

小学生における身体組成の経年的変化と性差

山田 浩平

養護教育講座

Body Composition Changes and Sexual Differences in Elementary School Children

Kohei YAMADA

Department of School Health Sciences, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

I はじめに

健康状態を保持・増進するためには、身体とこころのバランスのとれた発育と発達が必要である¹⁾。心身の発育と成達は、先天的な素因による生得説と後天的に得られる獲得説によって規定されるが²⁾、後者の要因としては、気候風土や文化などの生活環境をはじめ、日常生活における生活様式、特に栄養・運動・休養（内分泌やホルモン）などの要因が挙げられ、これらが互いに関連して影響を及ぼす³⁾。

さらに、発育・成達は人間の身体、精神、社会性が成熟するまでの時間的な変化として捉えられ⁴⁾、生物が形や細胞数を増大させ、成熟していく過程を発育（Growth）と呼び、形態面における量的増大や質的分化を指す。これに対し成達（Development）とは、機能面からみた量的増大と質的分化を指す。つまりは、身長や体重などの身体の数値可能な形態的指標の増加が発育であり、呼吸、循環機能や運動能力などの身体の機能的な変化、進展が成達である。

ところで、人間の一生をその社会的、生物的特徴から幾つかに分類し、それらの各時期をライフステージと呼んでいるが⁵⁾、我が国ではそれぞれのライフステージで種々の保健管理活動が行われている。そのうち、幼稚園から大学までの時期が対象となるのが学校保健活動である。この学校保健の特性の1つには、児童・生徒等の生理学・心理学的特性が挙げられる⁶⁾。これは、学校保健の対象者が発育・成達途上にあり、年齢的にみて極めて幅の広い層を網羅しているとともに、身体的、精神的、社会的側面において何らかの未熟な点を残していることを意味している。そのため、それぞれの年齢段階における生理学的・心理学的特性を熟知しておかないと、健康問題の解決などで誤りを冒すことが少なくない。この学校における児童・生徒等の生理学的情報を収集する手段の一つとしては、形

態測定（anthropometric measurement）があり、形態測定の数値に身体計測（somatometry）がある⁷⁾。さらに、身体計測の代表的な項目としては、身長・体重・座高が挙げられ、身長については明治33年から、体重は昭和5年から「学生生徒児童身体検査規定」によって全国の小中学校で測定されている⁸⁾。また、学校保健安全法第13条第1項には健康診断の項目の1つとして位置づけられている⁹⁾。加えて、児童・生徒等の身長、体重及び座高の値とその年次推移については、文部科学省が1948年（昭和23年）より学校保健統計調査¹⁰⁾として、全国の児童生徒を対象に行っている。

このように、児童・生徒等の発育を把握するための身体計測は古くから実施され、そのデータも公表されているが、近年では測定機器の目覚ましい発展^{11) 12)}やこれまでの研究結果^{13) 16)}の蓄積から、身体を構成する各組織からの計測も実施されている。即ち、身長や座高を構成する要素は、骨格とその間に存在する軟骨と皮下組織である。一方、体重を構成する要素は脂肪組織と骨格筋や骨、血液などの除脂肪組織とに大別される。この人体を構成する種々の成分から分析する方法を身体組成（Body Composition）と呼び、身体組成からの分析では従来の身体計測学的方法では明らかにできない体脂肪組織（Body Fat Mass）と除脂肪組織（Lean Body Mass）の2つの主要な構成成分から身体機能測定を可能にしている¹⁴⁾。

さらに、従来の身体計測のように、身体の状態を外から測定してだけでは、形態面の十分な理解にはならない。例えば、体重の測定値が同一であったとしても、体重を構成している除脂肪量と体脂肪量の構成比の差によって人体の機能は異なる。このように、人体諸機能の形態的な裏づけとして重要な要因が身体組成であり、除脂肪量や体脂肪量なども身体の数値可能な計測指標であるといえる。殊に、小学生時期の6年間は身体的に著しい変化が見られ、男女の性差が出現する時期で

もある¹⁷⁾。なお、小宮¹³⁾¹⁴⁾は身体組成による研究分野の1つとして、身体組成に及ぼす発育などの生理学的要因の検討を挙げているとともに、これまでの身体組成の研究の中でも、10歳以下の研究報告が少ないことを指摘している。これらのことは、児童・生徒等の身体発育をより客観的に捉えるには、身長・体重などの身体計測に加え、身体組成の指標である体脂肪量、除脂肪量、筋肉量、体水分量、推定骨量などからも明らかにする必要性を示唆している。

そこで、本研究では小学校1～6年生の身体計測と身体組成の計測によるデータを3年間の横断的調査によって明らかにし、これらの測定データから年齢的变化の特徴や推移と男女差を検討することを目的とする。

