

小学生シンクロナイズドスイミング競技者における 身長およびプロポーションの特徴

Characteristics of body height and proportion in elementary school synchronized swimmers

田中 千晶 (Chiaki TANAKA)

本間三和子 (Miwako HOMMA)

川原 貴 (Takashi KAWAHARA)

村田 光範 (Mitsunori MURATA)

桜美林大学文学部

筑波大学体育科学系

国立スポーツ科学センタースポーツ医学研究部

和洋女子大学大学院総合生活研究科

〔abstract〕

Recently, body height is considered as one of the major elements for synchronized swimmers to acquire high performance score. The aim of the study was to compare body height and proportion of Japanese female synchronized swimmers in elementary school to age-matched normal female Japanese or other Caucasian populations, by using charts of body height and proportion of girls in Japan. Subjects were nationwide synchronized swimmers of fourth to sixth grade in elementary school, who participated in the audition for executing with the committee of synchronized swimming in Japan Swimming Federation. Body height and sitting height were measured for these athletes to evaluate body proportion. On the other hand, the data of girls in Japanese and Caucasian populations evaluated by the previous studies were used for comparison. As a result, body height and proportion in synchronized swimmers were similar and superior to those of general Japanese, respectively. However, those values were lower and inferior to those of general Caucasians, respectively. There were a limited number of Japanese athletes who had the comparable body shape to normal Caucasian.

〔要旨〕

近年、身長は、シンクロナイズドスイミング競技者が高い競技成績を獲得するために、重要な要素のひとつと考えられている。日本人小児の身長とプロポーションに関するパーセンタイル曲線を用いて、日本人小学生女子シンクロナイズドスイミング競技者の身長およびプロポーションが、同年代一般女子や欧米人と比較して差異があるか否かについて検討を行った。対象者は財団法人日本水泳連盟シンクロ委員会により実施されている競技者育成プログラムのオーディションに参加した全国各地の小学4年生から6年生女子であった。各競技者の身長と座高を測定し、プロポーションを評価した。また、日本人小児および欧米人については、先行研究にて報告されているデータを用いて分析を行った。その結果、競技者は同年代の日本人に比較すると、身長は標準的であったが、相対的に脚が長い傾向にあった。しかし、欧米人に比較すると、身長は低く、プロポーションも劣っており、欧米人の標準的な体格に達している者は非常に限られていた。

Key Words : body proportion, body height, synchronized swimmers, children

1. はじめに

近年、シンクロナイズドスイミングの日本代表の選抜では、従来とは異なり競技者の身長が重視されている。しかし、これまでの我が国におけるシンクロナイズドスイミングに関する研究の多くは、演技構成^{6, 8)}、演技時の生理学的応答の評価^{24, 26)}や動作分析^{4, 5)}、あるいは競技者の形態や機能的側面の特徴^{18, 20)}およびそれらと競技成績との関係^{7, 25)}などが主要な研究課題であり、特に発育に関する研究はほとんどなされてこなかった²⁷⁾。

戦後、日本人の身長は欧米人と比較して、その差はかなり小さくなったものの、近年維持されている²³⁾。身長とは、頭部、頸部、体幹および下肢の各部位からなる投影距離であり、これらの部位の発育状況は一様でないことが知られている¹²⁾。Tanner et al.²³⁾によると、日本人と北ヨーロッパ人の体幹長/下肢高比を検討した結果、時代と共に両者の差は小さくなっているものの、依然として、体型の差は明瞭であることが示されている。さらに、Ashizawa¹⁾は、日本人の身長の増加が1970年代までは、下肢長の増加に由来していたものの、それ以降はその影響が小さくなっていることを報告している。競技スポーツの競技力向上を考える上で、シンクロナイズドスイミングをはじめとする審判員によって評価される採点競技などでは、身体そのものの大きさに加え、プロポーションも重要であると言える。そのため、欧米人と比較して日本人競技者の身体の高さやプロポーションの特徴を明らかにすることは、国際競技力向上を考える際、検討課題のひとつとなる。

我が国では、小児の健康管理として、新生児期から小学校に入るまでは、厚生労働省の管轄している母子健康法、小学校以降のいわゆる学童期は、文部科学省が管轄している学校保健法に基づき、全ての小児について定められた間隔で身長、体重および座高の計測が実施されている。身長は骨格の大きさを総合的に表す指標であることから、これまで小児の発育の評価基準として性別、年齢別身長のパーセンタイル曲線が用いられてきた^{16, 17)}。しかし、日本人小児のプロポーションに関する検討はなされていない。特に、競技スポーツ現場において、我が国の全ての小児が実施している計測項目を用いて、タレント発掘のスクリーニングが実施できるとすれば、シンクロナイズドスイミングのみに関わらず、複数の競技ス

