

身長と骨成熟からみた日本人小児の成長の特徴について

東京女子医科大学附属第二病院 小児科

ムラ タ ミツ ノリ
村 田 光 範

(受付 平成9年3月26日)

Characteristics of Linear Growth and Bone Maturation in Japanese Children**Mitsunori MURATA**

Department of Pediatrics, Tokyo Women's Medical College Daini Hospital

Since the end of 2nd World War, Japan has seen quite rapid socioeconomical developments. With these developments the physical size of Japanese children has increased, but the final size, especially of the stature is still shorter than that of Caucasians.

We have very interesting results from the investigation of skeletal growth in the children aged from 7 to 18 years old, using the TW2 bone age estimation method. The subjects were about 100 boys and girls in each age group from 7 to 18 years old in the Tokyo metropolitan area. In Japanese children the tempo of "RUS" maturation is almost equal to that of TW2 from 7 to 10 years old and from 9 years old in boys and in girls respectively, but after 10 years old and 9 years old in boys and in girls respectively, the tempo is more rapid than that of TW2.

Japanese children may have a different tempo of skeletal maturation during pubertal growth from that of Caucasian children. This difference in the tempo of skeletal maturation, probably genetic, between Japanese and Caucasians, especially that of RUS, during pubertal growth may be one of the main causes of the final difference in the stature of the two groups.

はじめに

我が国は昭和20(1945)年の終戦以来50年ほどの間に、急速な社会・経済的な発展を遂げた。この間日本人小児の体位も大きく向上した。この傾向は学校保健統計調査報告書¹⁾を検討することで、具体的に知ることができる。学校保健統計調査報告書は、明治33(1900)年以来終戦当時の3年ぐらいの間を除いて毎年報告されている。当然のことであるが、昭和23(1948)年に5歳であったものは昭和24(1949)年には6歳になり、昭和25(1950)年には7歳になる。このことから、表1に示したように昭和23(1948)年に5歳であった集団の平均身長を、この集団が17歳になるまで縦断的に追跡することができる。このような資料を semi-longitudinal な資料と呼んでいる。多数の

個人の身長の計測値を、縦断的に年度別に追跡することは不可能なことから、日本のように、90%以上の小児が高等学校まで進学し、しかも学校保健法に基づいてほぼ正確な身体計測が行われているという状況下では、この semi-longitudinal な資料はきわめて貴重な資料といえるのである。

戦後の学校保健統計調査報告書についていえば、昭和23(1948)年からは経年的に資料が整っているため、仮に昭和23(1948)年に5歳であった集団を「1948年集団」と呼ぶことにすると、この集団は昭和35(1960)年に17歳になっているし、「昭和54(1979)年集団」は平成3(1991)年には17歳になっていることになる。このような各集団の身長の平均値を5歳から17歳まで追跡して、この資料を基に身長成長現量値曲線(以下、単に現