II 方法

1. 測定期間・対象者

2007年2月16日～20日、2008年2月21日～23日、2009年2月21日～26日に、千葉県S市のA小学校1～6年生の児童を対象に身体計測（身長、体重）と身体組成の測定を行った。対象人数は、Table1に示すように、2007年204人（男子115人、女子89人）、2008年は258人（男子152人、女子106人）、2009年は268人（男子145人、女子123人）の合計730人である。

なお、今回の測定はS市の小学校から協力を求められて実施し、保護者からの承諾をうけた者のみを測定した。

2. 測定方法

2.1. 測定機器と項目

身体組成の評価は、微弱な電流に対する抵抗（impedance）から体脂肪などを推定する(Bioelectrical Impedance Analysis：BIA) 方法¹⁸⁾で行った。具体的には、脂肪組織が電流をほとんど通さないという性質

と、除脂肪組織（脂肪以外の組織で主に筋肉や水分）は電流を通しやすいという性質から、それぞれの電気抵抗値（流した電気の量と出てきた電気の量の差）を計測することで、身体組織を推測している。

なお、インピーダンスの測定機器は、下図にあるタニタ社製のマルチ周波数体組成計（MC-190）を使用した。測定項目は①体重、②除脂肪量、③体脂肪量、④体脂肪率、⑤筋肉量、⑥体水分量、⑦推定骨量である。

2.2. 測定手順

- 1) 軽装・素足になり、標準の身長計を用いて一般的な方法（耳眼水平、尺柱に踵・臀部・背部を付ける）によって0.1cm単位で身長を計測する。
- 2) マルチ周波数体組成計に、測定者の年齢、性別、1)で測定した身長の値、体型（スタンダード）をそれぞれ入力する。
- 3) 体組成計の金属部分に素足で乗り、体重、体脂肪量、除脂肪量、筋肉量、体水分量、推定骨量（各0.1kg単位）、体脂肪率（0.1%単位）のそれぞれを測定する。

3. 分析方法

データの分析には統計ソフトSPSSver.16.0Jを使用した。統計学的な検定を行った。測定した値は、t検定（対応なし）、一元配置分散分析、相関分析（Pearsonの積率相関係数）を行った。

III 結果

1. 対象者の属性

千葉県S市は県の北部にある中都市部であり、近年は市の発展・人口増加が著しい地域である。このような場所に住む小学1～6年生に対し、①身長、②体重、③除脂肪量、④体脂肪量、⑤体脂肪率、⑥筋肉量、⑦体水分量、⑧推定骨量の計測を2007～09年の3年間に



Multi-frequency Body Composition
Monitor (TANITA)

Table 1. Number of subject and measure time

Year Grade	2007			2008			2009		
	Boys	Girls	Total	Boys	Girls	Total	Boys	Girls	Total
1 (First)	29	13	42	34	21	55	15	28	43
2 (Second)	20	14	34	30	13	43	32	20	52
3 (Third)	17	11	28	24	15	39	21	15	46
4 (Fourth)	19	17	36	21	15	36	26	18	44
5 (Fifth)	15	17	32	20	22	42	21	19	40
6 (Sixth)	15	17	32	23	20	43	20	23	43
Sum	115	89	204	152	106	258	145	123	268

渡り実施した。まず、①～⑧の計測されたデータについて、年間の比較を行ったところ、年間においては有意な差は殆ど認められなかった。そのため、以後の結果は3年間のデータをまとめて分析した。

2. 身長

Figure 1には、男女別に各学年における身長の値を示した。まず、身長の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=24.89$, $p<.001$, 女子： $F=29.24$, $p<.001$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、身長の値が有意に増加していた。特にその差が大きかったのが、女子の4年生から5年生の値と5年生から6年生の値であった（ともに $p<.01$ ）。

次に、身長の値について男女別に比較したところ、1,2年生では男子が女子の値を上回り、3,4年生ではほぼ同値、5,6年生では女子の方が男子の値を上回っていた。そこで、各学年別に男女差についてt検定（対応のない）を行ったところ、Figure 1に示すように、5,6年生の時期は、女子の方が男子に比べて有意に身長が高かった。

3. 体重

Figure 2には、男女別に各学年における体重の値を示した。まず、体重の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=17.29$, $p<.01$, 女子： $F=19.81$, $p<.01$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、体重の値が有意に増加していた（いずれも $p<.05$ ）。

次に、体重の値について男女別に比較したところ、1～6年生のどの時期でも有意差は見られなかった。

4. 除脂肪量

Figure 3には、男女別に各学年における除脂肪量の値を示した。まず、除脂肪量の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=15.39$, $p<.01$, 女子： $F=17.64$, $p<.01$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、除脂肪量の値が有意に増加していた。特にその差が大きかったのが、男子の5年生から6年生の値であった（ $p<.01$ ）。