ポーツにおいてその活用が期待される。そこで、我々は、文部科学省により報告されている平成12年度学校保健統計調査報告書¹⁵⁾に掲載されている、年齢階層別の身長と座高のデータを用いて、座高と推定下肢長との比率 (upper /lower ratio: ULR) を算出し、日本人小児のULRおよび、身長と座高のパーセンタイル曲線を作成した²²⁾。なお、下肢長については、身長などと同様の計測はなされていないものの、身長から座高を減ずることにより推定下肢長を算出する方法は、個人および集団の下肢長発育を調べる上で妥当であることが、既に報告されている¹³⁾。

本研究では、日本人小児の身長およびプロポーションに関するパーセンタイル曲線を用いて、日常的にシンクロナイズドスイミングを行っている日本人小学生女子の身長およびプロポーションが、日本人や欧米人の同年代一般女子と比較して差異があるか否かについて検討を行い、その形態的な特徴について明らかにすることを目的とした。

2. 方法

1. 日本人と欧米人の一般女子における身長およびプロポーション

日本人女子の身長およびプロポーションについては、平成12年度学校保健統計調査報告書¹⁵⁾に掲載されている性別、年齢別、身長座高相関表のデータを用いて作成した、身長とULR (= 座高 / (身長 - 座高)) のパーセンタイル曲線を用いた²²⁾。ここでは、パーセンタイル値は、村田¹⁷⁾の報告に基づき、9区分 (3, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 97) 算出されており、各パーセンタイル値は、最小二乗法により、三次スプライン関数を用いて平滑化されている¹⁹⁾。ULRは、その値が小さいと相対的に下肢が長いことを示す。なお、学校保健統計調査報告書における年齢は、4月1日現在の満年齢と定義している。小学校は入学する前年の4月2日からその年の4月1日生まれの集団が新1年生となるので、たとえば6歳集団にはその年の4月1日に6歳になったばかりの者から、翌日には満7歳になる者が含まれていることになる。従って、この集団の身長や座高は、6歳6ヶ月 (6.5歳) と考えられる。このため、年齢の刻みは5.5歳から17.5歳としてある。また、欧米人については、先行研究^{3, 10, 11)}にて報告されている既存の身長およびULRの実測値を用いて分析を行った。

2. 小学生シンクロナイズドスイミング競技者の身長およびプロポーション

財団法人日本水泳連盟シンクロ委員会では、競技者育成プログラムにおける一貫指導対象者を選抜するために、2001年より、毎年9月下旬に小学4年生から6年生の女子にターゲットを絞ったオーディションを実施している。そこで、本研究では、次代を担う2001、2002および2003年度のオーディションに参加した全国各地の小学4年生（最年少9.5歳）から6年生（最年長12.6歳）の女子174名の競技者（平均年齢±標準偏差：11.6±0.7歳）を

分析対象とすることとした。なお、このオーディションでは、一貫指導対象者に選抜されなかった場合、最大で3回連続の応募が許可されているため、複数年のデータを持つ競技者については、最も新しいデータを使用した。分析に用いたデータは、3年間のオーディション時に計測した身長および身長と座高より対象毎に算出したULRであった。