表1 昭和23(1948)年に5歳であった集団における身長の高断的資料

| Year | Age | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 1948 | 103.7 | 108.1 | 112.1 | 117.4 | 121.9 | 126.1 | 130.4 | 135.0 | 139.8 | 146.0 | 152.7 | 157.9 | 160.6 | cm |
| 1949 | 104.2 | 108.6 | 113.5 | 118.1 | 122.4 | 126.6 | 130.6 | 135.6 | 140.7 | 146.7 | 154.2 | 158.7 | 161.2 | |
| 1950 | 104.4 | 108.6 | 113.6 | 118.4 | 122.9 | 127.1 | 131.1 | 136.0 | 141.2 | 147.3 | 154.8 | 159.3 | 161.8 | |
| 1951 | 105.0 | 109.1 | 114.1 | 118.9 | 123.4 | 127.7 | 131.8 | 136.2 | 142.2 | 148.4 | 156.1 | 159.8 | 162.2 | |
| 1952 | — | 109.3 | 114.2 | 119.2 | 123.9 | 128.3 | 132.5 | 137.4 | 142.9 | 148.8 | 156.8 | 160.3 | 162.6 | |
| 1953 | — | 109.5 | 114.8 | 119.7 | 124.2 | 128.7 | 133.1 | 137.9 | 143.5 | 149.9 | 157.6 | 160.9 | 162.9 | |
| 1954 | 105.7 | 101.0 | 115.1 | 120.1 | 124.7 | 129.1 | 133.6 | 138.5 | 144.4 | 150.6 | 158.1 | 161.3 | 163.2 | |
| 1955 | 106.0 | 110.3 | 115.6 | 120.3 | 125.1 | 129.6 | 133.9 | 139.2 | 145.3 | 151.7 | 158.5 | 161.6 | 163.4 | |
| 1956 | 106.2 | 110.6 | 115.8 | 120.8 | 125.4 | 130.0 | 134.5 | 139.5 | 145.8 | 152.3 | 159.2 | 162.0 | 163.7 | |
| 1957 | 106.4 | 110.7 | 116.0 | 121.0 | 125.8 | 130.1 | 135.0 | 140.2 | 146.3 | 153.0 | 159.8 | 162.4 | 163.9 | |
| 1958 | 106.9 | 110.9 | 116.2 | 121.4 | 126.1 | 130.7 | 135.1 | 140.8 | 147.1 | 153.6 | 160.3 | 162.9 | 164.3 | |
| 1959 | 107.0 | 111.3 | 116.6 | 121.6 | 126.5 | 131.2 | 135.9 | 141.0 | 147.9 | 154.3 | 160.6 | 163.2 | 164.5 | |
| 1960 | 107.4 | 111.7 | 117.0 | 121.9 | 126.8 | 131.6 | 136.2 | 141.9 | 148.1 | 155.1 | 161.2 | 163.6 | 165.0 | |

量値曲線)と身長成長速度曲線(以下,単に速度曲線)を描くことによって,日本人小児の戦後の体格の向上とそれに伴う思春期の前傾化を検討し,併せて日本人小児の骨成熟の特徴について報告する。

昭和の年号から平成の年号にわたると年齢計算などにとまどうことが多いので,今後はすべて西暦を用いることにした。

日本人小児の身長からみた成長の特徴

1. 思春期の前傾化について

1) 対象

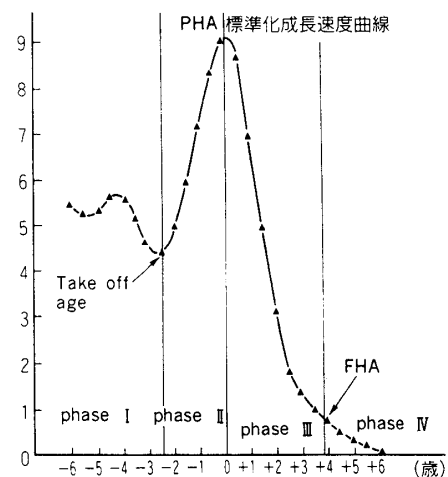
すでに述べたとおり,経年的な現量値曲線と速度曲線の検討には1948年度から1991年度までの各年度の文部省学校保健統計調査報告書に記載されている性別,年齢別平均身長を用いた¹⁾。

食糧事情を中心にした我が国の社会・経済状況は1945年以降厚生省が行っている各年度の国民栄養調査²⁾を参照した。

2) 方法

「1948年集団」から「1979年集団」までの31集団について現量値曲線と速度曲線を作成した。各集団の現量値曲線と速度曲線の作成は,筆者らが開発したパソコンによる平滑化3次スプライン関数ソフトを用いて行った³⁾。

速度曲線(図1参照)の解析方法について概説しておく。ここでは5歳から17歳までの年齢が対



- 第1区分(phase I): take off age(思春期スパートの立ち上がり年齢)まで
 第2区分(phase II): take off ageからPHA(身長最大発育量年齢)まで
 第3区分(phase III): PHAからFHA(最終身長時年齢)まで
 第4区分(phase IV): FHA以降

首都圏日本人小児のTOA・PHAおよびFHA(村田)

| 性別 | 例数 | TOA* | PHA* | FHA* |
|----|-----|------------|------------|------------|
| 男 | 120 | 10.38±1.20 | 12.89±0.88 | 16.91±0.77 |
| 女 | 120 | 8.34±1.15 | 11.04±1.12 | 15.46±1.05 |

*数字は平均値±SD(歳)

