

女子スポーツ選手における初経遅延検証仮説の背景

The Background of Hypothesis in Proof of Delayed Menarche in Female Athletes

藤井 勝 紀
Katsunori Fujii

ABSTRACT Lateness of menarche in female athletes has been already suggested by examining age at menarche in many female athletes, however, delay of menarche has not been verified objectively. In a ward, it is not able to prove the delay of age at menarche in individual body. Therefore, it is necessary to hypothesize how proof of the delayed menarche in female athletes construct. The verification of the delayed menarche is derived from the interval between age at menarche and age at MPV (Maximum Peak Velocity) of height. And it is discussed about the background of hypothesis in the verification.

緒 言

我が国での初経に関する研究は枚挙に暇はないが、その中で守山等¹⁾が原著となった論文99の文献について検討し、1900年以後の初経年齢の推移を示している。しかし、女子スポーツ選手の初経遅延に関する研究となるとあまりない。スポーツ選手の初経に関する報告は、古くは岩田と根元²⁾の報告があり、近年では目崎等^{3) 4)}の報告がある。そのような中で初経遅延を扱った報告では山川等^{5) 6)}の報告が数少ない中で有用な位置付けとして挙げられる。

この報告の中で、山川等^{5) 6)}は女子スポーツ選手の平均初経年齢(13.00歳、SD=1.00、N=496)は一般の女子(12.08歳、SD=1.33)と比較して有意に遅いことを示している。そして、スポーツ種目別には器械体操が最も遅く14.03歳(SD=0.75、M=14)で早い種目は陸上投擲種目で12.17歳(SD=0.67、N=22)を報告している。当然のことであるが、スポーツが初経年齢に影響を及ぼす

愛知工業大学基礎教育センター
総合教育教室健康科学

のは初経発来以前にスポーツの開始がなければならぬわけで、そのような場合を取り上げている。彼らはこの中で、初経年齢遅延に対してスポーツ練習が視床下部、下垂体でのホルモン抑制に影響を与えていると示唆している。

しかしながら、この論理の展開には重大な欠落がある。それはMalina^{7) 8) 9)}の一連の報告でも指摘されているが、スポーツトレーニングによる初経遅延の仮説はすでに構築されている。したがって山川等^{5) 6)}の報告はそれを日本の女子スポーツ選手で追認したわけであるが、論理の根幹となる初経遅延を導いていないのである。つまり、女子スポーツ選手が晩熟傾向であれば当然初経は遅くなる。そうなればスポーツトレーニングの影響でなく個人の資質の問題となる。現に、藤井¹⁰⁾、Malina and Bouchard¹¹⁾は女子スポーツ選手の晩熟性を示唆している。

初経の遅延を導くためには、何に対して遅れているのかその基準が必要となる。そして、もしこの基準の完全な設定を必要とするならば、それはクローン体を使って比較する以外に方法はないと言える。しかし

当然不可能である。そこで考えられるのが一卵性双生児や兄弟、姉妹等の家族を対象として比較検討することである。特に、一卵性双生児を扱うことは有力な客観的証左を得られるであろうが、扱うデータ数の確保や研究遂行のための環境設定することが非常に困難と考えられる。現にこのような研究は見当たらない。その中で、Malina¹²⁾は家族を絡めたアプローチを報告しているが、初経遅延を証明するには客観性において問題があろう。

このような中で、藤井¹³⁾¹⁴⁾は個人内において、少なくとも規則的トレーニングの影響を受けない要素を取り上げ、その要素と初経年齢とのズレを導けば初経遅延は実証されると仮説し、その要素を身体的成熟度に求めたわけである。

ここで身体的成熟度とは身長発育における思春期最大発育速度の年齢を意味するわけであるが、医学的な臨床的立場から見れば骨年齢が一般的と考えられる。しかし、骨年齢ではレントゲン撮影等の煩雑さにより研究遂行においてはかなりの障壁となろう。また、骨年齢の指標は1年間隔での判定となり厳密な年令軸を与えているわけではない。つまり、初経遅延を導くためには初経年令とのズレ(interval)が導かれなくてはならず、そのためには成熟度の厳密な年令軸を決定することが必要である。それは、取りも直さず統計的手法としての現象の計量化による投射を意味するものである。

