

ヒトの性成熟年齢における親子相関

小須田 和彦

はじめに

ヒトの量的形質、特に生理・成長あるいは行動における形質に関する遺伝的研究は、身長・体重などの形態的形質における研究と比較して、その例があまり多く知られていないといえよう。ただし、知能に関する知見は双子における調査研究などにより比較の数多く得られている。ヒトの出生以後の身体発育・性的成熟の指標としては、女子における乳房発達や恥毛出現、男子における髭の発毛、声変わりなどの第二性徴の発現年齢も挙げられるが、女子における最初の生理である初潮（menarche）は、他の生理的現象が漸進的に現れる比較的不明瞭な現象であるのに対して、本人や親にとって、その時点を非常にはっきり捉えられるきわめて劇的な現象である。そのため、長く記憶にとどめられ、後年になっても比較的正確に思い出される数少ない形質のひとつといえよう。以前は、女子の成長の証として、慶事として赤飯を炊き、娘になったと喜んだり、花櫛をさして近隣に挨拶まわりをして祝ったりする風習もあった。男子における精通、すなわち初めての射精（the first ejaculation）も同様であり、睡眠中に夢精として経験されることが多いという（高石ら、1980）。

女子における初潮年齢と男子における精通年齢を性的成熟度の指標ととらえ、性的成熟度に関する最新の情報を得ること並びに親子相関より性的成熟度における遺伝的関与を探り遺伝力を推定することがこの調査研究の目的である。

表現型分散（phenotypic variance; V_p ）は遺伝分散（genetic variance; V_G ）と環境分散（environmental variance; V_E ）の和で表される。すなわち、

$$\text{表現型分散 } V_p = \text{遺伝分散 } V_G + \text{環境分散 } V_E \quad \text{式(1)}$$

が成立する。

広義の遺伝力（ヘリタビリティ）あるいは遺伝率（broad-sense heritability; h^2B ）は、ある形質における表現型分散 V_p における遺伝分散 V_G の割合、すなわち、 V_G/V_p を示す。遺伝分散は相加的分散（additive variance; V_A ）と優性分散（dominance variance; V_D ）ならびにエピスタシス（相互作用）分散（epistatic or interaction variance; V_I ）の和であり、したがって、 $V_G = V_A + V_D + V_I$ であるから、式(1)は次のようになる（Falconer, 1969）。

$$V_P = V_A + V_D + V_I + V_E \quad \text{式(2)}$$

エピソード分散は遺伝子型と環境との間に特別な相互作用がない限り 0 になり、多くの場合、エピソード分散が 0 のことが多いので、その場合には、式(2)は

$$V_P = V_A + V_D + V_E \quad \text{式(3)}$$

のように簡単になる。

狭義の遺伝力 (narrow-sense heritability; h^2_N) は表現型分散における相加的分散の割合、すなわち、 V_A/V_P を指す。狭義の遺伝力が大きければ大きいほど、親と子は似ることとなる。環境要因が大きければ大きいほど、親子間の相関は小さくなる。したがって、狭義の遺伝力を推定する方法のひとつとして、親子間の相関係数 (correlation coefficient; r) を求める方法がある。

親子間の共分散を $\text{COV}(OP)$ 、親並びに子世代における分散をそれぞれ V_P 、 V_O とおけば、

$$r = \text{COV}(OP) / \sqrt{V_P \cdot V_O} = 1/2 \cdot V_A / V_P = 1/2 \cdot h^2$$

