

手根骨X線像計測による身体的成熟度 決定基準とその妥当性*

金 沢 大 学

大 平 勝 馬**

I 問 題

全体的な有機体として発達している個人の諸特質を理解しようとする時、単に一定年令集団から得た一般的発達基準からながめるのみでは、統計的推理以上に出ないあいまいさを生じたり、概括的考察に終り易い。個体の充分な発達の理解をするためには、まずこれらの欠点を克服していく研究努力が必要である。有機体の示す諸特質、例えば種々な精神的・身体的構造・機能・程度相互間、遺伝的環境的要因間等の相互関係を充分考察することはその一面であろう。この場合、操作の方法として種々な特質の発達局面を年令値 Age value に転換し、質的に異なる各測定値に年令単位 Age unit の共通標準を導入して比較考察すること、更に歴年令との関係から指数化すること等が用いられる。一般に知られている精神年令と教育年令との関係、知能指数と教育指数との関係を考察する如きものはこの類に属する。ミシガン大学の W. C. Olson 及びその協力者達が唱えている如く、各特質を年令値に転換し、それを平均して総合発達年令 Organismic Age (1) 即ち有機体全体としての総合的な年令値を出さんとしている試みも又その一つである。彼等は読書年令、算数年令其他の教科年令は、精神年令其他いずれの年令値との間よりも Organismic Age との間に、より密接な関聯があることを発見し、これは従来成就度の考察を主として精神年令を基準として考察していた教育者に、大きな示唆を与えるだろうと言っている (2, 3, 4)。そして彼等は概括的に成就是全体としての有機体の機能である (5) と述べている。

上述の相関的考察においては、常に各特質の年令値に対応して歴年令がとりあげられている。従来精神測定や

性格診断等の結果解釈あるいは心理学的測定と人類学的生体計測間の相関的研究等は、すべて歴年令標準に基づいて解釈されているが、果してこれのみで充分と言えるであろうか。歴年令の使用は最も簡明でかつ便利ではある。然し有機体の示す各特質の年令値を真に意味づけたり、指数化する基礎になるものは、歴年令ではなく、むしろ生物学的成熟度を示す成熟年令ではないかと考える。今 A B 両児が共に歴年令 11 才精神年令 12 才であるとしても、かりに A 児の身体的成熟が 10 才 B 児のそれが 12 才である場合には、両者の知的素質を単に精神年令のみで比較考察するとか、あるいは精神年令と歴年令から指数化して考察するのみでは、彼等の知的素質を真に理解することにはならないと考える。変りつつある有機体の一表現としての身心特質は、生物学的成熟度の基礎の上に立つて始めて充分理解されるものと言わねばならない。

発達に成長あるいは成熟による発達と、学習による発達の二形式が区別されている (6)。A. T. Jersield は有機体が成熟しつつある時、有機体内に生ずる生物学的変化が成長 Growth であるとしている。この見解によれば、成長は身体的生理的変化の如く主として生理的特質に規定され、年令に伴って展開し成熟の頂点に達するまでの全過程をさすものと言える。この全過程のある時期において個人の成長をながめる時、その時期において期待される成長水準に達している程度は必ずしも同一ではない。そこには遅速がある。このような生得的特質に基づいて成長し展開する有機体の全過程において、正常な環境的条件下にある限り、現れてくる期待された成長の水準を成熟と呼んで、一応成長と区別することが行われる。従つて一定年令における期待された成長の程度から見た個人差を成熟度と言うことが出来る。有機体の種々な構造や機能のあるものは主として成長あるいは成熟によつて発達し、あるものは主として学習経験によつて発達すると考える時は、まず前者に属する諸特質の発達

* A Study on the Standard as to Evaluating Bodily Maturation Degree through Measurement of Carpal Bones Radiograph and the Validity of this Standard.

** By Ohira, Katsuma (Kanazawa University)

が、有機体の成熟度を離れて充分理解されないとすることは当然である。又学習による発達といえども同一な有機体の一特質であり、従つて成熟による発達と密接なつながりを持つものであると考えるならば、やはり成熟度を離れては正しく理解出来ないと云わなければならぬ。かくの如く発達の意義の面から考察しても、有機体のもつ諸特質は生物学的成熟度の基礎の上に立つて始めてそれが十分に理解されるものと言わねばならない。

上述の如く身体的成熟が心身の発達諸特質に基礎的影響を持つということが、理論的に考えられるのみならず、過去の研究にもこれを実証する研究は可成り多い。Lutz, W. F. の報告によれば、思春期に早く到達した男子群の知能範囲は I. Q 110 から 169 であるに対し、思春期にはいることがおこなわれている男子群の知能は I. Q 90 以下であつたという(7)。筆者が中学三年女児について初潮期の遅速と、知能及び学業成績との関係を調査した結果を見ても、Table 1 の如く同一学年内において明瞭な差が認められた(8)。但しこれらは性的成熟の面からとらえた成熟の遅速に基づいている。そこで筆者の問題とする点は、(1) 身体的成熟度を最も妥当にとらえ得る特質によつて、我が国児童青年の成長の標準値を求めること、(2) その標準に基づいて決定せる成熟度が妥当性を持つや否やを検討すること、(3) 更にその標準から定められた身体的成熟度が、有機体の示す他の諸特質にどんな影響を与えているかを検討すること、(4) なおそれら諸特質相互が遺伝環境要因に如何に規定されているかを考察すること、である。本論文ではこれらのうち、まず(1)(2)の問題について考究しようとする。

Table 1

初潮	人員(%)	初潮平均月令	知能指数	口語成績	数学成績	
有潮	早	164 (38.32)	162.72	102.1	66.4	62.1
	遅	152 (35.51)	174.04	99.3	57.8	58.4
無潮	112 (26.17)	—	97.9	53.5	49.6	
計	428 (100.)	168.30	100.3	59.9	57.5	