そのような意味から、身長の思春期最大発育速度年齢(Peak Height Velocity age: PHV age)という発育学における生物学的パラメーターを取り上げるわけである。しかしながら、問題となるのがこのPHV年令の導き方である。従来までに様々な導出の方法があるが数学的関数を適用した方法がその妥当性において有効であろう。これまでの数学的関数の歴史的な経緯については藤井¹⁵⁾が述べている。そして、藤井¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾はPHV年齢の導出法として最適な数学的関数を提唱した。それがウェーブレット補間法である。ウェーブレット補間法の有効性については、藤井¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾が他の数学的関数との比較から導いている。そこで今回の初経遅延の仮説構築にはこのウェーブレット補間法によって身体的成熟度としてのPHV年齢が導かれることが重要な条件となる。そして、このような試行は藤井が初めて試みるものであり、その実態はほとんど不明である。したがって、初経遅延を証明するのに初経年齢と身体的成熟度年齢とのズレ(interval)が実際に生起するか否かは分からない。つまり、初経遅延の検証を仮説するためには、このズレ(interval)が運動選手と一般女子との比較において有意な差が示される必要がある。そのようなわけで初

経遅延検証の仮説を構築するために、今女子運動選手と一般女子のデータセットを二組設定し、その二組のデータセットにおいて初経年齢と身長と思春期ピーク年齢とのズレ(interval)が両者で有意な差が検出されれば、初経遅延検証の仮説が構築されたこととなる。そこで、一組のデータセットはある程度のレベル(地区大会で入賞する程度)の女子運動選手を取り上げ、もちろん初経年齢前から規則的トレーニングの実施は行われているが、その選手個人の6歳から17歳までの縦断的発育データ(身長のデータ)を得、一般女子においては特に運動を実施していない者を選び、運動選手同様の縦断的発育データを得た。もう一つのデータセットは運動選手レベルが少し高く、さらに小学、中学、高校における運動実施状況が調査され、一般女子の場合においても同様に調査され、初経年齢前後における規則的トレーニングが実施されていない者を選択した。このような二組のデータセットを対象に、それらの縦断的身長発育のデータから思春期ピーク(MPV: Maximum Peak Velocity)年齢をウェーブレット補間法から特定し、MPV年齢と初経年齢とのズレ(interval)について模索的に検討しようとした。そして、初経遅延の検証仮説について論議し、さらにウェーブレット補間法の有効性を発育・発達学的に検証するものである。

1、規則的トレーニングによる初経遅延の仮説

スポーツトレーニングによる初経遅延の仮説は、Frisch²²⁾による限界体重説から引用すれば、規則的トレーニングにより体脂肪量に対する除脂肪量の割合を上げることにより、性腺刺激ホルモン(ゴナドトロピン)や卵巣ホルモンの血中循環レベルを変化させることが初経遅延のメカニズムと考えられている。この仮説は現在までのところ明確には証明されていない。これは、ホルモンの直接的な関与について検討することに限界があることと同時に、設定される規則的トレーニング管理の難しさがある。しかし、Malina⁹⁾によって諸外国の女子運動選手の初経の遅さは示されており、規則的トレーニングだけに限定されないかもしれないが、調査されたデータ数の多さから判断すれば、女子運動選手における初経の遅さはスポーツトレーニングによる影響と推察しても良いのではないだろうか。したがって、初経の遅さは示されているが、遅れていることの客観的証左が成されていないのである。つまりこの点において最も重要な問題として浮上してくるのが個人内における初経の遅れを如何に説明するかという本質的な課題が存在するわけである。

2、初経遅延検証仮説の手続き

1) 資料

先ず一組のデータセット (A) として、運動選手の高校在学中に地区大会で入賞した東海地区の女子大学1年生110名を対象に健康診断票の調査をし、小学1年から高校3年までの(1984年から1995年まで)身長と体重の縦断的測定値を得た。また、アンケート調査により生年月日、初経年齢と、小学、中学、高校における運動実施状況を調査した。アンケート調査の詳細は先の報告ですでに示してある。以上の調査により運動選手群として完全に資料の揃った者57名が抽出された。

次に、一般女子として特に運動(スポーツ)を実施してなかった東海地区の某女子大学1年生を対象に運動選手群と同様に1984年から1995年までの身長と体重の縦断的測定値を得た。また初経年齢も調査し、その結果完全に資料の揃った者68名が抽出された。