文献3より引用

図1 身長成長速度曲線のパターンによる成長期の区分

象になっているため,図1の速度曲線もこの年齢幅が中心になっている。この年齢幅の成長曲線のキーポイントは思春期成長促進現象の開始年齢

(take off age; TOA), 身長成長速度が最大になる年齢 (peak height age; PHA), および最終身長に達した年齢 (final height age; FHA—身長成長速度が1cm になった年齢) である。図1にこれらのキーポイントを示すと同時に、首都圏で筆者らが調査した各キーポイントの年齢とその標準偏差およびこのときの身長などを示しておいた。

3) 結果

各集団の性別にみた現量値曲線と成長速度曲線は図2から図5に示した。当然のことであるが、「1948年集団」に比べて、「1979年集団」は5歳時

の身長も17歳時の身長も大きくなっている。思春期の前傾化を具体的に示すわかりやすい指標はPHAである。これは図3と図5をみることで具体的に理解できる。

図6にPHAの年次変化を示した。この図は少々複雑でわかりにくいと思われるので、説明を加える。上段は男子、下段は女子の曲線である。縦軸はPHAである。横軸は各集団が5歳であった年を西暦で示してある。両端に矢印を持った横棒は食糧事情を中心に我が国の社会・経済状況を示してある。下向きの矢印を持った縦棒はある集