身体的成熟度の基準として用いているものには、(1)初潮期又は夜間射精の開始期、(2)腋下、陰部等における成人毛の発生期其他第二性徴の現れ、(3)尿中の成熟精子・性腺促進ホルモンあるいは creatin の存否、(4)身長体重の急激な増加期、(5)歯牙の發育状態、(6)化骨化の程度等である。これらの中、成熟度を最も客観的に精密に定め得る指標となるものは化骨化の程度である(9)とされている。事実他の基準は、思春期にはいつたか否か、あるいは一定時期における成熟の早晚を決定する基

準となるにとどまり、継続的に正確に成熟度を定め得る指標とならないことは明らかである。化骨化に関する解剖学的X線学的研究は可成り多いが、それらは研究目的を異にし、直接筆者の相関的研究の目的に利用しうる基準とならないものが多い。なお化骨核中筆者が成熟度決定基準を作成するために用いたものは、手根骨(手腕関節骨八個と前膊骨遠端部二個)であるが、これらに関し我が国でも大正の始め頃から研究が現われ、早くから多くの研究が発表されている(10)~(16)。然しこれらも発達問題の基礎資料として、心理学的に利用する目的を持つたものではなく、又標準作成の点から見ても被験者の範囲が狭く、人数が一般に少い。米国等においては発達の考察の基礎として、早くからこの方面の資料が整えられているが(17)~(25)、それらも又我が国児童の発達の研究に対する直接の資料とはならないものである。この様な理由から発達心理学的研究における、相関的考察の一基準として、手根骨化骨核X線像の領域計測により、身体的成熟度決定標準を作り、その妥当性を検討して、まず身体的成熟度と精神的身体的諸特質との相関的研究の基礎資料を整えたいと考えたのである。

II 研究経過

本研究は1950年予備検査を始め、其の後自小学一年至小学六年の間160名の被験者を用いた結果は既に報告した(26)~(28)。続いて双生児法により身体的成熟度の遺伝的要因に関する考察を加えていたが(29)、幸い昭和28、29両年度の科学研究費交附を受け、X線像撮影の経費が可成り充足したので、被験者を自0才至15才間1022名に増加し、検査を継続して標準を作成することが出来た。既に標準値に基づく身体的成熟度と精神発達との相関に関する研究結果の一部も発表しているが(30)(31)、本報告は1022名による身体的成熟度決定の基準とすべき手根骨化骨核の標準値と、その標準に基づいて定めた身体的成熟度の妥当性に関する考察である。

III 研究方法

1 被験者。本論文に採用した被験者は Table 2 に示す如く1022名である。

2 X線像撮影条件。撮影部位は手根骨八個及び前膊骨遠端部二個の化骨核。撮影場所は金沢大学医学部放射線科X線室。撮影器は島津 polex。掌位は背掌方位(腰掛けて腕を水平に伸し手腕関節以先を水平保持)。P. H. D. 80 cm (中心を第三掌骨下部中央におく)。Film は Fuji X-ray Film。なお左右の比較に関する従来の研究結果によると、左右はその差を認むる能わず(32)と報告

されているのに鑑み右手のみを撮影した。

3 X線像計測方法。

生体の化骨核を直接容積測定 Stereometry することは出来ない。従つて撮影せる X 線像によつて化骨化の程度を見、これを成熟度決定の指標としたわけである。X 線像の計測には化骨した部分の割合を計測するもの（解剖学的指数）と、化骨した骨によつて占められている範囲を直接に計測する二方法がある(33)と言われている。解剖学的立場から化骨核を検討する場合には、その領域測定に

とどまらず、化骨核の発現期、発現部位、数、形状、核相互関係の変化、化骨密度及び融合状態等の検討が加えられる。然し本研究は統計的処理に基づいて数量的な標準を定める関係上、核発現と領域計測に限定し、他は個別診断の際適宜考察を加えるものとして本整理から割愛した。従つて筆者の計測法は平面測定法 planimetry と呼

ぶべきものとするが、体積を有する化骨核の平面像の面積測定であるから、あるいは投射測定法 projectometry と呼ぶべきものかとも考えられる。

さてこの X 線像の面積測定が最も苦心したところである。はじめプランメーターの利用、像の拡大計測、像を複写せる紙片の重量計測等種々試みたが失敗に終つた。そこで既報論文中にはカリパスによつて各化骨核の縦径横径を 0.1mm 単位まで計測し、その縦横の積によつて各化骨核 X 線像面積の代用値とし、これに基づいて標準を作成しておいた(26)(27)。然し其の後更に考察を加え、本論文の計測は次の如き方法によつている。

(1) ショーカステンによつて X 線像を透視し、その上に透明なトレーシング方眼紙を重ねて化骨核像を複写する。

(2) 方眼紙上の複写図形について 1mm² の目数をかぞえる。図形周辺部の切断された不完全正方形は八倍の拡大ステレオスコープで眺め目測計量した。かくして各化骨核の平面像面積を mm² 単位で測定した。

(3) 計測した十個の各化骨核 X 線像面積を合計して、手腕関節化骨化の示標と見、これを基礎資料として身体的成熟度決定の標準を作成した。

IV 研究結果

1 化骨核出現率

面積計測結果を述べるに先だち、発現すべき10個の化

Table 2

年齢	男	女	計
0	22	22	44
1	29	22	51
2	23	23	46
3	29	27	56
4	33	30	63
5	30	30	60
6	36	34	70
7	34	32	66
8	33	45	78
9	33	32	65
10	34	42	76
11	36	36	72
12	31	57	88
13	26	46	72
14	32	32	64
15	26	25	51
計	487	535	1022