次に、除脂肪量の値について男女別に比較したところ、1～6年生の全ての時期において男子が女子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、有意な差は見られなかった。

5. 体脂肪量

Figure 4には、男女別に各学年における体脂肪量の

値を示した。まず、体脂肪量の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=8.45$, $p<.05$, 女子： $F=12.51$, $p<.01$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、体脂肪量の値が有意に増加していた。特に、その差が大きかったのが、女子の4～5年生の値と5～6年生の値であった（ともに $p<.01$ ）。なお、体脂肪量の標準偏差について見ると、男子の小学校4～6年生における値は大きかった。

次に、体脂肪量の値について男女別に比較したところ、1～6年生の全ての時期において女子が男子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、Figure 4に示すように、5,6年生の時期は、女子の方が男子に比べて有意に体脂肪量が多かった。

6. 体脂肪率

Figure 5には、男女別に各学年における体脂肪率の値を示した。まず、体脂肪率の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、女子のみに有意な結果が得られた（ $F=10.59$, $p<.01$ ）。そこで、女子の体脂肪率の値について多重比較を行ったところ、女子は学年が上がるにつれて、体脂肪率の値が有意に増加していた。特に、その差が大きかったのが、女子の4～5年生の値と5～6年生の値であった（ともに $p<.01$ ）。これとは逆に、男子では1～4年生までは多少増加しているものの、5,6年生では殆ど変化していなかった。なお、体脂肪率もその標準偏差を見ると、男子の小学校4～6年生における値は大きかった。