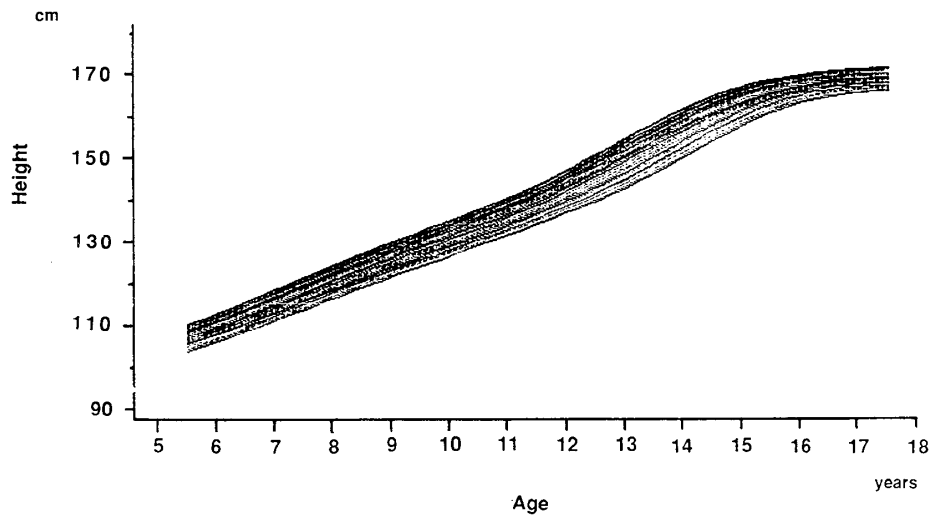


図2 男子における第2次世界大戦以降の身長成長現量値曲線の年次変化
N=31, 対象資料については本文参照。

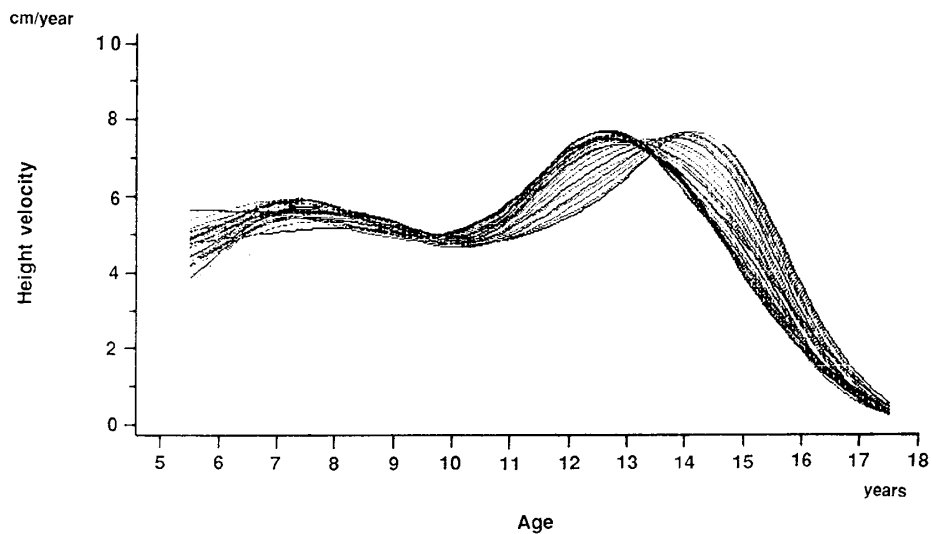


図3 男子における第2次世界大戦以降の身長成長速度曲線の年次変化
N=31, 対象資料については本文参照。

団が PHA を示した年度を意味している。たとえば、1950年に5歳であった集団、すなわち「1950年集団」は男子では1959年（14歳）に、女子では1956年（11歳）に PHA がみられたことを意味している。

図6をみてわかるように、1970年に5歳であった集団以降はほとんど PHA の若年化はみられていない。要するに1970年以降は日本人小児の思春期若年化はほとんどなく、このことは日本人小児の体位の向上も頭打ちになっているとってよいのである。

2. 身長からみた成長の特徴について

図7に日本人小児⁴⁾と英国人小児⁵⁾の現量値曲線を比較して示した。図7をみてわかることは、男女とも PHA 辺りまではほとんど身長差がないが、その後大きな差ができて、最終的には英国人の方が身長が大きくなることである。比較している年度は1976年と古いようであるが、1976年の横断的資料で最年長になる17歳は1964年に5歳であったことになり、図6に示された「1964年集団」の PHA をみると、すでに思春期の前傾化が鈍化している時期に入っているといえる。このことは