Table 3

年齢	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女		
100															1	10	1	9	5	31	18	35	21	57	26	46	32	32	26	25		
90													11	8	16	17	24	24	21	26	10	18	11	10								
80										1	6	5	12	9	14	7	11	5	2	3	1											
70							1		3	2	6	7	7	6	1	4		2														
60							2	1	6	1	8	8	3	3		3		1														
50					2	2	5	6	7	13	4	8	1	4		1																
40				3	2	4	8	9	15	10	7	4	6		4		1															
30	1	2	8	13	15	14	16	10	10	4	6	2	2																			
20	13	11	19	5	5	3	3		1																							
10	3	5	1	1	1																											
0	5	4	1																													
N	三	三	元	三	三	三	元	七	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	
M	一四・五	一五・〇	二二・七	二七・七	二七・八	三三・二	三三・一	四〇・七	四六・八	四八・〇	四六・三	六〇・〇	五七・五	七六・五	七〇・六	八五・三	八〇・〇	八九・八	八六・七	九三・一	九〇・六	九七・一	九三・〇	九七・七	九六・七	一〇〇・〇	一〇〇・〇	一〇〇・〇	一〇〇・〇	一〇〇・〇	一〇〇・〇	
σ	八・九	八・九	六・四	七・一	六・一	七・八	七・五	一〇・八	八・四	一・九	三・三	一五・〇	一四・四	二〇・六	一六・八	六・一	三・三	六・八	七・七	五・四	四・八	五・〇	五・〇	一・七	四・六	〇	〇	〇	〇	〇	〇	

骨核が年齢に応じ如何に現れているかを見る。10個の核全部出現を100%の出現とし(従つて1個の出現は10% 2個の出現は20%の如くなる)年齢性別の核出現率人員分散及び出現率の平均、標準偏差を示したのが Table 3 である。Table 3 によれば、零才児被験者は平均年齢男 6.5ヶ月女 6ヶ月にして10個の核中、有頭骨・有鈎骨の1個ないし2個出現している者が多く、1個も出現していない者が男に5名女に4名いる。平均して男M14.5% σ 8.9%, 女M15.0% σ 8.9%の出現率である。一才児は2個ないし3個の出現が多くなり、平均男21.7 \pm 6.4% 女27.7 \pm 7.1%の出現率に上昇している。かくして発現

率は年齢と共に漸次増加していくが、出現率上昇の著しい時期は男5~8才女4~7才の頃である。 σ の値から見て増加率の個人差の著しい時期も同じ年頃と言える。表中平均が100%になつているのは、男13才女12才である。化骨核十個全部出現するのは大体男12~13才頃女11~12才頃と認められる。

更に各化骨核別に核出現人員(%で示す)が年齢に応じて如何に増加するかを見ると、Table 4 のようである。有頭骨の発現が最も早く、男2才以上女1才以上に全員(100%)現れている。次が有鈎骨、橈骨遠端部、それから三角骨の如き順となり、豆状骨の発現が最もおそい。

Table 4

平均年齢	核名 人員	有頭骨	有鈎骨	橈骨 遠端	三角骨	月状骨	大多 角骨	小多 角骨	舟状骨	尺骨 遠端	豆状骨	全体 発現率	S. D	
男	0:6.5	22	77.2	63.6	4.5							14.5	8.9	
	1:4.7	29	96.5	93.1	27.5							21.7	6.4	
	2:5.9	23	100	95.6	73.9	8.6						27.8	6.1	
	3:4.6	29	100	100	89.6	34.4	6.8					33.1	7.5	
	4:7.2	33	100	100	96.9	63.6	24.2	3.0				38.8	8.4	
	5:6.3	30	100	100	100	80.0	56.6	13.3	10.0	3.3		46.3	12.3	
	6:6.4	36	100	100	100	94.4	77.7	55.5	33.3	13.8		57.5	14.4	
	7:7.8	34	100	100	100	100	82.3	70.5	64.7	64.7	23.5	70.6	16.8	
	8:6.6	33	100	100	100	100	93.9	84.8	87.8	72.7	60.6	80.0	13.2	
	9:4.6	33	100	100	100	100	100	100	96.9	96.9	69.6	3.0	86.7	7.7
	10:6.1	34	100	100	100	100	97.0	100	100	100	91.1	14.7	90.6	4.8
	11:5.2	36	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50.0	95.0	5.0
	12:6.2	31	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67.7	96.7	4.6
	13:6.1	26	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	14:6.0	32	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
15:6.1	26	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	
女	0:6.0	22	81.8	59.1	9.1							15.0	8.9	
	1:5.1	22	100	95.4	72.7	13.6						27.7	7.1	
	2:5.3	23	100	100	86.9	26.1	8.7					32.2	7.8	
	3:5.9	27	100	100	100	62.9	29.6	11.1	3.7			40.7	10.8	
	4:5.7	30	100	100	100	86.6	40.0	43.3	10.0			48.0	11.9	
	5:6.0	30	100	100	100	90.0	73.3	76.6	40.0	20.0		60.0	15.0	
	6:6.7	34	100	100	100	100	100	97.1	88.2	67.6	32.3	78.5	10.6	
	7:5.8	32	100	100	100	100	100	100	100	96.8	53.1	3.1	85.3	6.1
	8:6.4	45	100	100	100	100	100	100	100	100	75.5	22.2	89.8	6.8
	9:6.7	32	100	100	100	100	100	100	100	100	93.7	28.1	92.1	5.4
	10:6.1	42	100	100	100	100	100	100	100	100	97.6	73.8	97.1	5.0
	11:6.0	36	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.2	99.7	1.7
	12:6.9	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	13:7.5	46	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	14:7.0	32	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
15:6.5	25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	