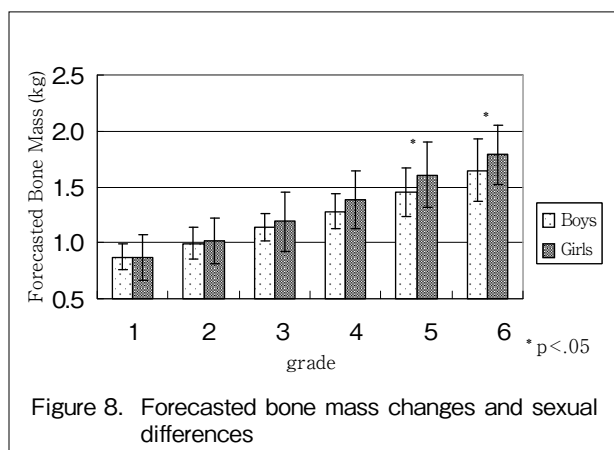
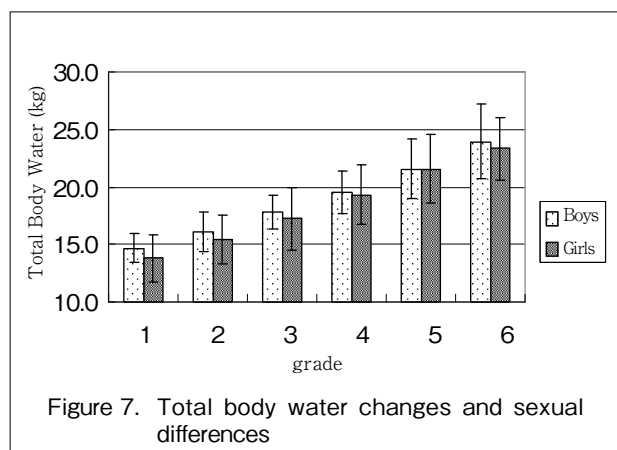
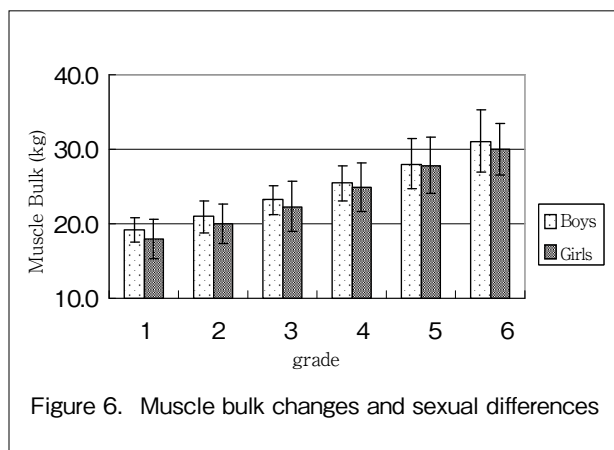
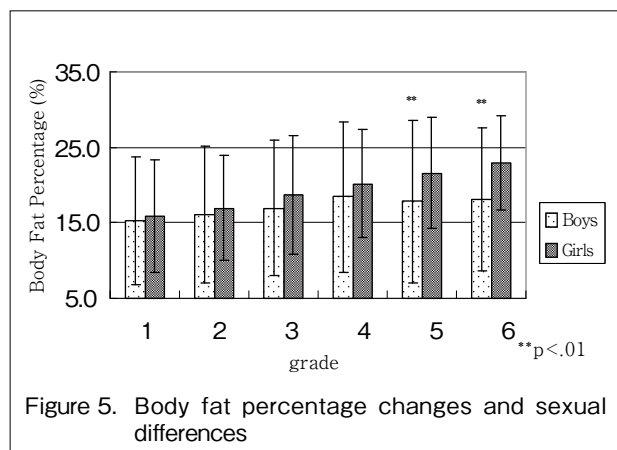
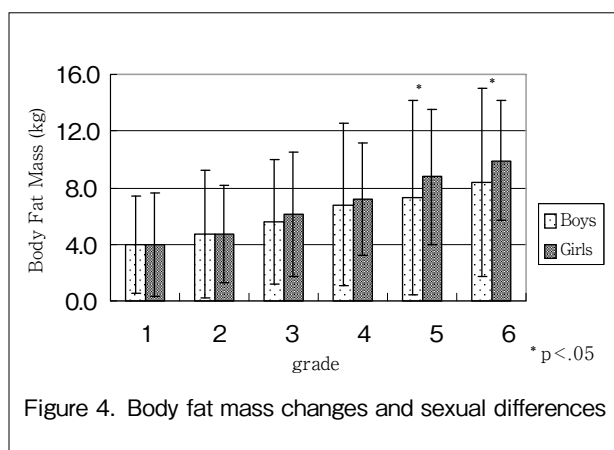
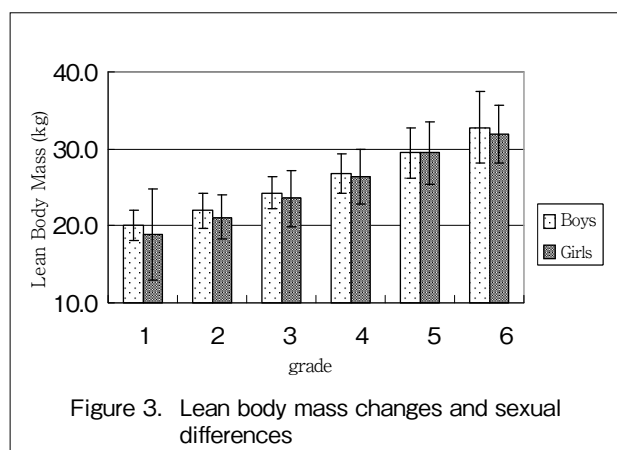
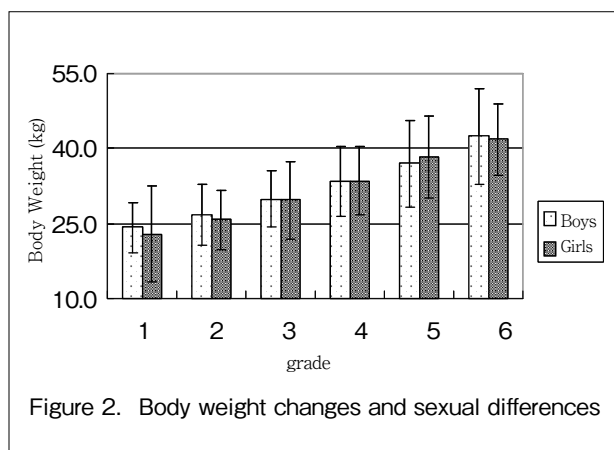
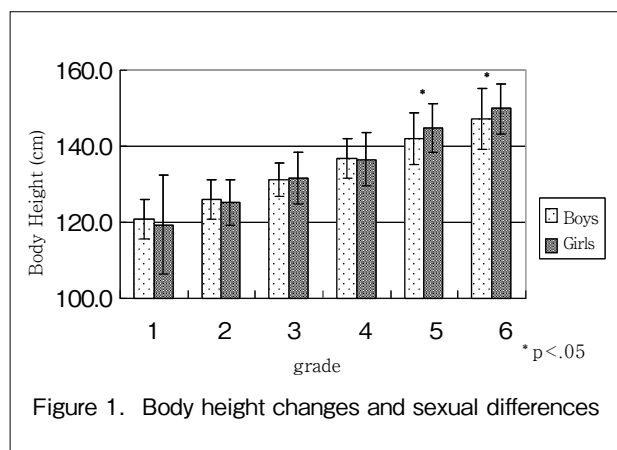
次に、体脂肪率の値について男女別に比較したところ、1～6年生の全ての時期において女子が男子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、Figure 5に示すように、5,6年生の時期は、女子の方が男子に比べて有意に体脂肪率が高かった。

