型は第3要因得点が高くなるほど Fat Mass が少ないという特徴を示した。また、中胚葉型を示す第2要因得点と筋量を反映する LBM との間に有意な相関関係は得られなかった。さらに、長距離ランナーの LBM は一般学生のものと同水準にあることからトレーニングによる LBM の増大がそれほどみられないことを示した。

以上の結果は、一流女子長距離ランナーの持久

的な走トレーニングが LBM をそれほど増大させないものの、体脂肪量のなかで皮下脂肪量に大きく影響することを示していた。

(受付 平成 6 年 1 月 25 日)

附 記

稿を終えるに際し、本実験に多大な御協力をいただいた京セラ・陸上競技部の永田幸一監督以下、盛田久生、伊藤高章の各スタッフの方々と選手、ならびに尾辻千賀 (鹿児島県・田中小学校教諭) の各氏に深謝致します。

文 献

- 1) 跡見順子 (1984) : AT 及び身体組成からみた男女中距離選手の記録差。昭和58年度日体協スポーツ医科学研究報告。女子スポーツ適性に関する研究—第3報一, 72-76.
- 2) 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.
- 3) Carter, J. E. L. (1970) : The somatotype of athletes—a review. *Hum. Biol.* **42**, 535-569.
- 4) Fleck, S. J. (1983) : Body composition of elite athlete. *Am. J. Sports Med.* **11**, 398-403.
- 5) 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.
- 6) Graves, J. E., M. L. Pollock and P. B. Sparling (1987) : Body composition of elite female distance runners. *Int. J. Sports Med.*, **8**, 96-102.
- 7) Hamwi, G. J. and S. Urabach (1953) : Body compartments. Their measurement and application to clinical medicine. *Metab.* **2**, 391-403.
- 8) 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤平田英彦 (1970) : 日本人青少年の身体組成の研究—超音波法と比重法による一。東京大教育学部紀要, **11**, 1-30.
- 9) 石田良恵, 金久博昭, 福永哲夫, 西山一行 (1987) : 女子長距離ランナーにおける身体組成, 体肢組成および皮下脂肪厚の特徴。体力科学, **36**, 18-24.
- 10) 岩岡研典 (1983) : 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.
- 11) 北川 薫 (1978) : 日本人青年男女の身体組成とその

- 国際比較. 保健の科学, **20**, 491-495.
- 12) Komiya, S., T. Komuro and A. Tateda (1981): Determination of the total body water by D_2O dilution using urine samples and infrared spectrophotometry. Japanese J. Phys. Educ. **26**, 161-167.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) Malina, R. M., A. B. Harper, H. H. Avent and D. E. Campbell (1971): Physique of female track and field athletes. Med. Sci. Sports Exerc **3**, 32-38.
- 16) 丸山康子, 飯塚幸子, 吉田敬一 (1991): 超音波法による日本人青年の皮下脂肪分布の性差. 生理人類学雑誌, **10**, 61-70.
- 17) 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. 久留米大論叢, **39**, 319-324.
- 18) 満園良一, 小宮秀一 (1991): 長距離ランナーにおける体脂肪率 (%Fat) 推定法の比較, 生理人類学雑誌, **10**, 219-227.
- 19) 満園良一, 小宮秀一 (1994): 長距離ランナーにおける身体組成, 体型の変化と走パフォーマンスとの関係. ランニング研究, **5**, 19-25.
- 20) 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.
- 21) Pipes, T. V. (1977): Body composition characteristics of male and female track and field athletes. Res. Quart. **48**, 244-247.
- 22) 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.
- 23) Sheng, H. P. and R. A. Huggings (1979): A review of body composition studies with emphasis on total body and fat. Am. J. Clin. Nutr., **32**, 630-647.
- 24) Thorland, W. G., G. O. Johnson, T. G. Fagot, G. D. Tharp and R. W. Hammer (1981): Body composition and somatotype characteristics of junior Olympic athletes. Med. Sci. Sports Exerc. **13**, 332-338.
- 25) 豊岡示郎, 高橋篤志 (1982): 女子中長距離ランナー選手の身体的並びに生理的プロフィール. 大阪体大紀要, **13**, 45-53.
- 26) Wilmore, J. H., C. H. Brown and J. A. Davis (1977): Body physique and composition of the female distance runners. Ann. N. Y. Acad. Sci. **301**, 764-776.