豆状骨は男13才女12才において100%となる。性別に見ると、凡ての化骨核の100%出現において女が男よりも1年ないし2年早い。これを西郷氏(16)の男女各116名による手腕関節部における化骨核の大きさの結果と比較すれば、男の三角骨・大多角骨・月状骨・豆状骨発現において筆者被験者が2年ないし3年早く、女の三角骨・大多角骨・尺骨遠端・小多角骨発現において筆者被験者が1年早い以外は一致している。

2 出現化骨核 X 線像の面積

前項所述の計測法によつて得た各化骨核 X 線像面積 (mm² 単位) 及びその合計の、年齢性別平均と標準偏差値は Table 5 の如くである。この各化骨核の年齢別平均面積は Table 3, 4 に示せる出現人員によるものである。筆者のこの結果に対しては、現在のところ同様な計測結果の報告が発見されず、比較検討することが出来ないう。筆者の過去の報告(28)と比較すれば合計値において少しく増加しているが、大体同じ発達傾向にある。終戦後間近い時機から社会情勢の好転せる年数の経

過が影響しているかとも考えられる。化骨核面積合計値の年齢性別平均を、Table 3 の化骨核出現率平均と共に

Fig 1

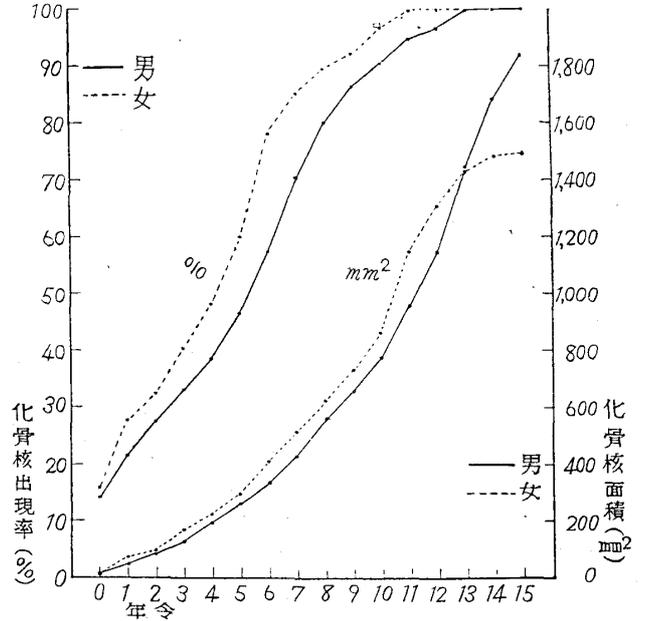


Table 5

性	年齢	人員	平均年齢	化骨核名										計		
				有頭骨	有鉤骨	橈骨遠端	三角骨	月状骨	大多角骨	小多角骨	舟状骨	尺骨遠端	豆状骨			
男	0	22	0:6.5	14.7 5.8	11.6 4.6	5.0										18.9 14.0
	1	29	1:4.7	24.9 10.3	17.7 9.4	17.1 9.5										45.2 28.7
	2	23	2:5.9	39.0 18.8	30.3 14.9	27.6 16.1	11.0									89.3 32.1
	3	29	3:4.6	54.2 20.7	34.0 13.6	35.8 12.5	12.2 6.9	5.1								124.8 40.7
	4	33	4:7.2	77.5 17.7	53.1 9.0	60.7 17.1	12.5 9.4	5.9 2.7	2.0							198.9 48.1
	5	30	5:6.3	96.2 19.1	63.9 12.1	72.2 18.4	22.4 12.2	16.1 10.5	12.0 7.2	6.3 1.5	14.0					262.0 71.1
	6	36	6:6.4	108.8 18.6	71.9 11.3	87.5 17.7	31.2 13.8	19.1 11.4	27.7 13.1	19.4 6.8	18.8 13.8					336.9 87.8
	7	34	7:7.8	126.4 16.9	81.0 13.5	104.4 18.1	38.1 11.7	27.5 13.2	27.7 14.5	24.3 9.6	20.6 14.3	10.8 4.6				423.6 98.8
	8	33	8:6.6	151.6 29.3	94.7 16.2	116.4 25.2	50.5 18.6	47.7 20.8	42.4 21.7	30.4 14.6	36.5 20.2	16.1 12.1				557.0 143.5
	9	33	9:4.6	159.9 29.4	97.9 20.2	135.5 24.2	53.9 15.1	49.4 20.1	48.1 22.1	37.4 13.9	52.9 23.1	33.9 15.2	8.0			657.1 156.2
	10	34	10:6.1	176.8 29.2	117.1 20.0	150.1 30.3	67.6 13.7	63.5 20.7	62.1 20.0	45.3 12.4	61.0 23.7	38.7 15.9	10.2 6.2			778.4 168.1
	11	36	11:5.2	199.5 33.3	134.5 23.0	174.6 32.9	77.9 16.6	76.1 21.9	88.2 26.0	56.1 13.2	91.6 27.1	52.4 19.8	20.4 8.7			961.1 176.6
	12	31	12:6.2	221.9 28.9	152.1 21.4	207.9 30.9	90.1 15.2	90.0 18.8	109.2 23.3	61.9 9.6	122.9 33.3	72.2 16.9	25.5 14.2			1145.4 181.8
	13	26	13:6.1	258.1 38.4	177.0 34.2	257.3 50.3	103.1 17.7	118.7 23.6	139.0 26.7	85.2 19.9	169.6 51.6	87.3 22.0	49.1 18.8			1444.4 276.3
	14	32	14:6.0	282.9 39.4	204.5 30.3	297.1 56.5	123.5 25.4	139.2 25.0	162.3 23.7	97.7 12.9	208.5 52.9	105.0 19.2	63.3 19.4			1684.0 239.2
15	26	15:6.1	290.3 37.6	213.6 28.4	318.5 50.7	135.5 23.8	145.8 23.3	178.3 23.2	102.7 13.1	218.2 51.3	122.5 20.8	72.8 18.5			1798.2 227.5	