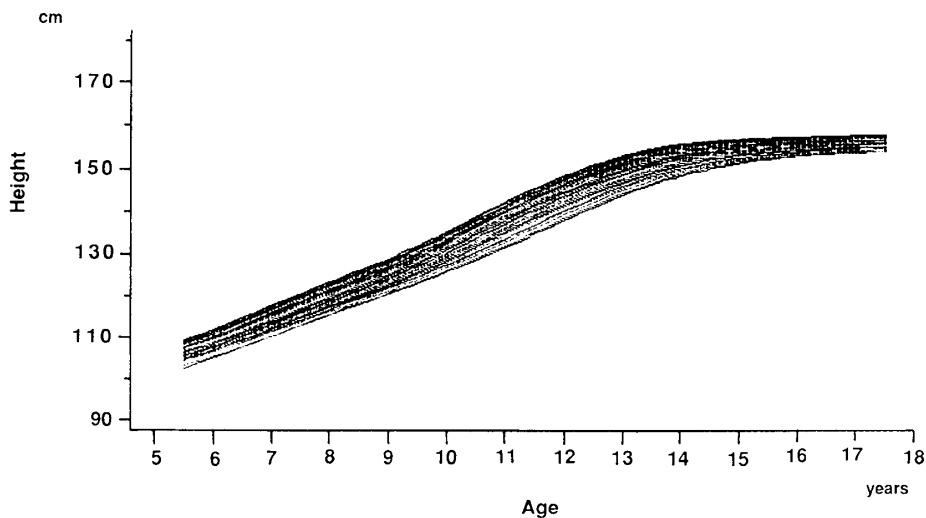


図4 女子における第2次世界大戦以降の身長成長現量値曲線の年次変化
N=31, 対象資料については本文参照。

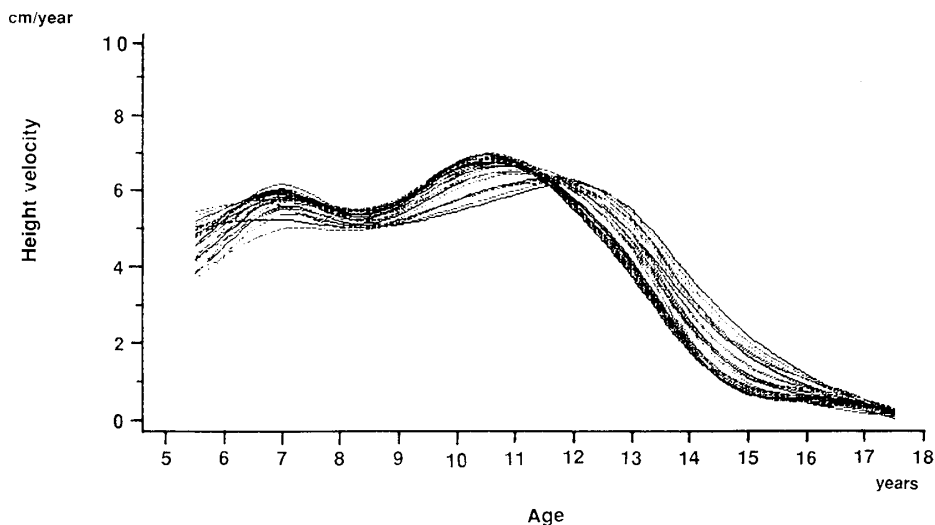


図5 女子における第2次世界大戦以降の身長成長速度曲線の年次変化
N=31, 対象資料については本文参照。

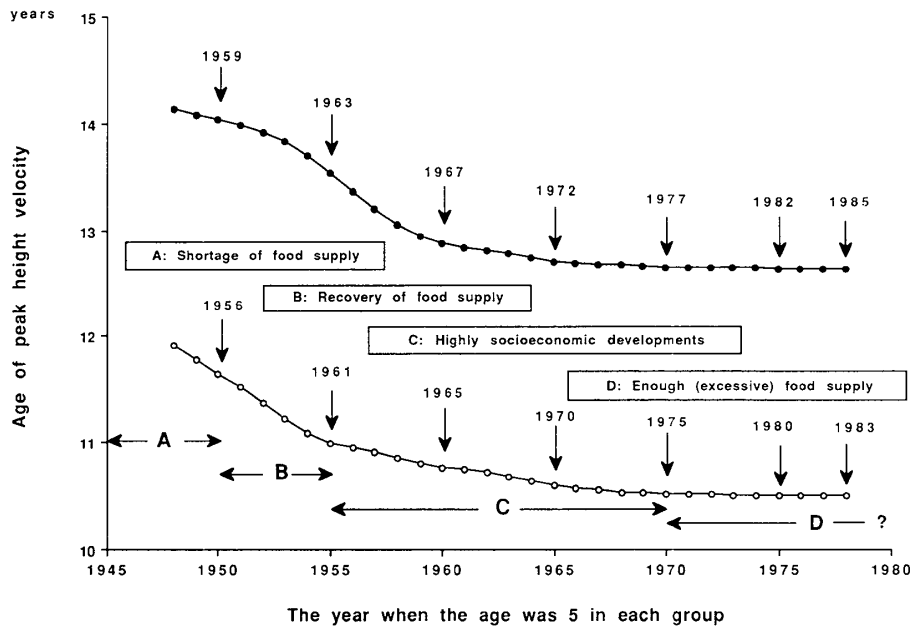


図6 身長の成長速度が最大に達する年齢の年次変化
対象資料については本文参照。

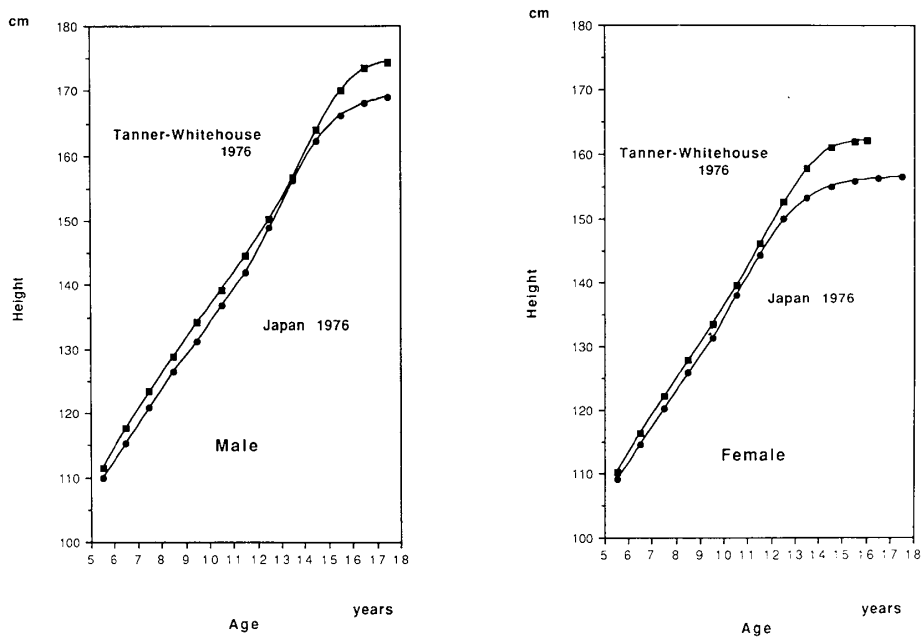


図7 日本人と英国人の身長成長現量値曲線の比較

図7に示した資料は我が国小児の体格がほぼ頂点に達してきている時期のものであり、そこで図7にみるような身長差が生じた理由を検討してみると、思春期発来年齢に関して我が国小児は英国小児に比べて早いことがわかったのである。

図7は1976年の横断的資料であるため、TOA、

PHA, FHAなどを検討するには適していない。そこで個人の縦断的資料を用いて日本人と英国人について身長の成長の違いについて検討した。英国人の小児個人の身長の経時的な資料は、Tannerらの著書⁶⁾から引用した。日本人小児については、筆者らが首都圏に在住する小児について収集した。その結果を表2に示した。表2をみてわかる

表2 日本人と英国人の身長縦断的資料による身長からみた思春期成長促進現象の各指標の比較

| | n | TOA, years | TOH, cm | PHA, years | FA, years | FH, cm | FH-TOH, cm |
|----------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Males | | | | | | | |
| Japanese | 115 | 10.38(1.20) | 135.9(5.41) | 12.89(0.88) | 16.91(0.77) | 168.5(5.44) | 32.6 |
| British | 15 | 11.75(1.16) | 143.4(6.98) | 14.14(0.87) | 17.23(0.92) | 175.7(4.99) | 32.3 |