7. 筋肉量

Figure 6には、男女別に各学年における筋肉量の値を示した。まず、筋肉量の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=12.28$, $p<.01$, 女子： $F=12.18$, $p<.01$ ）。

そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、筋肉量の値が有意に増加していた。特に、その差が大きかったのが、男子の5年生から6年生の値であった（ $p<.01$ ）。

次に、筋肉量の値について男女別に比較したところ、1～6年生の全ての時期において男子が女子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、有意な差は見られなかった。



8. 体水分量

Figure 7には、男女別に各学年における体水分量の値を示した。まず、体水分量の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=14.11$, $p<.01$, 女子： $F=11.85$, $p<.01$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、体水分量の値が有意に増加していた。特に、その差が大きかったのが、男子の4～5年生の値と5～6年生の値であった（ともに $p<.01$ ）。

次に、体水分量の値について男女別に比較したところ、1～6年生の全ての時期において男子が女子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、有意な差は見られなかった。

9. 推定骨量

Figure 8には、男女別に各学年における推定骨量の値を示した。まず、骨量の推移を学年間で比較するために1要因の分散分析を行ったところ、有意な結果が得られた（男子： $F=19.14$, $p<.001$, 女子： $F=23.89$, $p<.001$ ）。そこで、これらの値について多重比較を行ったところ、男女とも学年が上がるにつれて、骨量の値が有意に増加していた。特に、その差が大きかったのが、女子の4～5年生の値と5～6年生の値であった（と

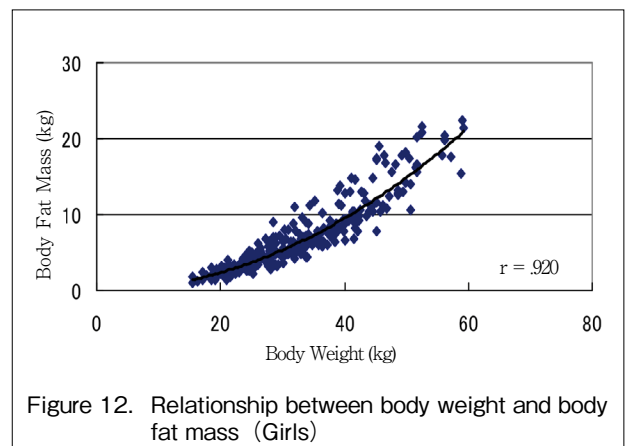
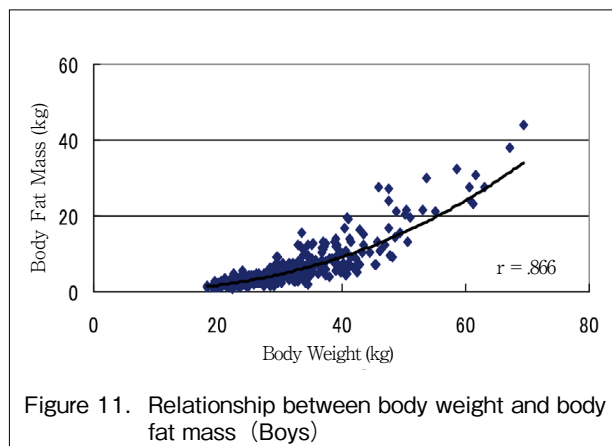
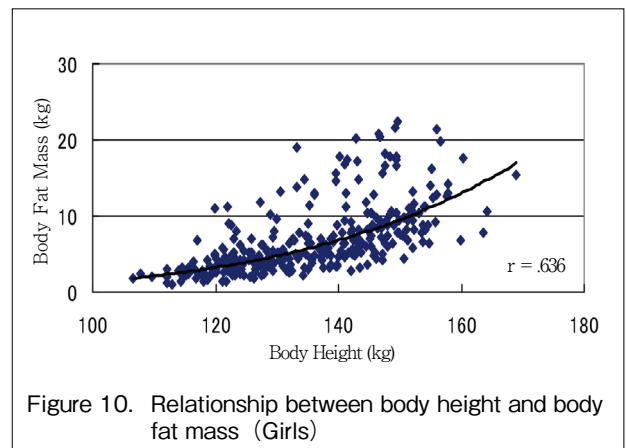
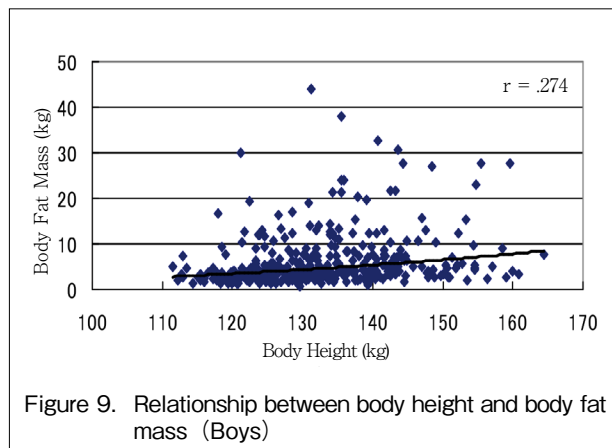
もに $p<.01$ ）。

