A. KAWAHATA, Y. MATSUURA, S. NISHIO, A. OHTSUKA,
and E. MIZUMA: Analytical Studies of Various
Factors Relating to Physical Growth and
Development. No. 1
On hereditability relating to development of physique.

発育・発達を制約する諸要因の分析

第1報 形態発達に関する遺伝について

京 都 大 学	川	畑	愛	義
	松	浦	義	行
	西	尾	貞	子
同志社女子大学	大	塚	愛	子
広島女子院大学	水	間	恵	美 子

1. 問題の概観

発育・発達は体育の重要な目的であり、日頃の体育の実践は何んらかの形で人間の発達を目標としている。今日まで体育のみならず、教育学、心理学の領域で発育・発達に関する遺伝と環境の相互作用のあり方に関しては研究がなされて来た。とくに、心理学的になされた知的領域に関する研究はかなり多い。しかし、体育の領域では余り見るべきものがないといわねばならない。又、発育・発達を問題にして研究したものでも、それを制約する重要な要因である遺伝・環境・運動はどの分析的ならびに総合的研究はまだきわめて少い。

まずいかなる発育・発達にも遺伝と環境が交絡して関与していることは、すでに概念的理論として承認されている。しかし、環境力に関する研究が多いことは、環境が実験的に人間の手によつて構成しうるという点にあるであろう。それにひきかえ、遺伝は、最早、各個人に特有のものであつて、すでに決定されているものである。それだけ、実験的場面の構成ができにくい。これらの困難を克服して、遺伝と環境の相互作用の様相を解明して

いく事が出来るならば、個人の発育・発達の予想を立てることも出来るであろうし、環境力としてのカリキュラム、指導法、教材等についてもその最善のものを構成するための重要な資料となるであろう。

以上のような立場から、発育・発達に関する遺伝・環境・運動などの相互作用の解明のために、まず、形態とくに身長と体重についての発達について今回は考察した。この考察の結果の一部は第十二回日本体育学会で発表した。今回は、それをも含めて、より詳細に研究の結果を発表する。

2. 資料及び検討

昭和35年11月、京都市府立伏見高校一年生男130名、女130名を無作意的に抽出し、調査によつて、父母の身長・体重（昭和35年11月5日より2週間の期間におけるもの）及び、自己の7才から16才までの身長・体重を通信簿及び学校保存の累積身体検査表を通じて得た。これらの資料を再び、つぎの諸点に照合して資料の確実性をたしかめた。

(1) 3年間以上にわたつて、同じ値を示し

ていない。

(2) 3年間以上にわたって、直線的増加を示していない。

(3) 3年間以上にわたって、増加量に直線関係がない。

(4) 7才から15才までのすべての身長・体重の値が記されている。

父、母の体重については、まず今回の研究では、相対的大きさという点に注目したので、年令や調査当時の父母の健康状態に関しては余り強い制限はおかなかつた。勿論、病気で寝ているとか等々の資料については調査の対象にはしない。以上の検討の結果、男子97、女子90の資料を考察の対象とした。

さて、以上の資料が遺伝を問題にする資料として適当かどうかを、婚姻相関係数 (Coefficient of marital correlation) によつて検討した。第1表の通り、これらの値はすべて99%の信頼度 (自由度, $97+90-2=185$) で零であるといえる。したがって、父母の婚姻は身長・体重の両属性に関して無作為であるといえる。故に遺伝の資料として検討に値するといふ得る。

第1表 婚姻相関の表

	身長	体重
息子	0.16	0.17
娘	0.18	0.17

3. 考 察

1. 身長

7才、9才、11才、15才と息子及び娘の一年おきの身長と父母の身長との相関を見ると第2表の通りである。なお、これをグラフで示せば第1図の通りである。かつ、相関の程度が年令の増加と共に大になる事が第1図の考察から明らかである。しかも、息子の場合も、娘の場合も母との相関の程度が父とのそれより次第に上まっていくなりがちである。以上の事柄は年令の増大と共に息子も娘も共に、

第2表 年令別・父母の身長と息子・娘の身長との相関係数

年令	7	9	11	13	15	平均
息 父	0.23	0.25	0.34	0.36	0.37	0.31
子 母	0.29	0.30	0.35	0.46	0.43	0.35
娘 父	0.16	0.25	0.26	0.27	0.32	0.25
母	0.12	0.22	0.29	0.38	0.43	0.29