性	年令	人 員	化骨 核名 平均 年令	有頭骨	有鈎骨	橈骨 遠端	三角骨	月状骨	大多 角骨	小多 角骨	舟状骨	尺骨 遠端	豆状骨	計
女	0	22	0:6.0	12.9 7.2	11.3 5.6	6.2								17.8 14.3
	1	22	1:5.1	28.5 17.5	21.3 8.6	15.6 9.4	13.6 4.5							62.0 32.7
	2	23	2:5.3	39.4 14.8	28.0 8.6	23.1 16.4	11.3 4.2	3.2						90.7 33.5
	3	27	3:5.9	66.5 11.7	44.8 8.1	45.7 14.7	11.2 6.4	7.8 4.1	4.5	1.0				166.9 38.6
	4	30	4:5.7	77.8 15.2	52.5 9.9	64.2 15.6	16.8 10.3	12.0 7.5	12.3 5.5	8.0 4.3				220.0 57.5
	5	30	5:6.0	94.7 13.3	64.0 10.1	80.5 16.4	23.4 11.5	17.5 10.7	20.5 12.3	17.1 9.6	10.9 5.2			297.8 81.2
	6	34	6:6.7	105.7 13.5	75.0 9.8	90.7 15.9	31.7 10.9	27.4 12.1	36.9 13.5	24.3 9.8	25.9 13.2	7.7 5.2		407.7 85.6
	7	32	7:5.8	127.8 20.8	84.4 10.6	101.9 16.3	45.7 10.2	35.1 12.4	47.5 15.1	31.4 10.1	35.6 15.0	13.0 9.3	9.0	515.5 101.5
	8	45	8:6.4	145.0 28.1	97.5 18.7	113.3 24.4	52.0 13.3	48.2 17.1	57.9 18.5	39.1 13.2	47.6 18.7	23.3 15.5	10.4 5.2	620.5 140.1
	9	32	9:6.7	159.4 27.5	104.4 18.5	132.1 22.2	63.6 13.9	55.7 16.8	69.7 17.7	40.6 11.8	68.0 18.4	35.4 13.5	16.8 7.7	731.4 158.1
	10	42	10:6.1	172.5 29.3	116.8 24.9	149.1 29.4	75.1 14.8	72.8 22.0	83.4 23.6	48.9 12.2	88.3 24.7	45.0 16.3	20.9 13.1	864.5 203.7
	11	36	11:6.0	200.4 32.0	142.1 25.8	196.3 39.7	88.1 21.9	95.4 18.7	129.4 27.1	60.6 11.9	129.2 36.5	66.4 17.8	34.4 14.4	1141.2 248.0
	12	57	12:6.9	229.3 29.9	162.1 25.9	217.3 34.9	99.2 17.9	104.1 20.1	138.5 24.1	72.2 12.9	158.2 34.0	82.4 21.3	47.9 15.7	1311.2 193.5
	13	46	13:7.5	233.0 28.0	179.3 20.2	251.0 33.3	106.5 16.5	116.1 17.6	139.3 17.4	79.4 13.9	174.0 29.9	90.9 17.0	60.9 15.4	1430.4 167.2
	14	32	14:7.0	238.8 37.8	179.6 19.3	275.6 40.7	105.8 14.1	121.1 17.5	140.4 18.7	84.5 14.2	174.3 24.9	90.5 18.9	68.4 12.6	1479.0 166.7
15	25	15:6.5	242.6 32.5	175.3 18.7	284.4 35.1	108.2 13.7	123.4 16.6	141.4 17.5	82.9 14.0	173.8 26.2	92.4 18.6	71.2 13.8	1495.6 159.5	

註 各欄上段数字は平均面積 (mm²) 下段数字は標準偏差値 (mm²)

図表化したものが Fig 1 である。平均面積では女は 12 才まで男をしのいでいるが、13才から男より少くなり、増加量も減少し 14, 5才で核の大きさはほぼ頂点に達するものと認められる。然し男は13才以後、その大きさにおいて女にまさり、15才以後も多少増加を続けるものと推定される。成長過程中で面積増加の著しい時期は、男 11~14 才女 10~13 才頃であり、著しい発達を示す時期は女子に早く現れ、男女間に 1年ないし 2年のずれのあることが認められる。標準偏差値の最も大なる値は男13才女11才において示され、成長における個人差の著しい時期も面積増加量の著しい時期と同じ頃であることがわかる。然し化骨核出現率の著しい増加期と面積増加期には年令のずれが見られる。前者は幼児後期から児童初期にかけてであり、後者は児童後期から青年初期にかけてである。

3 手根骨化骨核成長の標準値

本調査の目的は前述の如く手根骨化骨核の成長を指標として、個人の成熟度を決定するためである。成熟度は

一定年令における期待された成長の程度から見た個人差であるから、この決定には各年令層における成長の期待値(年令別標準値)がなくてはならない。この標準となるものは Table 3 核出現年令別平均、及び Table 5 の年令別平均面積である。この標準値に照合することによつて、化骨化の相当年令を定め、あるいは指数化することが可能となる。然し Table 3 の核出現率標準は只概略の年令算出にとどまるから、筆者がここで主として標準値として用いようとするものは、Table 5 の化骨核面積である。但しこれは未だ年令別の標準値であるからさらに月別標準を作成することにした。方法は Table 5 に基づき年令を横軸、化骨面積を縦軸として作図し、その図上において各年令毎 2, 4, 6, 8, 10, 12 月の標準値を求め、各年令別級間値 2ヶ月毎の化骨核面積によつて標準成績を作成した。かくして求めた各年令別、月別の手根骨化骨核面積合計値による標準成績 (mm²) は Table 6 である。この標準値に各人の手根骨化骨面積合計値を照合することによつて、Flory, C. D. 等の唱えた骨格年令(22)を求め、又 (骨格年令 ÷ 歴年令) × 100 に