すなわち、 $h^2 = 2r$ となる (木村, 1960)。

調査対象と方法

調査研究の対象は城西大学の経済学部と女子短期大学の主に 1, 2 年次の学生で、この調査には、私の講義の受講生に協力してもらった。方法は書面によるアンケートをとり、本人および両親の性的成熟年齢 (初潮年齢と精通年齢) を調査する方式を採用した。ちなみに、アンケート調査表には身長・体重・まぶたの形状・耳垢の状態・利き手・利き足・両眼の視力などの他の多くの形質についての項目も含まれており、性的成熟年齢はアンケート調査のごく一部である様式を採用した。他の身体的・形態の形質については、別の機会に発表することにする。調査対象に中学生高校生を含むときには、初潮・精通のみ経験者が含まれるので調査結果がゆがめられることがある。しかしながら、大学生を調査対象にしたので、得られたデータはすべての学生が初潮または精通を経験していたことを示した。そのため、得られたデータは補正することなく、そのまま統計処理された。また、本人、母親および父親の性的成熟年齢のいずれかが不完全のものは調査対象からは除外された。そのため、今回の親子相関に関する解析に用いられたデータは、アンケート調査に協力してくれた学生数よりかなり少ないものとなっている。

結果ならびに論議

Table 1~4 には経済学部ならびに女子短期大学部に所属する女子学生を調査対象にした初潮年齢の親子間の相関に関する結果が示されている。Table における本人ならびに母親の性成熟年

Table 1 Age of the first ejaculation

Sample I (N=73)

	Mean	S. D.
Son	13.07	1.3
Mother (Age of menarche)	12.41	1.08
Father	13.49	0.95
r (Mother-Son)	0.621**	
r (Father-Son)	0.789**	

** : statistically significant at 1% level

Table 2 Age of the first ejaculation

Sample II (N=57)

	Mean	S. D.
Son	12.65	1.22
Mother (Age of menarche)	12.4	1.28
Father	12.88	1.31
r (Mother-Son)	0.583**	
r (Father-Son)	0.686**	

** : statistically significant at 1% level

齢には初潮年齢が用いられ、父親の性成熟年齢には精通年齢が当てられた。これらより、女子学生の平均初潮年齢がいずれのサンプルにおいても母親世代のそれより若くなっていることがわかる。全学生について言えば、平均初潮年齢は12.4歳であるのに対して、彼らの母親の初潮年齢は13.3歳となっており、ほぼ一年の差異が見られる (Table 4)。この差は0.1%レベルに於いて有意なものである ($t = 32.5$)。

全てのサンプルについては、親子間の相関係数が0.43となり ($P < 0.01$)、初潮年齢における遺伝要因の占める割合、ヘリタビリティーが大きいことが明らかにされた。母一娘間の相関係数0.49は、父一娘の相関係数0.37より高くなった事は興味深い (Table 4)。

初潮年齢若年化の傾向は特に女子短大生 (サンプルⅢ) において著しく、女子短大生の平均は11.97歳であり、調査対象が39人と少ないものの、経済学部学生 (サンプルⅠ及びⅡ) の平均値12.68歳より低かった (Table 3)。その差は統計的に有意水準を越えている ($t = 17.53$)。なお、サンプルⅠとⅡとの間には有意差は見られなかった ($t = 0.015$)。この事は、初潮年齢などの性成熟度が、本人の置かれた社会的状況や環境条件により影響を受けることを示唆している。理由としていくつか考えられるが、詳細については、調査対象をより大きくしてから検討することにしたい。なお、初潮年齢の平均値が、東京都葛飾、大阪府吹田などの都市部ではそれぞれ約13.4、

Table 3 Age of the first ejaculation

Sample III (N=80)

	Mean	S. D.
Son	12.66	1.16
Mother (Age of menarche)	12.46	0.93
Father	12.88	1.09
r (Mother-Son)	0.224*	
r (Father-Son)	0.382**	

* : statistically significant at 5% level

** : statistically significant at 1% level

Table 4 Age of the first ejaculation

All samples (N=210)

	Mean	S. D.
Son	12.8	1.24
Mother (Age of menarche)	12.43	1.09
Father	13.09	1.3
r (Mother-Son)	0.421**	
r (Father-Son)	0.67**	

** : statistically significant at 1% level

14.2歳と早く、沖縄県の宮古、石川などでそれぞれ16.3、15歳と遅くなっているという結果も報告されている（Japan Public Health Center Study 2005）。