次に二組目のデータセット (B) として、運動選手は高校時代に全国大会に出場した経験のあるものについて東海地区の某高校3年生の女子144名を抽出した。この運動選手144名について、データセット (A) の場合と同様にアンケート調査を実施し、生年月日、初経年齢と小学、中学、高校時における運動実施状況を把握した。また、健康診断票を後方視的に調査し小学1年(6歳)から高校3年(17歳)(1984~1996年から1986~1998年)までの身長と体重の縦断的発育資料を得た。

次に、一般女子として運動選手と同地区である東海地区の某女子短期大学の1年生を対象に運動選手群と同様の調査を実施した。そして、特に規則的なスポーツトレーニングが成されていない一般女子の完全に資料の揃った者78名が抽出された。もちろん初経年齢前後においても規則的なトレーニングを実施していない者を抽出してある。その内訳は、某女子短期大学生40名の1986年(6歳)~1998年(18歳)データ、某女子短期大学生38名の1987年(6歳)~1999年(18歳)データを抽出した。

以上のように (A) (B) 二組のデータセットが適用される。

2) 解析上の手続き

- ① 身体的成熟指標として身長と思春期最大発育速度(MPV:Maximum Peak Velocity)をウェーブレット補間法で決定する。
- ② ウェーブレット補間法から導かれた身長(MPV)年齢と初経年齢の正規性を検討するために、正規

分布関数に当てはめることにより検討する。

- ③ 初経年齢について運動選手群と対照群の間で比較検討する。
- ④ 身長(MPV)年齢について運動選手群と対照群の間で比較検討する。
- ⑤ 初経年齢と身長(MPV)年齢の差を個々に算出し、その統計値から差の分布図を作成する。そして運動選手群と対照群で比較検討する。

3、二組のデータセット (A) (B) の有する意味

1) 運動選手群と対照群の初経年齢の比較

初経年齢の正規性に関して、理論度数算出のための正規分布関数を求めると、以下ようになる。

先ず、データセット (A) の場合、
運動選手の初経年齢

$$f(x) = \frac{0.5 \times 57}{\sqrt{2\pi} \times 1.18} e^{-\frac{(x_i - 12.59)^2}{2(1.18)^2}}$$

一般女子の初経年齢

$$f(x) = \frac{0.5 \times 68}{\sqrt{2\pi} \times 1.18} e^{-\frac{(x_i - 11.90)^2}{2(1.18)^2}}$$

次に、データセット (B) の場合
運動選手の初経年齢

$$f(x) = \frac{0.5 \times 144}{\sqrt{2\pi} \times 1.23} e^{-\frac{(x_i - 12.75)^2}{2(1.23)^2}}$$

一般女子の初経年齢

$$f(x) = \frac{0.5 \times 78}{\sqrt{2\pi} \times 0.90} e^{-\frac{(x_i - 12.11)^2}{2(0.90)^2}}$$

以上の式より、両データセットにおける x_0^2 値を求めると、データセット (A) の運動選手では28.70、一般女子では34.55となり、また、データセット (B) の運動選手では13.45、一般女子では7.77を示し、両データセットにおける運動選手、一般女子の初経年齢の正規性は認められたといえる。正規性が認められたことにより両データセットの初経年齢を比較検討すると、データセット (A) における運動選手の初経年齢は12.59 (SD=1.17) 歳で、一

一般女子の初経年齢は11.90 (SD=1.17)歳となり、両者において有意差 ($P < 0.05$) が認められた、また、データセット (B) における運動選手の初経年齢は12.75 (SD=1.23)歳で、一般女子の初経年齢は12.11 (SD=0.90)歳となり、やはり両者において有意差 ($P < 0.01$) が認められた。つまり運動選手の方が一般女子より初潮年齢は遅いことが示された。

以上のことから、二組のデータセットにおける運動選手と一般女子の初経年齢の比較から、本研究におけるデータの信頼性は十分に評価されることが示されたといえる。つまり、従来指摘されている運動選手の初経の遅さが明らかにされたわけである。しかし、この結果だけからではスポーツトレーニングによる初経年齢遅延の証明にはならない。それは運動選手は元来、成熟度が遅い傾向があるかもしれないからである。