3. 結果

図1に、日本人小児の身長のパーセンタイル曲線と競技者の個人値を示した。また、図2に、日本人小児の身

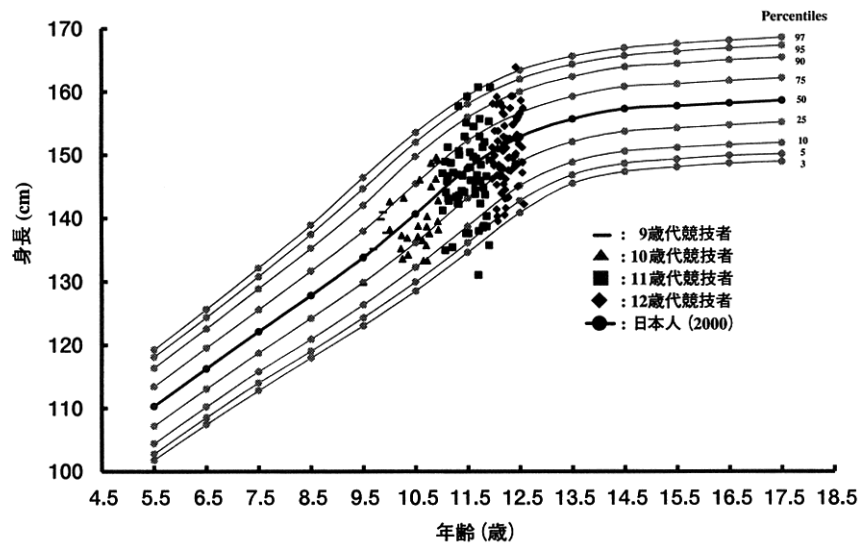


図1. 日本人における身長の推移とシンクロナイズドスイミング競技者の身長

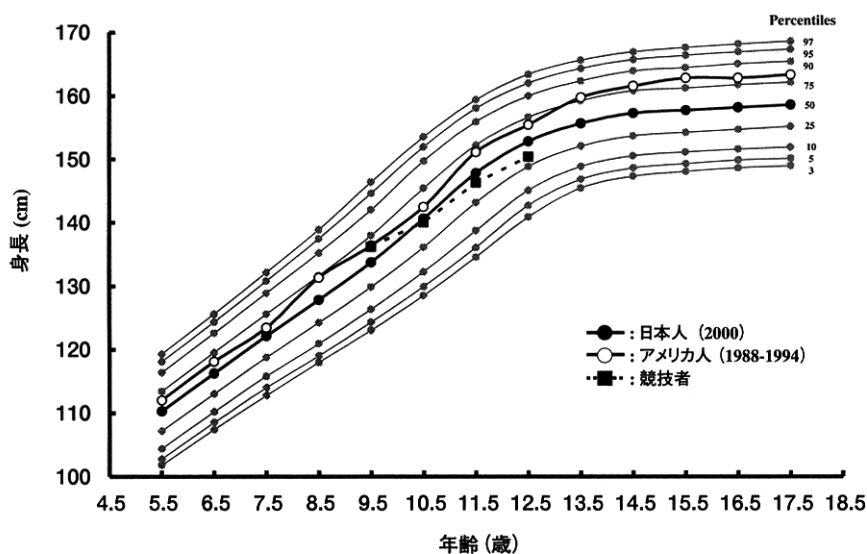


図2. 日本人とアメリカ人における身長の推移とシンクロナイズドスイミング競技者の身長

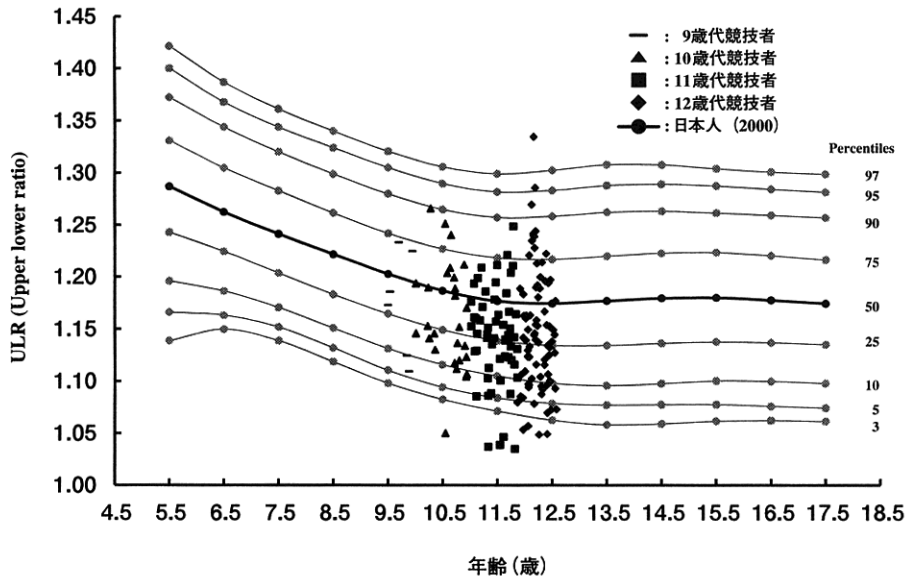


図3. 日本人におけるプロポーシヨンの推移とシンクロナイズドスイミング競技者のプロポーシヨンの推移

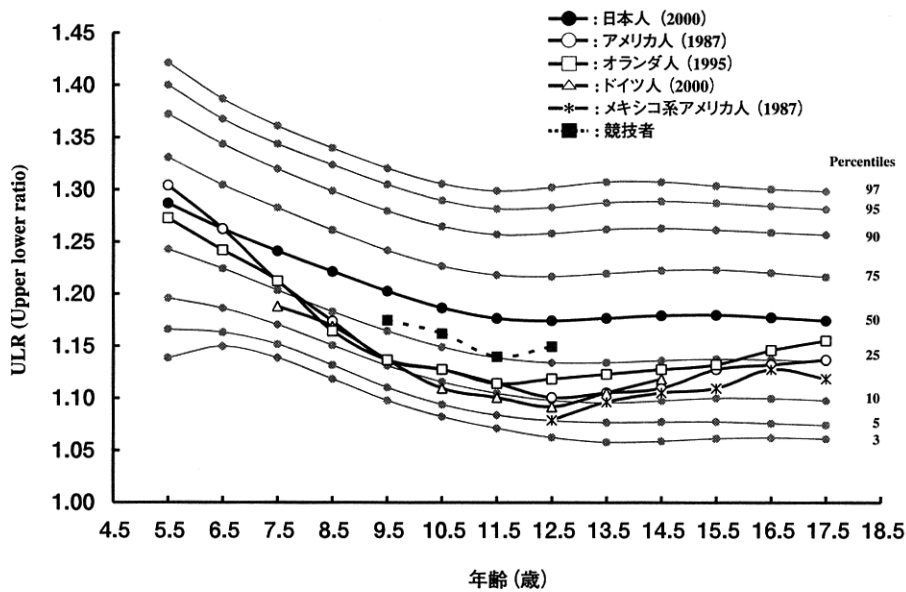


図4. 日本人および欧米人におけるプロポーシヨンの推移とシンクロナイズドスイミング競技者のプロポーシヨンの推移

長のパーセンタイル曲線と競技者の各年代における平均値および米国人²⁾の値を示した。なお、競技者の各年代における身長³⁾の平均値と標準偏差は、各々136.2±4.2cm, 140.1±5.0cm, 146.3±6.4cmおよび150.4±5.4cmであった。競技者の身長は、加齢に伴って日本人の50パーセンタイル値よりやや低くなる傾向を示した。一方、米国人の平均値と比較すると、9歳代を除き低かった。

ULRについても同様に、図3に日本人小児のパーセンタイル曲線と競技者の個人値を示した。また、図4に日

本人小児のパーセンタイル曲線と競技者の各年代における平均値および米国人、オランダ人、ドイツ人、そしてメキシコ系アメリカ人の値^{3, 10, 11)}を示した。なお、競技者の各年代におけるULRの平均値と標準偏差は、各々1.18±0.05, 1.16±0.05, 1.14±0.05および1.15±0.06であった。競技者のULRの平均値は全ての年齢層において、日本人の50パーセンタイル曲線の下部に位置した。しかし、欧米人におけるそれと比較すると、何れの年齢層においても上部に位置した。