次に、骨量の値について男女別に比較したところ、1年生では男子が女子の値を上回り、2～6年生の時期では女子が男子の値を上回っていた。そこで、男女差についてt検定を行ったところ、Figure 8に示すように、5, 6年生の時期は、女子の方が男子に比べて有意に骨量が多かった。

10. 身長及び体重と体脂肪量との相関分析

身長と体脂肪率との相関関係を見るために、これらの散布図を男女別に見ると、Figure 9, 10に示す通りである。男子は身長が増大しても体脂肪量の値は殆ど変化しておらず、その相関係数は $r=.274$ であった。一方、女子は身長が増大に伴って体脂肪量も増大しており、相関係数は $r=.636$ であった。

次に、体重と体脂肪率との相関関係を見るために、これらの散布図を男女別にFigure 11, 12に示した。男女とも体重の増大に伴って体脂肪量も増大しており、その相関係数は、男子が $r=.866$ 、女子が $r=.920$ であった。なお、Figure 11, 12の散布図から近似曲線を見ると、男女とも体重40kgのあたりから曲線になり、体重40kgを超えてから脂肪が蓄積されやすくなることが推定できる。



IV 考察

1. 身長とそれに関わる身体組成の測定値

今回測定された1～6年生までの男女別の身長の値について、文部科学省の平成21年度（2009年）学校保健統計調査¹⁹⁾による全国平均と比較すると、本研究対象である男子の身長は1～6年生ともに全国平均より1, 2cm高い傾向が見られた。一方、女子は1～4年生までは全国平均より3, 4cm高い傾向が、5, 6年生は1, 2cm高い傾向が見られた。

次に、男女差についてみると、身長の全国平均値は、1～3年生までは男子の方が女子に比べて若干高く、4年生ではほぼ同値、5, 6年生では女子の方が男子に比べて高い傾向にあり、男女差は全国平均値と同様の傾向が見られた。さらに、6年生の平均身長を厚生労働省の平成21年度国民健康・栄養調査²⁰⁾による20歳の全国平均身長と比べてみると、男子は成人男性の87%であり、女子は成人女性の94%であった。これは、思春期の発育増加において、女子の方が男子よりも早く身長増加を迎えるといった男女の発育速度の違いを示唆している。高石¹⁷⁾も一般的に女子の第2次成長による身長の増大は男子より約2年早い10歳頃と報告しており、これらの発育速度の違いにより6年生で女子が男子を上回ると考えられる。

続いて、骨の成長に関わる推定骨量の値についてみると、小学校3～6年生における女子の値が男子に比べて高く、5, 6年生では男女間に有意差が見られた。これらの結果は、5, 6年生の身長の測定値と同様の傾向を示し、骨量の増大に伴って身長も増加していることが推察される。しかし、身長の値は小学校3, 4年生では同値を示しているが、骨量は3, 4年生の時点で女子の方が男子に比べて高く、身長の差はなくても骨量には多少の違いがあることが窺える。

2. 体重とそれに関わる身体組成の測定値

今回測定された1～6年生までの男女別の体重の値について、文部科学省の平成21年度（2009年）学校保健統計調査¹⁹⁾による全国平均と比較すると、本研究対象である男子の体重は1～6年生ともに全国平均より1～3kg高い傾向が見られた。一方、女子も男子と同様に全国平均より2, 3kg高い傾向が見られた。

次に、男女差についても見てみると、身長の全国平均値は、1～6年生で男女ともに同様の数値を示しており、男女差は全国平均値とほぼ同様の傾向が見られた。さらに、6年生の平均体重を厚生労働省の平成21年度国民健康・栄養調査²⁰⁾による20歳の全国平均体重と比べてみると、男子は成人男性の64%であり、女子は成人女性の75%であった。これは、身長と同様に女子の方が男子よりも早く体重増加を迎える可能性を示唆している。

なお、体重に関わる身体組成の考察にあたっては、これまでの研究結果^{14) 15)}を踏まえ、以下からは除脂肪量と体脂肪量に二分（2-成分モデル）して捉えることにする。