註 ※※印は0.01の有意水準で有意 d.f=95
※印は0.05の有意水準で有意 d.f=88

第1図 年令別・父母の身長と息子・娘の身長との相関係数

父母の身長の相対的大きさに近づいていくという事を想像させる。すなわち、身長の大なる父や母の息子も娘も、息子、娘の集団においては大きい息子、娘となるであろうという事が考察されるのである。このように、身長においては遺伝による支配をかなり受けているといえる。

若し、父母の身長について遺伝素質を完全に受け継いだとするならば、父からは0.5、母から0.5と等しい強度で受けつぐと考えられる。そこで、0.5を分母として、第2表の値を分子として割つた値は、遺伝素質がどの程度実現されて息子、娘に現在影響しているかを示す値となる。それを示すと第3表の通りである。更にグラフで示せば、実現度の傾向がよ

第2図 年令別・身長における父母の遺伝素質の息子における実現度

第3図 年令別・身長における父母の遺伝素質の娘における実現度

りはつきりするである(第2図, 第3図)。第2図, 第3図からわかるように母の遺伝素質の実現度は, 父の遺伝素質のそれにくらべて, 急速に増加する傾向が見られる。さらに, 息子

第3表 年令別・身長における父母の遺伝素質の息子・娘における実現度(%)

年令	7	9	11	13	15	平均
息子	父 45.5	母 50.0	父 68.0	母 72.0	父 79.0	母 62.0
	母 58.0	父 60.0	母 70.0	父 80.0	母 81.0	父 70.0
娘	父 32.0	母 50.0	父 52.0	母 54.0	父 64.0	母 50.0
	母 24.0	父 44.0	母 58.0	父 76.0	母 86.0	父 58.0

$r_i/0.5 = \text{実現度}$

においては9才から11才, 娘では7才から9才までの時期で父及び母からの遺伝素質の実現が急激であることがうかがわれる。母からの遺伝素質の実現度は息子, 娘両方において, その急激な増加の傾向が, そのまゝ年令の増大と共につづくようである。そして11才以後は母からの遺伝素質が父のそれをおさえてやゝ強く影響しているようである。しかし, かゝる傾向が何時までつづくのか16才以後の資料がないのでわからない。しかし, かゝる傾向を15才において, 四分相関係数(Tetracholic correlation)によつて検討して見よう。第4表の通り, 相関の程度は余り高くはないが, 0.01の危険率で有意である。かつ, r_t は母と関係の方が父との関係のそれより大である。したがつて, 身長においては母との相関が父

第4表 四分相関表

$r_t=0.31$				$r_t=0.43$					
父	息	大	小	計	息	母	大	小	計
	大	21	15	36		大	30	28	58
	小	29	32	61		小	20	19	39
	計	50	47	97		計	50	49	97

$r_t=0.27$				$r_t=0.28$					
父	娘	大	小	計	娘	母	大	小	計
	大	21	15	36		大	28	22	50
	小	19	35	54		小	15	25	40
	計	40	50	90		計	43	47	90

とのそれに比較して息子では7才から15才まで、娘では11才から15才までの所で大であるといえる。

また第4表の四分相関の検討から、父母の相対的な大小は、息子・娘の両方においても実現されるといえる。これを再び量的に父母の平均と息子・娘の値との相関を見ると、15才の時のみ示すと、 r (息子) = 0.34, r (娘) = 0.32である。この値は、第4表で示した四分相関係数の父母の2つの r_t の平均には等しい。以上の考察から、身長は年令の増大と共に遺伝素質の支配を強力に受けるようになり、特に身長がよく発達する時期にもその影響も強いと考えられる。

つぎに遺伝の強さを遺伝力 (Hereditability) という観点から考察して見よう。これは文字通り、遺伝の強度をあらわす値であつて、ある遺伝素質が、いかなる強さで遺伝されているかを示す。一種の統計的数値である。これは次式で与えられる。

$$H = \frac{\sum (X_{Ei} - X_E)(X_{ki} - X_k)}{\sum (X_{Ei} - X_E)^2}$$

X_{Ei} ; i なる子供の父と母の属性の算術平均

X_E ; 父と母の属性の算術平均の算術平均

X_{ki} ; i なる子供の属性値

X_k ; 子供の属性の算術平均

この H の値を、前述の相関の検討の場合と同様に一年おきに計算したのが第5表及び第4図である。第4図は明らかに年令の増加と共に Hereditability も又単調に増加することを示している。すなわち相関係数の検討の所で考察したと同様に遺伝の影響は年令と共に増大している。とくに、息子においては9才～11才で急増を示している。娘では13才～15才で急激な増加を示している。概して伸長期にこのカーブは急上昇の傾向を示すのではないかと推察される。したがって、子供がよく発育する時期には、父母からの遺伝の影響も又大となると考えられる。