4. 考察

我が国の次代のシンクロナイズドスイミングを担う子ども達の身体は、同年代の日本人に比較すると、身長は標準的であったが、相対的に脚が長い傾向にあった。年代毎に詳細に見ると、競技者の身長は、日本人の一般女子と比較すると9歳代では50パーセンタイル値より高く、10, 11歳代では50パーセンタイル値付近であった。しかし、12歳代ではそれより低かった。また、個人値は、11歳代の標準偏差が最も大きな値をとっていた。これは、発育のピークに個人差があることが関連しているものと考えられた。一方、ULRの平均値は全ての年代において、25パーセンタイル値に極めて近い値を示した。ULRに及ぼす身長の影響は、加齢に伴い大きくなることが報告されている²²⁾。しかし、本研究では、最も高い年齢層においても、プロポーションの平均値は、一般女子に比較して優れていた。但し、欧米人に比較すると、9歳代を除き身長は平均値は低く、プロポーションも劣っており、欧米人の標準的な体格に達している者は非常に限られていた(図4)。

思春期前後の身長の発育には、早熟と晩熟といった大きな個人差が存在する¹²⁾。また、身長を構成する座高と下肢長の発育のタイミングにも個人差が生じる。しかし、日本人のULRの50パーセンタイル曲線について観察すると、5.5歳から下降傾向を示し、11.5歳で停滞、その後12.5歳で若干の上昇を示したものの、13.5歳以降ほぼ一定となった。このように、今回の対象年齢の前後では、ULRの変動は小さいため、日本人小児との比較において、小学校5, 6年生の各競技者における発育のタイミングの個人差の影響は少ないものと考えられる。一方、欧米人との比較においてはどうかであろうか。1970年代前後に検討された日本人と欧米人の身長と座高の最大発育年齢について比較した結果^{12, 21)}を見ると、日本人は欧米人