2) 運動選手と一般女子における身長MPV年齢と初経年齢のズレ(interval)の比較

初経年齢の場合と同様に正規性に関して、理論度数算出のための正規分布関数を求めると、以下のようになる。

まず、データセット (A) の場合、運動選手の初経年齢と身長MPV年齢とのズレ

$$f(x) = \frac{0.2 \times 68}{\sqrt{2\pi} \times 1.02} e^{-\frac{(x_i - 1.40)^2}{2(1.02)^2}}$$

一般女子の初経年齢と身長MPV年齢とのズレ

$$f(x) = \frac{0.2 \times 57}{\sqrt{2\pi} \times 1.19} e^{-\frac{(x_i - 0.96)^2}{2(1.19)^2}}$$

次に、データセット (B) の場合、運動選手の初経年齢と身長MPV年齢とのズレ

$$f(x) = \frac{0.2 \times 144}{\sqrt{2\pi} \times 1.25} e^{-\frac{(x_i - 1.62)^2}{2(1.25)^2}}$$

一般女子の初経年齢と身長MPV年齢とのズレ

$$f(x) = \frac{0.2 \times 78}{\sqrt{2\pi} \times 0.75} e^{-\frac{(x_i - 1.08)^2}{2(0.75)^2}}$$

以上の式から x_0 値を算出した結果、両データセットにおける運動選手、一般女子の初経年齢と身長

MPV年齢のズレ(interval)において正規性の妥当性が認められた。そこで、両データセットにおける身長MPV年齢と初経年齢の差を両群において個々に算出しその統計値を求めると、データセット (A) の運動選手で1.40 (SD = 1.01)歳、一般女子で0.96 (SD=1.18)歳となり、両群を比較検討すると、有意差 ($P < 0.05$) が認められた。また、データセット (B) では、運動選手で1.62 (SD=1.25)歳、一般女子で1.08 (SD=0.74)歳となり、両群を比較検討すると、やはり有意差 ($P < 0.01$) が認められた。このような結果は今回初めて試みられて導かれた知見である。つまり運動選手と一般女子においてMPV年齢と初経年齢の差(interval)において運動選手の差が大であれば明らかに運動選手における初経の遅れが示唆される。

したがって、この二組のデータセットは従来から指摘されている初経年齢の遅さを示している点を含んでいるので、このような初経年齢と身長MPV年齢のズレが運動選手で大であることが示されれば、従来のデータにおいてもこのような傾向が当然示されることを示唆していると考えられる。

4、初経遅延検証仮説の論議

ここにおける一連の初経遅延検証の過程は従来まではなかった検証過程である。それは女子スポーツ選手における初経遅延の証明には二つの局面からの検証が必要となるわけである。その一つは従来から報告されているFrisch²²⁾による限界体重説を引用したスポーツの規則的トレーニングによる初経遅延の仮説を証明しようとするもので、その二つは実質的な初経遅延を導く証明仮説の構築である。

現在までのところ、先の項でも述べたように規則的トレーニングによる影響を完全に特定することは難しく、益してやスポーツ種目ごとのトレーニングの質の影響を初経遅延に反映することは困難と言える。しかし、従来までの報告からスポーツトレーニングの影響であることは示唆されている。したがって、ここに至って重要な論議は、少なくともスポーツ選手の初経遅延がトレーニングの影響であることに絞り込むためにも、二つ目の局面として実質的な初経の遅れを明確に示さなければ、トレーニングの影響による初経遅延として焦点を絞り込むことが出来ないであろう。

そのような意味から、本研究において個人内における成熟度年齢と初経年齢のズレ(interval)を、その検証の仮説に考えたことは一様理解されるであろう。そして、成熟度年齢を身長思春期ピーク年齢に求め、その年齢をウェーブレット補間法から導き、二組のデータセットに対して適用した結果、初経遅延の検証仮

初経遅延仮説の背景

説は構築されたと言えよう。

つまり、身長MPV年齢と初経年齢のズレ(interval)は確かに運動選手と一般女子の間で差が認められた。特に、二組のデータセットで認められたことは、恐らくどのようなデータを適用しようが、このズレ(interval)によって初経遅延は判定されることを示唆していることになる。したがって、この初経遅延検証の仮説が構築されたことは、運動選手の初経遅延はこのような方法で初経の遅れを示すことが可能になったと考えられる。しかし、この検証仮説は平均的な論議であり、個々に適用される場合は、さらに初経遅延を判定するべく評価尺度が必要となろう。いずれにせよここで取り上げた身長MPV年齢と初経年齢のズレ(interval)は個人内における初経の遅れを示すものであり、初経遅延判定のために個々に適用される可能性は十分認められるであろう。