| Females | | | | | | | |
| Japanese | 120 | 8.34(1.15) | 125.4(4.44) | 11.04(1.12) | 15.46(1.05) | 157.0(4.56) | 30.6 |
| British | 15 | 10.11(0.89) | 133.0(9.06) | 12.64(0.92) | 15.74(0.45) | 163.3(4.82) | 30.3 |

()内の数字は標準偏差, TOA:身長の思春期成長促進現象開始年齢, TOH: TOAの時の身長, PHA:年間の身長の伸びが最大になる年齢, FA:最終身長(身長成長速度が1cm/年になる年齢), FH:最終身長(身長成長速度が1cm/年になったときの身長).

ことは、日本人でも英国人でも、またこれを性別にみても、TOA から FHA までの身長の伸びは全くといってよいほど差がなく、最終身長の差を来す原因は、TOA における身長差であるということである。端的にいえば、日本人小児は相対的に性早熟の傾向を示しているということである。体型からいえば、コーカシアンに比べて胴長短足型になる宿命を負っていることになる。

骨成熟について

筆者らは1986年から開始された「日中青少年の体力比較」という日本体育協会スポーツ科学委員会の研究プロジェクト⁷⁾に参加する機会を得た。このとき日中両国の青少年の体力を比較する共通の指標として、骨年齢が取り上げられ、骨年齢評価の方法として TW2 方式⁸⁾が決定した。この作業の過程において、我が国小児は TW2 方式の基準になった英国小児に比べて、骨年齢が進んでいることがわかった。要するに我が国小児は、TW2 の対象小児に比べ性早熟傾向を示すということである。

以上のような理由から、我が国小児について骨成熟の標準化を行うことが必要であることが改めて認識されたのである。このことに関しては、われわれ小児科の多田羅裕子が精力的な研究を行い、その結果についてはすでに報告している⁹⁾¹⁰⁾。しかし、改めて全国的なコンセンサスを得て日本人小児の骨成熟の標準化を行うことの重要性から、日本体育協会スポーツ科学委員会の研究課題として、東京女子医科大学附属第二病院、慶応大学医学部小児科、国立小児病院研究センター内分泌代謝部、大妻女子大学生生活科学研究所形態成長