に比較して発育がやや早い傾向にあった。さらに、平成10年度の学校保健統計¹⁴⁾から推定した日本人の身長の最大発育年齢を見ると、欧米人より更に早熟傾向となっていた。各競技者の発育の個人差は本研究では明らかにすることはできないが、ULRは発育のピークが見られた後、かなり安定した値をとるため、欧米人との比較の際、発育の個人差の影響はそれほど大きいものではないものと推測される。

Tanaka et al.²²⁾は、日本人と欧米人のULRの加齢に伴う変化の様相について比較し、民族差が見られることを報告している。つまり、日本人では前述したように11.5歳で停滞、その後12.5歳で若干の上昇を示したものの、13.5歳以降ほぼ一定となった。一方、欧米人では、11.5歳あるいは12.5歳で停滞、その後、日本人とは異なり緩やかな上昇をした。そこで、日本人と米国人における全国規模のデータ^{2, 15)}を用いて、身長の最大発育年齢前後における両者の発育差について検討した(表1)。その結果、米国人は身長の最大発育年齢後の脚の伸びが、日本人に比較して小さいことが明らかとなり、このことがULRの経過における民族差の原因のひとつであると考えられた。さらに、ULRの民族差が見られた他の原因としては、本研究で用いた推定下肢長が、身長から座高を引いたものであることに影響している可能性がある²²⁾。つまり、発育に伴う臀部の脂肪量や筋肉量の増加が座高に及ぼす影響である。特に、日本人は欧米人に比較してBMI (Body Mass Index) から評価した肥満傾向が低いことから⁹⁾、この可能性は否めない。このように、ULRの民族差を純粋に骨格に由来する身体比例の違いによるものと解釈することができないといった限界はあるものの、プロポーションの推移の民族差は11.5歳以降顕著に見られる²²⁾。従って、本研究の競技者のプロポーションが、今後、一般小児と同様の傾向を示すと仮定すると、現時点よりも相対的には欧米人のプロポーション

表1 日本人とアメリカ人の発育差

	日本人 2000年	アメリカ人 1988-1994年
身長の最大発育年齢(歳)	10.0	10.9
身長 <small>の</small> 最大発育年齢		
前3年間における推定下肢長の伸び(cm)	9.9	10.4
後3年間における推定下肢長の伸び(cm)	7.2	3.3

に近づく。しかし、本研究の競技者のULRの平均値が一般小児に比較して小さい傾向にあったことを考慮すると、欧米人の競技者においても同様の傾向にある可能性は大きい。そのため、国際競技力向上を考える際、形態的な側面において日本人競技者は欧米人に比較すると、かなり不利であることが予想される。ULRを今後の競技スポーツ現場でのタレント発掘に活かすためには、ULRの安定性の検討が行われていないために、一概に結論を出すことはできない。しかし、現時点においても、タレント発掘のスクリーニングとしての役割は果たしうると思われる。全ての日本人小児が実施する学校での健康診断結果を有効利用し、国際的に活躍できる競技者の発掘を期待する。