第5表 年令別、息子・娘における身長の遺伝強度 (Hereditability)

年令	7	9	11	13	15	平均
息子	0.64	0.65	0.73	0.74	0.78	0.71
娘	0.51	0.50	0.52	0.56	0.64	0.60

第4図 年令別、息子・娘における身長の遺伝強度

2. 体 重

体重についても、身長と同様な手続に従つて考察した。しかし体重については、最初に述べた通り、身長の様には定常ではない。個人の体重の変動は時季的、健康状態等々の条件によつて激しい。したがって、身長のように量的に取り扱かう正確さを期待する事が出来ない。しかし、相対的大きさという点において統計的処理の一面の妥当性が保証されよう。

さて、再び一年おきに父、母の体重と息子及び娘の相関を検討すると第6表及び第5図の示すように、息子と母との相関のような例外(0.1と0.17の間には有意な差異はない。危険率0.01)は見られたが、概して年令の増大と共に相関は減少していく傾向が見られる。

第6表、第5図の示す通り、年令の増加と共に、遺伝の影響が減少し、次第に環境よりの影響が増加すると推察される。かつ同性の親との相関の程度が年令の早いうちに定常に達するうよである。すなわち、父と息子では11才頃から、母と娘では9才頃から0.12程度となり定常に達する。それにひきかえ、異性

第6表 年令別，父母と体重と息子・娘の体重の相関係数

年令	7	9	11	13	15	平均
息子	父 0.24※	母 0.22※	0.12	0.14	0.12	0.17
	父 0.10	母 0.10	0.10	0.12	0.17	0.17
娘	父 0.25※	母 0.24※	0.23※	0.21	0.16	0.22※
	父 0.24※	母 0.12	0.12	0.10	0.10	0.14

注 ※印は0.05の有意水準で有意

第5図 年令別，父母の体重と息子・娘の体重との相関係数

親との相関は，グラフの傾向からは15才までの傾向も不明である。これについても $r_i/0.5$ で実現度を計算して見ると第7表，第6図，第7図の通りである。

実現度から見ると父の遺伝素質の方が母のそれより多く実現されるようである。しかし息子においては15才において，その関係が逆になっている。しかし，娘については年令と

第7表 年令別，体重における父母の遺伝素質の息子・娘における実現度 (%)

年令	7	9	11	13	15	平均
息子	父 48.0	母 44.0	24.0	28.0	24.0	34.0
	父 20.0	母 20.0	20.0	24.0	34.0	24.0
娘	父 50.0	母 48.0	46.0	42.0	32.0	44.0
	父 48.0	母 24.0	24.0	20.0	20.0	28.0

第6図 年令別，体重における父母の遺伝素質の息子における実現度

第7図 年令別，体重における父母の遺伝素質の娘における実現度

共に減少し，何才においても父の遺伝素質の方が母のそれよりうまわつている。相関の程度と同様，年令の早い時期に同性の親の実現度は20%~30%の所で定常に達しているようである。これに反して異性の親からの素質の実現度は，定常に達するのは遅く，定常に達した時には同性の親の素質の実現度を上廻

るのではないかと推定される。この推定を証明するためには、もつと多くの資料から帰納する必要がある。

また、身長において急増を示した9才～11才(息子)、7才～9才(娘)において、体重については急減を示しているのは興味深いものがある。すなわち、発育の大なる時期に身長では遺伝素質の実現が大となるが、体重では逆に環境の影響が大となつて、遺伝素質の実現が小になるということであろう。

体重では相対的の大きさという意味から、量を正確にとり扱うというより体重が大である小であるという質的意味からこれを考察するのがより適している。その意味で四分相関を考察して見よう(第8表)。これによると、母

第8表 四分相関表

(大小は平均より大、より小を示す)

 $r_t=0.2$ $r_t=0.23$

父	息			息	母	娘		
	大	小	計			大	小	計
大	31	16	47	子	大	26	24	50
小	20	30	50		小	26	21	47
計	51	46	97		計	52	45	97

母	娘			娘	父	息子		
	大	小	計			大	小	計
大	17	16	33	娘	大	12	10	33
小	27	30	57		小	32	36	57
計	44	46	90		計	44	46	90

と息子の関係のみが有意な値を示している。しかし高いものではない。特に娘に関しては父母の体重が大であつても、娘の体重に関してはなんら予測的な属性ではあり得ない事々を示している。しかし、息子に関しては、わずかであるが、関連のある事が示されている。再び15才のみについて、父母の平均との相関を量的に見ると、 r (息子)=0.21, r (娘)=0.3であつて r (息子)が0.05の危険率で有