Table 6

性	年 月	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		男	1~2		38	75	116	174	239	311	391	502	625	750	916	1088	1343
3~4			43	82	123	183	251	325	407	524	648	770	947	1115	1392	1640	1780
5~6	18		49	89	130	195	263	337	420	546	668	800	970	1145	1445	1670	1798
7~8	23		56	95	139	205	275	346	435	565	689	828	1004	1195	1482	1695	1816
9~10	28		62	102	152	214	286	361	456	587	708	857	1032	1245	1512	1718	1833
11~12	33		70	109	163	228	300	376	479	606	729	890	1060	1295	1560	1740	1850
女	1~2		50	89	140	200	271	365	475	587	687	820	1053	1245	1380	1459	1490
	3~4		57	94	149	210	285	384	495	604	704	845	1098	1270	1400	1467	1494
	5~6	19	65	101	158	220	299	400	515	620	724	877	1141	1297	1420	1472	1496
	7~8	25	70	109	168	233	315	418	533	640	745	921	1173	1320	1434	1476	1499
	9~10	34	78	120	179	245	330	439	550	655	770	965	1195	1340	1440	1485	1501
	11~12	42	84	131	190	263	348	455	570	671	795	1010	1220	1361	1450	1487	1503

よつて成熟指数 Maturation Quotient を算定することが出来る。例えば A 児男 歴年令 5 才 4 ヶ月、化骨核面積 313 mm² とすれば、Table 6 に照合して骨格年令 Skeletal Age or Carpal Age 6 才 1 ヶ月、M. Q は 114 と算定され、成熟度は高い方に属すると言える。

4 体格の条件

成熟の遅速が身長体重等に影響することは、過去の研究によつて明らかであるが (27)、又他面素質的に規定されている体格の優劣が、化骨核の大小に影響することも当然考えられる。速水氏は化骨核と身長との関係について研究し、化骨核の大きさは身長によつて比較的著しく影響されるが故に、年令鑑定の際には被験者の身長を充分考慮するを要する (15) と述べている。従つて成熟度の指標として化骨核面積を取り扱うにあつても、身長

如きを考慮して結果を処理すべき必要性が考えられる。今筆者の一部被験者について化骨核面積 (X₁)、身長 (X₂)、歴年令 (X₃) 間の相関及び歴年令の条件を除外した化骨核面積と身長間の偏相関 (r X₁X₂ · X₃) を求めて見ると、Table 7 の如き結果を得た。即ち化骨核面積は歴年令との間 (r X₁X₃) よりも身長との間 (r X₁X₂) にやや高い相関を示している。偏相関も可成り高い。このような結果から考察すると、上掲 Table 6 の如く歴年令のみに従つて作成された標準、即ち歴年令との等価標準のみでは不十分で、すくなくとも身長

Table 7

年令	性	人数	r X ₁ X ₂		r X ₁ X ₃		r X ₂ X ₃		r X ₁ X ₂ · X ₃	
			r	C. R	r	C. R	r	C. R	r _{12·3}	C. R
1~2	男女	52	.685	4.892	.513	3.664	.642	4.585	.541	3.748
		45	.547	3.628	.352	2.335	.549	3.642	.452	2.894
3~4	男女	62	.752	5.873	.617	4.819	.767	5.990	.505	3.846
		57	.755	5.650	.529	3.959	.759	5.650	.640	4.659
5~6	男女	66	.772	6.224	.622	5.015	.769	6.200	.588	4.630
		64	.741	5.882	.598	4.747	.755	5.993	.552	4.276
7~8	男女	67	.773	6.280	.523	4.249	.683	5.549	.668	5.302
		77	.708	6.172	.512	4.464	.634	5.527	.578	4.938
9~10	男女	67	.814	6.613	.676	5.492	.789	6.410	.621	4.929
		74	.782	6.681	.664	5.673	.750	6.408	.575	4.845
11~12	男女	67	.827	6.718	.672	5.459	.765	6.215	.657	5.215
		93	.818	7.846	.670	6.426	.741	7.107	.645	6.085

註 * 印 5% level 他はすべて 1% level

の最小自乗法に従つて個人別標準値算出公式を作成することにした。

5 手根骨化骨核面積個人別標準値及び骨格年令算出公式

最小自乗法に基づく本公式を作成するために、各被験者の化骨核面積 (mm² 単位) を Z、年令 (月) を x、身長 (cm) を y とおいた公式、Z = Ax + By + C の A、B、C を算出し、若干の修正を加えて公

Table 8

年齢	男	女
0	$1.531x + 0.124y + 1.821$	$1.474x + 0.126y + 2.152$
1	$1.376x + 0.289y + 2.231$	$1.799x + 0.401y + 2.614$
2	$1.483x + 0.495y + 2.525$	$1.699x + 0.564y + 3.126$
3	$1.676x + 0.632y + 2.014$	$2.021x + 0.766y + 3.707$
4	$1.950x + 0.882y + 3.507$	$2.205x + 1.004y + 3.512$
5	$2.165x + 1.128y + 3.255$	$2.460x + 1.291y + 3.835$
6	$2.345x + 1.366y + 5.136$	$2.783x + 1.644y + 5.324$
7	$2.536x + 1.635y + 4.985$	$3.118x + 2.018y + 4.765$
8	$2.916x + 2.059y + 5.223$	$3.311x + 2.332y + 5.926$
9	$3.186x + 2.408y + 7.587$	$3.465x + 2.628y + 5.784$
10	$3.462x + 2.778y + 6.775$	$3.798x + 3.059y + 6.898$
11	$3.838x + 3.258y + 6.936$	$4.511x + 3.801y + 9.197$
12	$4.172x + 3.727y + 7.154$	$4.724x + 4.171y + 8.654$
13	$4.881x + 4.521y + 7.372$	$4.788x + 4.422y + 9.753$
14	$5.253x + 4.992y + 8.253$	$4.617x + 4.462y + 11.442$
15	$5.293x + 5.170y + 7.886$	$4.392x + 4.464y + 10.865$