初潮年齢に関しては、古くから多くの報告がなされている。守山ら（1980）によれば、わが国における初潮年齢は、誕生年が1930年初頭を境に大きく二分され、1930年誕生から後の女子にあって、初潮年齢が急激に若年化してきた。初潮年齢が年とともに、若年化していることは、わが国のみならず欧米諸国でも報告されていることであり、身体発育に見られる若年化と同様に、栄養条件その他の生活水準の改善によるものと説明されている。Tanner（1978）によれば、19世紀半ばより、欧米各国の初潮年齢が若年化してき、100年間で3~4年、1年で10日あまりのスピードで初潮が早まってきた。最近ではこうした初潮の若年化も止まる傾向が見られる。

初潮と他の身体的特徴との間の関連性については古くからさまざまな検討が加えられてきた。古くは松林（1932）、高石ら（1969）により、最近では、高井（1997）により、初潮が暦年齢よりも身長との関連が深いことが報告されている。初潮時の平均の身長が松林（1932）は148 cm、高石ら（1969）は150 cm、高井（1997）は152 cmであると報告している。身長などの身体発達が戦後飛躍的に向上したことは既定の事実であると考えられていることから、初潮時の平均の身

長が暦年とともに高くなっていることは当然の結果といえよう。この事実からして、初潮が身長発育と相関関係が高いといえども、身長などの身体発育のみで決められるわけではないことを明瞭に示している。身長などの著しい身体発達も近年の特徴であり、将来的に身長が高くなる人と低くなる人では、身体の発達段階における位置はおのずから異なるであろう。

Kaur and Singh (1981) はインドの地方都市で父親 67 人、母親 73 人、息子 99 人、娘 83 人を調査した結果、母親の初潮年齢が 15.20 ± 0.15 年、娘の初潮年齢が 14.7 ± 0.16 であることを明らかにしている。なお、彼らは身長・座高・体重の直径などの身体的計測値から、子供世代の身体が親世代より有意に大きくなっていることを観測している。また、初潮についての母―娘間の相関係数が 0.39 であることを報告している。

初潮年齢には人種の差異があることが知られている (Eveleth and Tanner, 1976; 高石, 1977)。一般的にアジア系人種民では性成熟が早く、次にヨーロッパ系、アメリカ系となっている。同じヨーロッパ系人種でも、地中海沿岸地方での性成熟度が早い傾向が示されている。人種的差異が見られることは、間接的に初潮が遺伝的支配を受けていることを意味している。保志 (1975) も双生児の調査研究より、初潮年齢が遺伝力(率)の高い形質であることを報告している。また、体重より身長の方が、遺伝力(率)が高いことを示している。体重より身長の方が、遺伝力(率)が高いことは、ヒトはもとより多くの動物で知られている事実である。

Kirk *et al.* (2001) は双生児の研究より初潮年齢の遺伝力(率)が 0.50 であることを報告している。

双生児による実証的研究の基礎には、異なった環境に育った一卵性双生児 (monozygotic or identical twin) を比較することにより環境要因の影響を知ることができ、同一の環境に育った二卵性双生児 (dizygotic twin or fraternal twin) を比較することにより遺伝的要因の大きさを知ることができるということを前提としている。なぜなら、一卵性双生児間にはまったく遺伝子の違いがなく、二卵性双生児の遺伝的関係は兄弟と同じことにあるからである。実際には、二卵性双子は生まれ育つ時を共有するため、兄弟より強い相関が得られることが多い。Sneider *et al.* (1998) は 275 組の一卵性双生児と 353 組の二卵性双生児の調査の結果、初潮年齢と閉経年齢には相関が見られないことから、これら二つの現象が異なる遺伝機構によるものと主張している。

Table 5~8 には経済学部所属の男子学生の性成熟の指標としての精通年齢に関する親子相関の調査結果がまとめられている。Table に用いられた本人ならびに父親の性成熟年齢には、精通年齢が用いられ、母親の性成熟年齢には初潮年齢が当てられた。サンプル I の平均値が高いものの、サンプル間に特別大きな変動は見られず、全体として、男子学生の精通年齢の平均は 12.4 歳、彼らの父親世代の精通年齢は、13.1 歳であり、女子の初潮年齢におけるほどではないが、精通年齢においても若年化の傾向が見られる。この差異も統計的に 0.1% レベルで有意な差となっている ($t = 11.8$)。言い換えれば、男女ともに性成熟の若年化が止まっていないことを示してい