謝辞

本研究の調査に御協力下さいました、財団法人日本水泳連盟シンクロ委員会の皆様に感謝致します。

文献

- Ashizawa, K. (2002) Leg length increase/decrease in Japanese in the latter half of the 20th century, *Anthropol. Sci.* 110: 279-292.
- Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. (2000) CDC growth charts: United States. <http://www.cdc.gov/nchs/about/major/nhanes/growthcharts/charts.htm>
- Gerver, W. J., and De Bruin, R. (1995) Relationship between height, sitting height and subischial leg length in Dutch children: presentation of normal values, *Acta Paediatr.* 84: 532-535.
- 本間正信, 本間三和子, 萬久博敏, 山村千晶 (1999) 一流シンクロナイズド・スイミング選手の巻き足動作の運動学的分析, *バイオメカニクス研究概論* 14: 287-292.
- 本間正信, 高松潤二, 窪 康之, 伊藤浩司, 本間三和子, 上田千穂子, 市川 浩, 三輪飛寛, 清水 潤, 伊藤道代, 田原亮二, 山崎小百合, 小島勝徳 (2002) 第9回世界水泳選手権(福岡/2001) シンクロルーティン分析, *水泳水中運動科学* 5: 21-26.
- Homma, M. (1994) The components and the time of 'face in' of the routines in synchronized swimming. Hebbelinck, M. and Shephard, R. J. (eds.) *Medicine and Sport Science* Vol.39: Karger: Basel, 149-154.
- 本間三和子 (1996) 一流シンクロナイズドスイミング選手の実践的柔軟性およびボディブースアップ力の評価, *トレーニング科学* 8: 63-74.
- 本間三和子 (1997) シンクロナイズドスイミングにおけるフリールーティンの演技構成に関する研究 -1996アトランタオリンピック出場チームにおける構成要素の配置とフェイスインタイムの比率から-, *筑波大学運動学研究* 13: 9-20.
- 伊藤けい子, 村田光範 (2002) BMIを用いた小児肥満の判定, *肥満研究* 8: 268-272.
- Kromeyer-Hauschild, K., and Jaeger, U. (2000) Growth studies in Jena, Germany: Changes in sitting height, biacromial and bicristal breadth in the past decenniums, *Am. J. Hum. Biol.* 12: 646-654.
- Malina, R. M., Brown, K. H., and Zavaleta, A. N. (1987) Relative lower extremity length in Mexican American and in American black and white youth, *Am. J. Phys. Anthropol.* 72: 89-94.
- Malina, R. M., and Bouchard, C. (1991) Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics Books: Illinois.*
- 松本健治, 小西博喜, 白石龍生, 森岡郁晴, 宮本邦彦, 吉田義昭, 宮下和久, 武田真太郎 (1990) 下肢長計測法の比較検討, *和歌山医学* 41: 353-358.
- 文部省 (1999) 平成10年度学校保健統計調査報告書. 大蔵省印刷局: 東京.
- 文部科学省 (2001) 平成12年度学校保健統計調査報告書. 財務省印刷局: 東京.
- 村田光範, 松岡尚文, 金 恵淑, 山崎公恵 (1996) パーセントイル値を用いた身長と体重の成長曲線の必要性について, *日本小児科学会雑誌* 100: 1053-1058.
- 村田光範 (2002) 平成12年度学校保健統計調査報告書に基づくパーセントイル値を用いた身長・体重成長曲線, *小児科診療* 65: 508-516.
- 中村好男, 高本美和子, 武藤芳照 (1983) シンクロナイズド・スイミング選手の身体特性と筋力特性, *Jpn. J. Sports Sci.* 2: 747-752.
- 大野ゆう子, 田原佳子, 村田光範, 巷野悟郎 (1988) スプライン平滑化法を用いた標準身体発育曲線の作成, *日本小児科学会雑誌* 92: 1699-1704.
- Takamoto, M., Nakamura, Y., Motoyoshi, M., Mutoh, Y. and Miyashita, M. (1988) Physiological characteristics of Japanese elite synchronized swimmers. Ungerechts, B. E. et al. (eds.) *International Series on Sport Sciences* Vol. 18: Swimming Science V. *Human Kinetics Books: Illinois*, 121-128.
- Satake, T., Malina, R. M., Tanaka, S., and Kikuta, F. (1994) Individual Variation in the sequence of ages at peak velocity in seven body dimensions, *Am. J. Hum. Biol.* 6: 359-367.
- Tanaka, C., Murata, M., Homma, M., and Kawahara, T. (2004) Reference charts of body proportion for Japanese girls and boys, *Ann. Hum. Biol.* 31: 681-689
- Tanner, J. M., Hayashi, T., Preece, M. A., and Cameron, N. (1982) Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and with Japanese Americans, *Ann. Hum. Biol.* 9: 411-423.
- 山村千晶, 宮城 修, 関司早江子, 石河利寛, 松井信夫, 北川 薫 (1998) シンクロナイズド・スイミングのフリールーティン時の運動強度, *体力科学* 47: 199-207.
- Yamamura, C., Zushi, S., Takata, K., Ishiko, T., Matsui, N., and Kitagawa, K. (1999) Physiological characteristics of well-trained synchronized swimmers in relation to performance scores, *Int. J. Sports Med.* 20: 246-251.
- Yamamura, C., Matsui, N., and Kitagawa, K. (2000): Physiological loads in the team technical and free routines of synchronized swimmers, *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1171-1174.
- 山村千晶, 本間三和子, 田中 京, 上田千穂子, 錦織由紀 (2000) ジュニアシンクロナイズド・スイミング選手の体力に関する横断的研究, *水泳水中運動科学* 3: 12-16.