以上のことから、初経遅延の検証仮説の背景がここで論議された過程から導かれるであろう。

5、参考文献

- 1) 守山正樹、柏崎浩、鈴木継美：日本における初潮年齢の推移、民族衛生、146：22-32, 1980.
- 2) 岩田正道、根本伸：本邦女子運動競技者の月経について、日本婦誌、28：608-623, 1933.
- 3) 目崎登、佐々木純一、庄司誠、岩崎寛和、江田昌佑：スポーツトレーニングと初潮発来、日本産婦人科学会雑誌、36：49-56, 1984.
- 4) 目崎登、佐々木純一、庄司誠、岩崎寛和、江田昌佑：大学運動選手の月経現象、日本産婦人科学会雑誌、36：247-254, 1984.
- 5) 山川純、渋谷貞夫、横関利子：女子選手の初経年齢及び月経状態、昭和58年度日本体育協会スポーツ医学研究報告・女子のスポーツ適性に関する研究第3報、84-99, 1983.
- 6) 山川純：女子選手における月経と競技スポーツの考察、第9回アジア競技大会参加選手軌跡調査報告書、47-53, 1983.
- 7) Malina, R.M. : Menarche in athletes : a synthesis and hypothesis. *Annals of human biology*. 10 : 1-24, 1983.
- 8) Malina, R.M. : Human growth maturation and regular physical activity, *Acta Medica Auxologica*. 15 : 5-23, 1983.
- 9) Malina, R.M. and Bielicki, T. : Retrospective longitudinal growth study of boys and girls active in sport. *Acta Paediatrica*. 85 : 570-576, 1996.

- 10) Fujii, K. : An examination of MPV in physique growth of female athletes. *Japan Society of Physical Education proceeding* pp.419. 1998.
- 11) Malina, R.M., And Bouchard, C. : Growth, Maturation, and Physical Activity. Champaign, IL Human Kinetics. 1991.
- 12) Malina, R.M. and Moss, K.A.H. : Age at menarche and family characteristics of high school athletes and non athletes. In *Psychological Perspectives in Youth Sports*, edited by F.L. Smoll and R.E. Smith (Washington, D.C. Hemisphere Publishing Corporation), 1978.
- 13) 藤井勝紀：A grouping approach to delayed menarche in female athletes, 愛知工業大学研究報告 No. 35 : 93-98, 2000.
- 14) 藤井勝紀：女子運動選手の初潮年齢遅延に関する成長学的アプローチ - 女子柔道選手の初潮遅延について -、*Auxology*, Vol. 7 : 50-53, 2000.
- 15) 藤井勝紀：ウェーブレットによる成長学へのアプローチ - ウェーブレット提唱までの数学的関数の歴史的経緯とその理論的背景に関する論議 -、愛知工業大学研究報告 No. 32 : 41-50, 1997.
- 16) 藤井勝紀・山本浩：身長の成熟別発育速度曲線の解析、*体力科学*, 44(3) : 431-438, 1995.
- 17) Fujii, K. and Kawanami, K. : An analysis in regard to relationship between age at MPV of height, and its sex difference, *Japanese Journal of School Health*, 40 : 317-331, 1998.
- 18) Fujii, K. and Matsuura, Y. : Analysis of the velocity curve for height by the Wavelet Interpolation Method in children classified by maturity rate, *American Journal of Human Biology*, 11 : 13-30, 1999.
- 19) 藤井勝紀、川浪憲一：WIMの構築アルゴリズムにおける発育学的検証 - 生物学的意味におけるフーリエ補間との比較論議 -、愛知工業大学研究報告” No. 33 : 89-95, 1998.
- 20) 藤井勝紀：WIMの構築アルゴリズムにおける発育学的検証 - 生物学的意味におけるラグランジュ補間との比較論議 -、愛知工業大学研究報告 No. 34 : 113-120, 1999.
- 21) 藤井勝紀：WIMの構築アルゴリズムにおける発育学的検証 - 第3報 logistic関数との比較論議 -、愛知工業大学研究報告、No. 36:93-98, 2001.
- 22) Frish, R. E. and Revelle, R. : Height and weight at menarche and a hypothesis of critical body weight and adolescent events. *Science* 169 : 397-399, 1970.

(受理 平成14年3月19日)