Table 5 Age of menarche

Sample I (N=32)

	Mean	S. D.
Daughter	12.81	1.01
Mother	13.78	0.86
Father (Age of 1st ejaculation)	13.91	1.18
r (Mother-Daughter)	0.394*	
r (Father-Daughter)	0.298 ^{NS}	

* : statistically significant at 5% level

NS : non-significant

Table 6 Age of menarche

Sample II (N=34)

	Mean	S. D.
Daughter	12.56	1.06
Mother	12.97	0.92
Father (Age of 1st ejaculation)	12.85	1.31
r (Mother-Daughter)	0.467**	
r (Father-Daughter)	0.207 ^{NS}	

* : statistically significant at 1% level

NS : non-significant

Table 7 Age of menarche

Sample III (N=39)

	Mean	S. D.
Daughter	11.97	0.92
Mother	13.05	1.63
Father (Age of 1st ejaculation)	12.72	1.58
r (Mother-Daughter)	0.411*	
r (Father-Daughter)	0.114 ^{NS}	

* : statistically significant at 5% level

NS : non-significant

る。

親子間の相関係数は 0.55 であり ($P < 0.01$), 精通年齢に遺伝子が深く関与していることが示唆された (Table 8)。初潮と比較して, 精通年齢において親子相関が高いことが明らかにされた。父-息子間の相関が高いことはすべてのサンプルに共通して言え, 全てのサンプルについては,

Table 8 Age of menarche
All samples (N=105)

	Mean	S. D.
Daughter	12.42	1.06
Mother	13.25	1.89
Father (Age of 1st ejaculation)	13.12	1.49
r (Mother-Daughter)	0.494**	
r (Father-Daughter)	0.371**	

** : statistically significant at 1% level

父—息子間の相関係数は 0.67, 母—息子間のそれは 0.42 となっている (Table 8)。母—息子間の相関が高いこと, 父—息子間の相関がさらにこれを上回るほど非常に高いことが注目される。母親の性成熟年齢として初潮年齢が用いられたこともその理由の一因であろう。しかしながら, Y 染色体には性決定遺伝子をはじめとする男性の生殖に関するいくつかの遺伝子が含まれていること, 息子だけが父親の Y 染色体を受け継ぐことも考慮されなければならないだろう。

Susanne (1975) はヒトの身長・腕長・肩巾・尻巾・頭巾・耳高・鼻長などのさまざまな形態を測定し, 父—息子, 父—娘, 母—息子, 母—娘に分けて親子相関を調査しているが, いずれの親子相関でも似よった相関係数を報告しており, 今回得られたような差異は報告されていない。Y 染色体以外の常染色体および X 染色体は, 母親と父親から息子と娘に均等に分配されること, 形態を支配する量的遺伝子が Y 染色体以外に含まれることを考えると当然の結果といえよう。

男子の精通年齢は女子における初潮より遅く, 約半数の男子が 13 歳で精通を経験していると報告されている (川畑, 黒川 1979, 高石ら 1980) が, 今回の調査研究からもこのことが確認される。

要 旨

ヒトの形態的形質における遺伝的要因と環境要因の影響に関する研究に比べて, 生理的・行動的形質における研究は限られている。女子における初潮年齢と男子における初めての精通年齢が, 性的成熟年齢の指標として調査された。アンケートによって得られたデータに基づき, 親子間の相関係数が求められた。男子大学生 210 人の初精通年齢の平均値は 12.8 歳, 彼等の父親におけるそれは 13.1 歳であった。一方, 女子大学生 105 人の初潮年齢は 12.4 歳で, 母親のそれは 13.3 歳であった。これらの結果は, 男女共に性的成熟がいまだに加速していること, その傾向が特に女子において顕著であることが示された。また, 初精通年齢と初潮年齢における親子相関係数が, それぞれ, 0.55 と 0.43 であった。精通年齢においては, 母子相関より父子相関の方が高かったこと, 同様に, 初潮年齢に関しても, 父子相関より母子相関のほうが高かったことは注目される。