2-1. 除脂肪組織

除脂肪組織としては、除脂肪量、筋肉量、体水分量の3点から考察する。まず、除脂肪量であるが、1～6年生において、男子の方が女子に比べて若干高い値を示していた。この結果は、中村ら¹⁶⁾が小学校3, 4年生を対象に行った研究とほぼ同様の傾向が見られた。また、除脂肪量は増田²²⁾が報告している10代前半の除脂肪量（男子：約30kg, 女子：約28kg）とも同様の結果が得られた。このように、除脂肪量は先行研究と同様の傾向が見られ、さらに除脂肪量は筋肉量と水分量とも同様の増加傾向が見られた。これまでの研究で、除脂肪量は筋肉量と関わりが強いことが報告されている²³⁾。さらに、2-成分モデルによる除脂肪量の構成要素には水分とタンパク質、ミネラル等が含まれるとされており、加えて筋肉量は体水分量と蛋白質量からなるとされている²¹⁾。これらの報告は、除脂肪量、筋肉量、体水分量がある程度の関わりがあることを意味している。そのため、本研究結果でも除脂肪量と筋肉量、水分量の年次推移と男女差が同様の傾向を示していたと考えられる。

次に、6年生の除脂肪量について、20歳から50歳の成人を対象とした北川ら²⁴⁾の研究（20歳男子：約50kg, 女子：約35kg）と比較すると、6年生男子の除脂肪量は成人の62%、女子は85%である。増田²²⁾によると除脂肪量は常に男子が女子より高い値で推移し、15歳の除脂肪量における男女比は、1.23:1であり、20歳になると男子が急激に増加して男女比は約1.45:1となると報告している。このように男子の除脂肪量は思春期から顕著に増加していくことが考えられる。

2-2. 脂肪組織

脂肪組織としては、脂肪量と体脂肪率の観点から考察する。まず、脂肪量であるが、1～6年生において、女子の方が男子に比べて高い値を示し、小学校5, 6年生では、その差は有意であった。この結果は、木田ら¹³⁾が行った研究とほぼ同様の傾向が見られた。また、体脂肪量は、増田²²⁾が報告している10代前半の除脂肪量（男子：約10kg, 女子：約11kg）とも同様の結果が得られた。このように、体脂肪量も先行研究と同様の傾向が見られ、さらに体脂肪量は体脂肪率と同様の傾向を示していた。これは、体脂肪率は体重に占める体脂肪量の割合であるために体脂肪量が体脂肪率と深く関わっていると考えられる。

次に、体脂肪量と体脂肪率の標準偏差を見ると、他の測定項目と比較してその値は大きく、体脂肪量及び体脂肪率の貯蓄には個人差があることを示唆している。特に4～6年生男子の体脂肪率の標準偏差の値は大

きく、小学校4年時以降では増加が見られなかった。これは、男子の体脂肪率は小学校5年生頃から12.3歳にかけて減少するといった増田²²⁾の報告と同様の傾向を示した。一方、女子は1～6年生を通してデータの標準偏差はほぼ一定であり、年齢の変化に伴い一定の体脂肪量を蓄えることが窺える。

3. 身長及び体重と体脂肪量との関わり

身長及び体重と体脂肪率との相関関係を見たところ、男子の身長と体脂肪量の相関のみが $r=.247$ と低く、それ以外の男子における体重と体脂肪量、女子における身長及び体重と体脂肪量の相関関係は強かった。特に、その関連が強かったのが、男女とも体重と体脂肪量との関わりであり、男子の相関係数が0.87、女子が0.92と顕著に高かった。体重と体脂肪量との関連については、これまで成人を対象とした研究結果²²⁾と同様の傾向が見られた。そのため、児童でも成人でも体重の増加は、体脂肪量の増加と関連すると考えられる。

しかし、その一方で、身長と体脂肪量の関係では、男子は相関係数が低く、女子は高いといった性差が見られた。これまでの成人を対象とした身長と体脂肪量との相関分析では、男女ともその相関関係は低く（相関係数はともに $r=.35$ 程度）、その一方で男女とも身長は除脂肪量との関連高いことが報告されている²²⁾。10歳から15歳頃までの女子は、第二次の身長増加時期があり、それに見合った体重増加がある。この体重の増加には、骨量や筋肉量が挙げられるが、その一方でエネルギーを蓄積する脂肪量も増加するのではないかと考えられる。即ち、女子は小学校5,6年生から身長が増加していく傾向にあるが、身長の増加には体内のエネルギー、特に乳製品に含まれるカルシウムや肉類に含まれるタンパク質が必要であり、そのエネルギーを蓄積する脂肪組織に脂肪を多く蓄えておくためだと考えられる。ただ、これはあくまでも推察に過ぎず、今後はより詳細な検討を行う必要がある。

V まとめ

本研究では小学校1～6年生の身体計測と身体組成の計測によるデータを3年間の横断的調査によって明らかにし、これらの測定データから年齢的推移と男女差を検討することを目的として、千葉県の子小1～6生730人を対象に3年間の横断的測定を行った。

その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) 今回測定した、身長・体重・除脂肪量・体脂肪量・筋肉量・体水分量・推定骨量は学年が上がるに伴って、その値は顕著に増加していた。しかし、体脂肪率については、男子の小学校高学年からは、顕著な増加が見られなかった。