註 x = 歴年齢(月) y = 身長(cm)

式とした。その年齢別公式は Table 8 の通りである。Table 8 に示した公式の x に歴年齢(月), y に身長(cm) を代入して Z を算出する時は, その値は当該年齢及び身長におけるその個人の期待される標準化骨核面積である。さらに Z に個人の計測せる化骨核面積, y に身長を代入して x を求めると, それは当該化骨核面積ならびに身長を有する場合の骨格年齢を示すものと考えられる。これらを指数化することは勿論可能なことである。かくの如くにして Table 8 の公式に従えば, 前述の如き方法によつて計測せる個人の化骨核 X 線像面積, 身長, 歴年齢の三者から, その個人の骨格年齢及び成熟指数を容易に算定し得ると考える。

6 公式より算出せる結果の妥当性

手根骨化骨化の程度が身体的成熟度を知る指標になるということは, B. T. Baldwin (20), P. Cattell (21), C. D. Flory (22), T. W. Todd (23), W. C. Olson (24) 等の早くから唱えているところであり, 筆者はこれらの説に従い本邦児童被験者につき標準作成を行つたのである。諸家の説を信ずるとしても更に筆者の作成したこの標準に基づく結果の妥当性如何に問題がある。前項までに述べた如く筆者の作成した標準は化骨核出現率によるもの, 年齢別化骨核面積によるもの及び個人別標準決定公式によるものの三種に分けられる。これらの中公式による標準を今後主として用いようと考えているので, この結果の妥当性を中心として, 以下若干検討を加えて見ようとする。

Table 9

年齢	性	
	男	女
0	.407 *	.421 *
1~2	.510 **	.513 **
3~4	.622 **	.748 **
5~6	.813 **	.867 **
7~8	.901 **	.703 **
9~10	.692 **	.423 **
11~12	.473 *	

註 ** 1% * 5% level

(1) 化骨核出現率, 年齢別化骨核標準面積, 及び公式による標準, 三者間の関係

まず化骨核出現率に従つて指数化した成熟度と, 公式より求めた成熟指数との相関係数を算出して見ると Table 9 の如くである。出現核数の少い乳幼児期, 殆んどすべての核出現が完了に近づける 11 才 12 才頃には, 極めて相関が低い, 出現核数に個人差の多い 3 才から 10

才頃までは可成り高い相関を認めることが出来る。特に男 5~8 才頃女 3~6 才頃に相関が著しい。この結果は出現核数によつても成熟の遅速を, 可成り確実に定め得る年齢範囲を示していると共に, 又公式標準による結果が妥当性を持つことを示しているものと言える。

次に Table 6 の年齢別化骨核面積標準値による成熟指数と, 公式標準より求めた成熟指数との比較をして見る。各人について両標準から成熟指数を求めると, 両指数が全く一致する場合もあり, 若干の相違を来す場合もある。今この各人に見られる両指数の差について, 年齢

Table 10

性	年齢	要項 人員	両指数間の差		両指数間の相関係数	
			M	σ	r	C. R
男	1~2	52	3.46	2.25	.965	6.891
	3~4	62	3.04	1.99	.983	7.677
	5~6	66	2.71	2.01	.992	7.998
	7~8	67	2.86	1.97	.990	8.043
	9~10	67	2.58	1.78	.992	8.059
	11~12	67	2.58	1.79	.987	8.018
女	1~2	45	3.12	2.02	.972	6.447
	3~4	57	2.85	2.02	.974	7.288
	5~6	64	3.15	2.36	.969	7.691
	7~8	77	2.63	2.12	.985	8.587
	9~10	74	2.69	2.20	.982	8.390
	11~12	93	2.98	2.04	.972	9.323

別に平均と標準偏差を求めた結果及び両指数間の相関係数を求めた結果は Table 10 の如くである。成熟指数の各年令群平均は二種の標準による両指数共、それぞれ概略 100 になること勿論である。かかる数値の両指数間に見られる差の平均が 2 乃至 3、その標準偏差値も 1 乃至 2 であるということが Table 10 左欄において認められる。この結果は両標準による成熟指数の高い一致を示すものである。両指数間の差の比較的著しい個々の被験者（差の平均より 1 σ 以上の差を示す者）について、その身長を調査して見ると、昭和 26 年文部省学校身体検査統計 (34) による同年令集団の平均より著しく偏倚している者が多く発見された。両指数間の差の要因として、公式標準における体格条件の考慮が影響しているものと認め得る。両指数の高い一致度は、Table 10 右欄に見る相関係数が高い積極的数値を示していることによつても実証されている。本結果から考察して公式より求めた指数は、化骨核成長の程度を可成り妥当に捕え得ているものと考えられる。

(2) 公式標準より求めた成熟度と成熟度を示す他の身体的特質との関係

個人の手根骨 X 線像が得られたならば、それを化骨核発現率による標準或は化骨核面積による標準に照合することにより、更に又公式による標準値に照合することにより、手根骨の発育度を可成りの妥当性をもつて評定し得ることが明らかとなつた。然し更にかくして確認した手根骨発育度が、諸家の述べている如く、又筆者の目的とする通り身体的成熟度の指標となり得るや否やについて検討しなくてはならない。実際的にこの妥当性を検証するためには、個々の被験者が思春期を経過するまで追跡観察して、初潮・第二次性徴其他身体的成熟の基準たり得る諸特質にかんする相関的所見を持たなくてはならない。筆者は現在数名についてこの様な検討を行いつつあるが、未だ充分な資料とはなっていないので、ここでは永久歯萌出状態、初潮期、身長体重の増加傾向、体質係数より算出せる発育指数の如き成熟度を示す他の特質との相関的考察をしようとする。