謝 辞

このアンケート調査に協力してくれた、私の講義の受講生の協力なくしてこの調査研究はないことを明らかにして、彼らに謝意を表したい。

参考文献

- Eveleth, P. B. and J. M. Tanner (1976) Worldwide variation in human growth. Cambridge Univ. Press.
- Falconer (1969) Introduction to quantitative genetics. Oliver and Boyd.
- 保志 宏 (1975) 遺伝学から見た成長と発達, 小児科診療, 38 : 8-15
- Kaur, D. P. and R. Singh (1981) Parent-adult offspring correlation and heritability of body measurements in rural Indian population. *Ann. Hum. Biol.* 8 : 333-339.
- 川畑愛義・黒川義和 (編) (1979) 教師のための性教育, 東山書房
- 木村資生 (1960) 集団遺伝学概論, 培風館
- Kirk, K. M., S. P. Blomberg, D. L. Duffy, A. C. Heath, I. P. F. Owens and N. G. Martin (2001) Natural selection and quantitative genetics of life-history traits in western women. *Evolution* 55 : 423-435.
- 厚生労働省研究班 (Japan Public Health Center Study) 厚生労働省研究班多目的コホート研究
<http://epi.ncc.go.jp/jphc/survey/josei/josei1.html>
- 松林幾造 (1932) 女子身体発育に関する研究 第1報: 月経初潮と身体発育, 民族衛生 2 : 3-88.
- 守山正樹・柏崎 浩・鈴木継美 (1980) 日本における初潮年齢の推移, 民族衛生 46 : 22-32.
- Sneider, H., A. J. MacGregor, T. D. Spector (1998) Genes control the cessation of woman's reproductive life: a study of hysterectomy and age at menopause. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 83: 1875-1880.
- Susanne, C. (1975) Genetic and environmental influences on morphological characteristics. *Ann. Hum. Biol.* 2 : 279-287.
- 高井省三 (1997) 産婦人学会第 47 回大会講演要旨
- 高石昌弘 (1977) 各国の発育の比較, 体育の科学 27 : 690-698.
- 高石昌弘・大森世都子・宮部黎子・岩本幸弓 (1969) 思春期身体発育のパターンに関する研究 第2報, 女子の身長発育速度, 体重発育速度および初潮年齢について, 小児保健研究 26 : 280-285.
- 高石昌弘・樋口 満・小島武次 (1980) からだの発達, 大修館書店
- Tanner, J. M. (1978) Foetus into man. Open Books Publishing Ltd.

Parent-offspring Correlations of Sexually Developmental Time in a Japanese Human Population

Kazuhiko KOSUDA

Abstract

Studies of heritability estimation concerning about behavioral or ethological traits are relatively limited in comparison with morphological traits. Various parent-offspring correlations of sexually mature time were studied in a Japanese human population, based on self-reported data. The age at menarche in females and the first ejaculation in males are studied as the sexually mature time. These traits are often accurately recorded and are generally memorized for long time as unforgettable events. The mean age at menarche of girl students is proved to be 12.4 years old, whereas the one for their mothers is 13.2 years old. The difference is statistically highly significant. On the other hand, the mean age at the first ejaculation of male students and their fathers are calculated to be 12.8 and 13.1 years old, respectively. The difference is also highly significant. These results show that the acceleration of sexual maturity is still in progress in Japan, especially for females. Parent-daughter correlation coefficient for the age at menarche is 0.43, and father-son correlation coefficient for the age at the first ejaculation is 0.55. It should be noted that mother-daughter correlation is much higher than father-daughter correlation for the age at menarche. It is interesting that father-son correlation is much higher than mother-son correlation for the age at the first ejaculation.