意である。したがつて、体重に関する遺伝素質の影響は年令と共に減少するが、娘の方は特に減少のカーブが大で息子と比較して早く無になつてしまうと考えられる。それだけ娘の方が同年令の息子に比べてより多く環境の影響をうけるといえよう。又息子の方が娘に比べて遺伝の支配をより多く受けていると推定さる。

再び体重に関して、遺伝力を求めて見ると第9表、第8図の通りである。表及び図が示しているように、年令の共に強度は次第に減している。しかし年少の時代には娘における

第9表 年令別、息子・娘における体重の遺伝強度

年令	7	9	11	13	15	平均
息子	0.52	0.51	0.46	0.45	0.41	0.47
娘	0.63	0.57	0.46	0.42	0.47	0.50

第8図 年令別、息子・娘における体重の遺伝強度

遺伝強度は息子のそれにくらべて大である。この事実は第5図における相関係数の変化を見ても明らかである。しかし、11才以後はほぼ両者の強度は等しくなると考えられる。しかし、四分相関の考察において、息子の方が娘に比べて多くの遺伝素質の影響を受けるという事を考察した。四分相関においては15才の時期にのみ考察したのであるが、この遺伝強度の観察からは四分相関と同じ推定は出来

ない。15才において、遺伝強度は息子、娘の両者において0.01の差を示しているが、これは有意なものではあるまい。身長においては、考察の方法を変えてもほぼ同一の結果を得たが、体重については、一貫した結果を得る事が出来なかつた。このような問題は、体重の資料、特に父母の体重という資料そのものの中にふくまれている不安定性にもとづくものではなかろうか。

さて、再び第9表、第8図の考察にもとれば、第2充実期にあたる9才～11才の時期にカーブは急激な減少を示している。これは、体重の急激な増加の時期に環境力が増大し、遺伝力支配の減少を示すものと考えられる。又、カーブは息子も娘も13才～15才頃で定常状態に入ると考えられ、娘の方が息子に比べて定常状態になるのが早いようである。これは女子が男子に比べて成熟期に達するのが早いという事実からもうなづける事であろう。

4. 結 論

以上の考察からつぎの結論を得た。しかし、資料の数が少なく、かつ資料に充分の制限がなされていない故に、一般化にはまだある程度の危険はまぬがれない。したがって、今後の研究によつて詳細検討されるべき仮説的結論といふことができよう。

(1) 両親の子に対する身長についての遺伝の影響は子の年令が長ずると共に次第に明らかになる。すなわち年令と共に遺伝素質の実現は大となる。

(2) 両親のうち、母親の遺伝素質(身長)の方が、父親のそれよりも早く実現する。

(3) 身長に関する遺伝素質の実現度は、成長と共に増加し、成長が定常状態に達するとほぼ同時に、それも又定常に達する。

(4) ほぼ、身長の大なる父母からは、息子及び娘も身長が大にはなると考えられる。

(5) 身長に関する遺伝力は年令と共に増加し、息子の方が娘におけるより身長の遺伝素

質は強力に働くようである。

(6) 身長の發育速度が大なる時期に遺伝力の増加も大である。

(7) 両親の子に対する体重について遺伝の影響は年令と共に減少し、年令と共に遺伝素質の影響は減少していく。

(8) 同性の親との類似度、相関度が年令の早いうちに体重に関しては定常に達する。

(9) 年少の時期においては息子、娘の両者とも父の体重との関連がより大である。しかし、年令の増加と共にこの傾向も消えてしまう。

(10) 同性の親からの体重の遺伝素質の実現は、發育の急激な時期に、急激に減少する。これに反し、異性の親からの遺伝素質は余り変化しない。

(11) 年少の時期には体重に関し娘の方が息子に比べて遺伝の影響を強くうけているが11才ぐらいから15才にかけて、息子の方が娘をうわまわる傾向を示している。その差異はわずかであろうが、息子のほうが遺伝の支配をより受けるようである。これにひきかえ、娘の方は早くから環境の影響を受けるようになるといえる。

(12) 体重の遺伝力は実現度の傾向とはほぼ同じであり、急激な發育を示す時期には急激な減少を示している。

今後の問題

今回の研究は、形態の發育、発達に焦点あわせて、遺伝と環境の相互作用を考察しようとした。しかし、本論で述べたように資料の管理に問題がある。したがって、こゝで出て来た結論を更に多くの、かつ完全な資料の管理の下に再検討する事がまず必要である。更に今回は15才まで、検討を打ち切つたが、人間が成熟期に達したと考えられる大学生の年段までの資料について考察を深め發育、発達の定常状態にいたるまでの遺伝に関する諸属性値を検討して見る必要がある。