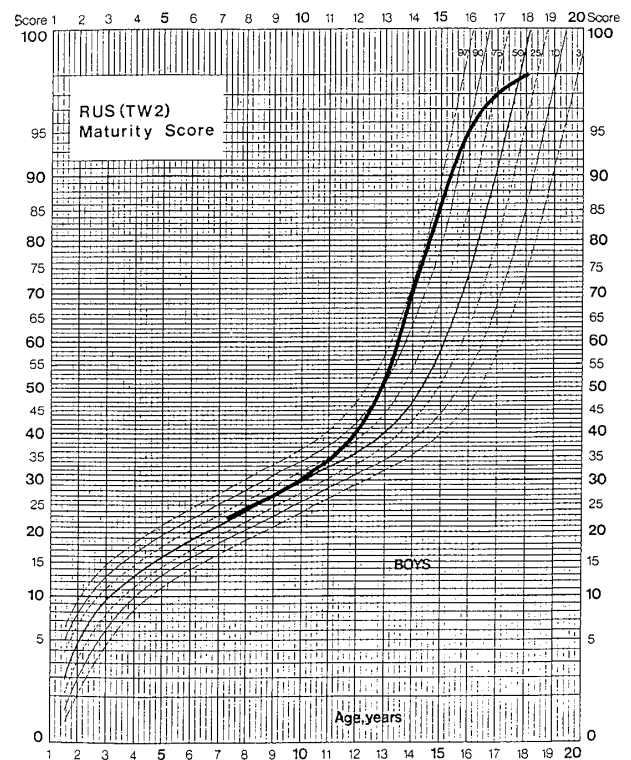


図8 日本人男子と英国人男子の TW2 法による年齢別 RUS スコアの比較

研究室、東京都立大学理学部身体運動研究室、日本体育協会スポーツ科学研究所が共同してこのプロジェクトを遂行することになった。

この研究成果についてはすでに、日本体育協会スポーツ科学委員会報告書¹¹⁾、研究グループからの論文^{12)~16)}、その集大成としての「日本人標準骨成熟アトラス」として出版¹⁷⁾されているので、その詳細はそれに譲るとして、ここでは基本的な結果について述べることにする。

骨年齢評価方式に関しては、筆者の別の論

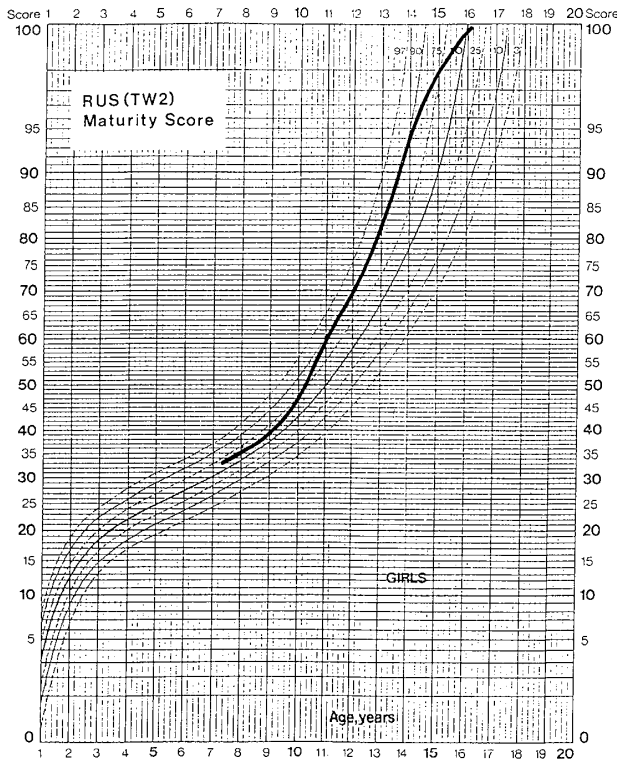


図9 日本人女子と英国人女子のTW2法による年齢別RUSスコアの比較

文^{18)~21)}を参照していただくとして、結果のみについて述べる。TW2の骨年齢評価は20BONE, RUS (Radius, Ulna, Short bone の略), CARPAL3種類がある。この3者について種々の検討を加えた結論として、RUSを用いて骨年齢評価を行うことにした。

TW2による骨年齢評価の基本は、手部の各骨について化骨の形態的变化(成熟段階)の特徴に対してAからGあるいはHまでの段階評価があり、この各成熟段階に対してスコアがつけられていて、このスコアの合計点(1,000点満点)で骨の成熟段階(骨年齢)を評価するものである。