- 2) 身長と推定骨量は、女子における小学校5,6年生の時期は著しく増加し、この時期の女子の値が男子に比べて顕著に高かった。
- 3) 除脂肪組織としての除脂肪量、筋肉量、体水分量は、3つともほぼ同様の傾向を示して増大し、小学校1～6年生全てにおいて、男子の値が女子に比べて若干高かった。
- 4) 脂肪組織としての脂肪量と体脂肪率は、両者とも同様の傾向で増大し、女子における小学校5,6年生の時期は著しく増加し、この時期の女子の値が男子に比べて顕著に高かった。
- 5) 身長及び体重と体脂肪率との相関関係を見たところ、男子の身長と体脂肪量の相関のみが低く、それ以外の男子における体重と体脂肪量、女子における身長及び体重と体脂肪量との相関関係は強かった。

以上のことから、小学校1～3年生の間では、身体計測としての身長・体重と、体組成としての除脂肪量・体脂肪量・筋肉量・体水分量・推定骨量は、年齢に伴って発達していた。小学校5～6年生では急激な個人内の発達と男女間で差が見られ、特に顕著であったのは、身長と推定骨量、体脂肪量、体脂肪率であった。また、男子における体重と体脂肪量、女子における身長及び体重と体脂肪量の相関関係は強かった。

今後は、対象者数を増やすとともに、他の地域の小学生でも同様の傾向が見られるかなど詳細に検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 加藤英世：子どもの心身の発達と健康。（野原忠博，瀧澤利行編著）。学校保健，36-43，健帛社（東京）2000
- 2) 大塚正八郎：健康の条件－発達と健康。現代保健体育学大系11，学校保健，22-28，大修館書店（東京）1971
- 3) 池田一彦：児童の発育・発達に及ぼす要因に関する調査研究，兵庫教育大学修士論文，1995
- 4) 江口篤寿：子どもの心身発達と健康。（江口篤寿編）。新版学校保健，7-12，医歯薬出版社（東京）1996
- 5) 大山良徳：学校保健用語辞典，425-426，東山書房（京都）1993
- 6) 大津一義，山田浩平：学校保健の意義と特質。（門田新一郎，大津一義編著）。新版学校保健，1-9，大学教育出版（岡山）2011
- 7) 山本隆久：形態計測。（永田晟編著）。新訂体育の測定・評価，19-33，第一法規（東京）1998
- 8) 大西積守，学校保健の実践，東山書房（京都）1973，25-31
- 9) 学校保健・安全実務研究会編著，新訂版・学校保健実務必携，301-345，第一法規（東京）2010
- 10) 文部科学省：学校保健統計調査－調査の概要，2011，Available at : http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/gaiyou/chousa/1268648.htm
- 11) 片岡邦三：体脂肪量の測定方法概論，日本臨床53：954-958，1995
- 12) 大野誠，池田義雄：簡易体脂肪測定法の比較－大規模疫学調査に敵した機器の検討－，肥満研究4：168-172，1998

- 13) 木田和幸, 西沢義子, 孫光ほか: BIA 法による小学生の体脂肪率－従来法との比較検討－. 学校保健研究 36 : 417-422, 1994
- 14) 小宮秀一: 日本人の体組成. 体力科学 : 1-13, 1997
- 15) 小宮秀一: 身体組成に関する研究史と研究分野. 体力科学 20 : 1-8, 1998
- 16) 中村秀雄, 木田和幸, 木村有子ほか: 経年的に見た小学生の身体組成の変化. 肥満研究 5 : 98-102, 1999
- 17) 高石昌弘: 新版学校保健概説. 日文書院 (東京) 2000
- 18) Lukaski HC : **Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body.** Am J Clin Nutr 41: 810-817, 1985
- 19) 文部科学省: 学校保健統計調査－平成 21 年度結果の概要. 2010, Available at : http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1287812.htm
- 20) 厚生労働省: 平成 21 年国民健康・栄養調査結果の概要について, 2010, Available at : <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000000xtwq.html>
- 21) 小宮秀一: 人体の構成要素. (小宮秀一編著). 身体組成の科学, 9-14, 不昧堂出版 (東京) 1998
- 22) 増田隆: 人体の構成要素. (小宮秀一編著). 身体組成の科学, 43-67, 不昧堂出版 (東京) 1998
- 23) 右田孝志: 体力と身体組成. (小宮秀一編著). 身体組成の科学, 101-114, 不昧堂出版 (東京) 1998
- 24) 北川薫, 桜井佳世, 田原靖昭ほか: 密度法による日本人男女の身体組成. 体力科学 42 : 209-218, 1993

(2011 年 9 月 8 日受理)