さらに、發育、発達に関与する遺伝力、環

境力のウェイトを決定することは、本研究の重要な課題である。それがために双生児研究をつぎに行う心算である。こゝでは形態発達とくに身長、体重にのみ考察したが、心理学で mental ability について行っているように、われわれは motor ability について更に考察の歩を進めようと思う。

参 考 文 献

- 1) 川畑愛義他：各種スポーツの身体形成に及ぼす作用，第1報，体育学研究，Vol 2, No. 5, (1956)
- 2) 川畑愛義他：各種スポーツの身体形成に及ぼす作用，第2報，体育学研究，Vol 2, No. 6, (1957)
- 3) 近藤正二他：沖縄人の発育に関する研究，(1959)
- 4) 石原房雄：アメリカの日本人二世の体型，第15回日本医学会総会，(1959)
- 5) 景鴻基：韓国人身体発育に関する研究，第1編，身長，体重及び指極，民族衛生，Vol 18, No. 2.
- 6) ニール・シユル著（大倉興司他訳）：人類遺伝学（昭和32年），医歯薬出版株式会社。
- 7) 古畑種基他著：遺伝医学（昭和36年），金原出版株式会社。

Studies on Gymnasics of "Middle School" in Early Periods of Meiji Era

By

S. Nose ; Tottori University

Osaka Middle School established the promotion of Gymnasics on 1881, built the Gymnasium and introduced the Gymnasics of "Taisodenshusho" (The Institute of Gymnasics). Especially, it had the most valuable means that the weight exercise and military drill in the high level was set up, and moreover this school and this system of Gymnasics had influence upon the other middle schools at those periods.

Analytical Studies of Various Factors Relating to Physical Growth and Development. (No.1) On Hereditability relating to Development of Physique.

By

A. Kawahata, Y. Matsuura, S. Nishio. ; Kyoto University

A. Ohtsuka. ; Doshisha Women's College

E. Mizuma. ; Hiroshima Women's College

In this article the genetic effects on the development of physique are considered. Our main purpose is to determine how genetic factor and environmental factors are interacting to produce human development. Unfortunately, we have few studies of this sort in our field, but many studies on heredity of mental ability can be seen in psychological field. The interactions of heredity and environment always exist and are understood conceptually, but such conceptual understandings are not so useful or practice of physical education. Thus we attacked this studies.

The statistical tools have been used to make this study and many interesting results were found as follows ;

1. As the age advances, the genetic effect grows apparent in stature, but it decreases in weight ;
2. At the stage when boys and girls grow more rapidly, the hereditability appears greater in stature but less in weight ;
3. With realization ratio of heredity, heredity of stature tends to be realized about 80% at 15 of age in both sexes, but about 20% to 35% in weight ;

4. According to the tetracholic correlation, these children who have greater-statured parents tend to become the greater-statured relatively. This is not sure in weight.

The data used to compile this study were not exhaustive enough to make generalization of these results, but it is believed that this study produced many useful hypothetical theories, and we are going to continue to study these problems which have been raised here.

A Study on Back-Muscle Strenght from the Viewpoint of Physical Fitness (No. 5)

A Consideration and the Conclusions on the Relation Between Back-Muscle Strength measured by the Rope-Type Meter and Physique and Powers of College Students.

By

S. Tshima: Akita University

The Back-muscle strenght meters heretofore in use have sometimes failed to show exact value, because they are apt to be affected by the tester's grasping strength or arm-muscle strength. In order to gain absolute value of back-muscle strength in a more facilitate way, the author improved the measuring meter and has made a rope-type meter.

The author measured the back-muscle strength of about 2,000 persons from the elementary schools, junior and senior highschools and the university round Akita City with the rope-type meter above stated and examined the datar together with the results of the person's physical examination in the light of physique medicine.

The followings are the conclusive results obtained.

1) The relations of back-muscle strength measured both by the rope-type and the KYS-type with the data of physical examination or with other muscle power strength on university students are different from those of elementary school children, junior and senior highschool pupils. That is on man-students, no remarkable difference is observed between the measured results of the rope-type meter and those of the KYS-type meter, while on woman-students, the difference is observed.

2) The rope-tpye meter the author has devised is more helpful in the strength measurement of younger persons—young boys and children or schoolgirls—rather than in the measurement of older persons.