図8と図9に男子と女子のRUSスコアの日本人小児と英国人小児の比較を示しておいた。いずれにおいても日本人小児の方が思春期に入る年齢以降で骨成熟が早い傾向を示していることが分かる。このことはすでに述べたように、日本人が最終身長においてコーカシアンと比較して身長が低くなる理由ともよく一致する所見である。

おわりに

日本人が人種的にみて相対的に性早熟である基本的な理由はまだわかっていない。恐らく現在の分子生物学的アプローチの進歩を計算に入れると、肥満の成因が解明されつつある(筆者の総説²²⁾参照)ように、これは解明可能な問題であると思っているが、このような領域の問題が解明されて、思うがままの身長や体重を持つ人を作り得ることが果たしてその人個人に幸福をもたらすのであろうか。日本人とはこんなものであるという認識のもとに、もっと生きることを本質を問いただしながら生活することを考えた方がよいのではないかと思うのは間違いであろうか。

文献

- 1) 文部省：昭和23年度以降の各年度の学校保健統計調査報告書。大蔵省印刷局，東京(1948-1991)
- 2) 厚生省健康栄養増進課監修：各年度の「国民栄養の現状」。第一出版，東京(1970-1992)
- 3) 大野ゆう子，田原佳子，村田光範ほか：スプライン平滑化法を用いた基準身体発育曲線の作成。日小児会誌 92：1699-1704，1988
- 4) 文部省：昭和51年度文部省学校保健統計調査報告書。大蔵省印刷局，東京(1977)
- 5) Tanner MJ, Whitehouse RH, Takaishi M: Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity; British children 1965. Arch Child 41: 454, 1966
- 6) Tanner MJ, Whitehouse RH: Atlas of Children's Growth. Normal Variation and Growth Disorders. Academic Press, London (1982)
- 7) 日本体育協会スポーツ科学委員会・中華全国体育総会科教部編：青少年の体力に関する日中共同研究 第1報。昭和61年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. IV, 1986
- 8) Tanner MJ, Whitehouse RH, Cameron N et al: Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult's Height (TW2 method) 2nd ed. Academic Press, London (1983)
- 9) 多田羅裕子，村田光範，浅見俊雄：TW2法による日本人小児(7-17歳)の骨年齢評価の標準化について 第1報 資料の基準的検討。ホルモンと臨 36：617-620，1988
- 10) 多田羅裕子，村田光範，浅見俊雄：TW2法による日本人小児(7-17歳)の骨年齢評価の標準化について 第2報 骨年齢標準化の検討。ホルモンと臨 37：459-463，1989
- 11) 日本体育協会スポーツ科学委員会編：日本人青少年のTW2骨年齢の標準化に関する研究，平成2

- 年度日本体育協会スポーツ医科学研究報告 No. IV, 1990
- 12) 安蔵 慎, 松尾宣武, 田中敏章ほか: TW2法による日本人骨年齢評価の問題点. ホルモンと臨 40: 879-882, 1992
 - 13) 佐藤真理, 田中敏章, 安蔵 慎ほか: Tanner-Whitehouse2法による日本人小児の骨年齢の標準化. ホルモンと臨 41(11): 1055-1059, 1993
 - 14) Murata M: Japanese specific bone age standard on the TW2. Clin Pediatr Endocrinol 2(Suppl 3): 35-41, 1993
 - 15) Murata M, Hibi I: Nutrition and the secular trend of growth. Horm Res 38: 89-96, 1992
 - 16) Ashizawa K, Asami T, Anzo M et al: Standard RUS skeletal maturation of Tokyo children. Ann Hum Biol 23: 457-469, 1996
 - 17) 骨成熟研究グループ(代表 村田光範): 日本人標準骨成熟アトラス. 金原出版, 東京(1991)
 - 18) 村田光範: 骨年齢評価法. 整災外 23: 1207-1217, 1980
 - 19) 村田光範: 正常骨年齢. 小児内科 14(11 臨増): 408-424, 1982
 - 20) 村田光範: 骨年齢と身長年齢成長異常での診断的意義. 骨・関節・靭帯 3: 661-667, 1990
 - 21) 村田光範: 骨年齢評価の問題点. 小児科診療 54: 438-444, 1991
 - 22) 村田光範: 小児肥満の成因と病態. 小児内科 29: 9-14, 1997