(A) 成歯状態と公式標準による成熟度との相関

筆者被験者の成歯状態調査に過去の研究 (35) を参照して永久歯萌出の標準を作成しおき、6 才、8 才、10 才、12 才の被験者 292 名について成歯年令を決定した。かくて成歯年令 (X_1)、骨格年令 (X_2)、歴年令 (X_3) 間の相関係数を求めると、 $r_{X_1 X_2} = .918$, $r_{X_1 X_3} = .928$, $r_{X_2 X_3} = .892$ となり、歴年令の影響を除いた偏相関 $r_{X_1 X_2 \cdot X_3}$ を求めると .536 を得た。手根骨の成長を指標とした骨格年令は成歯年令との間に高いとは言えないが、可成り著しい相関のあることが認められる。

(B) 初潮期と公式標準による成熟度との相関

手根骨 X 線撮影被験者中、中学二年女 105 人 中学三年女 52 人について、10 月末より 11 月始めに初潮調査を実施した。その結果と公式による成熟指数及び知能指数の結果は Table 11 の通りである。筆者の過去の調査 (36) に比較し、調査月が 3 ヶ月おこなわれているため、有潮者の比率がやや高くなっている以外類似の結果を示している。中学二年有潮者 62 名の平均初潮年令は 13 才 7 ヶ月、三年 46 名の平均は 14 才 1.8 ヶ月である。成熟度及び知能は M. Q, I. Q の平均ならびに標準偏差から見て、正常な見本集団の結果と認められる。今初潮年令の平均と標準偏差により各学年別の被験者を、初潮の早組 (E)、普通組 (N)、遅組 (L) 及び無潮組の四群に分け、その各群別の M. Q 及び I. Q 平均を求めた結果は Table 12 の如くである。小数被験者の結果であるが、初潮の早組は化骨核成長から見た成熟指数も高いこと、初潮の遅い組は成熟指数も低いことが明らかである。二年 E 群の M. Q 111.2 L 群の M. Q 98.0 間の差は、 $\frac{M_E - M_L}{S.E_{ME-ML}} = 3.711$ 三年 E L 両群のそれは 2.828 となり有意の差が認められる。初潮を指標とした性的成熟遅退者は、化骨核発育から見た成熟度も亦低いことが明瞭である。なお初潮年令と M. Q との相関を偏差積法によつて求めると、中二年 - .402 三年 - .414 全体 - .407 となつた。然しこの相関係数計算には無潮者は除外されているから、これを含めて考えればこの相関は更に高くなることが予想される。これを支持する研究結果には Greulich 等が 476 人

Table 11

学年	人数	初 潮				M. Q		I. Q	
		調査時の平均年令	有潮者数	平均年令	S. D	M	S. D	M	S. D
2	105	14 : 1.2	62 (59.04%)	13 : 7.0	6.1	99.9	14.07	101.7	19.50
3	52	15 : 0.7	46 (88.46%)	14 : 1.8	9.8	99.5	14.31	101.4	23.01
計	157		108 (68.79%)	13 : 9.9	8.9	99.7	14.29	101.63	20.83

Table 12

学年	要項	群別	有 潮 群				無潮群	計
			E	N	L	計		
二 年	人数		14	30	18	62	.43	105
	初潮 年令 (月)	M σ	154.3 4.2	163.2 1.8	169.3 1.9	163.0 6.1		163.0 6.1
	M. Q	M σ	112.2 9.6	105.2 12.2	98.0 10.5	104.7 12.6	93.0 11.1	99.9 14.1
	I. Q	M σ	106.8 15.2	108.6 21.3	98.6 18.8	105.2 20.7	96.6 15.9	101.7 19.5
三 年	人数		14	17	15	46	6	52
	初潮 年令 (月)	M σ	156.9 4.6	170.8 3.5	180.7 3.0	169.8 9.8		169.8 9.8
	M. Q	M σ	106.8 8.2	99.5 13.1	98.4 7.8	101.3 12.2	85.0 10.2	99.5 14.3
	I. Q	M σ	117.9 16.2	101.2 24.2	100.2 15.4	106.0 20.6	66.5 21.8	101.4 23.0
計	人数		28	47	33	108	49	157
	M. Q	M σ	109.5 9.7	103.1 12.9	98.2 10.7	103.3 12.5	92.0 11.2	99.7 14.3
	I. Q	M σ	112.3 20.8	105.9 20.8	99.3 20.8	105.5 20.8	92.8 16.9	101.6 20.8

の男児の手、手頸、肘のX線像により Skeletal Age を決定し、骨格発達が性的成熟の種々な外部的特質と歩調を合せていると報告しているもの(37)がある。上述の結果も又公式より求めた成熟指数が、不当なものでないことを示す一証拠と考える。

(C) 身長体重と公式による成熟指数との相関

身長体重の急激な増加期が成熟の遅速を示す一基準とされている。従つて一般的に急激な増加を示す年令層の身長体重と、成熟指数との相関を見るのも必要なことと考える。化骨核面積と身長との間に高い相関を示していることは前述したが、これは主として身長個人差という体格の要素から考察したもので、手根骨成長を指標とした成熟度が身長に如何に影響しているかを見たものではない。又それは共通な年令基準にも基づいていない。そこで筆者は身長体重の急激な増加を始める 12~13 才の被験者 160 名の身長体重を、全国標準(34)から作成した年令月別標準に照して各測度を指数化し、成熟指数との相関を求めた。その結果は Table 13 に示す通りである。成熟指数の高い者の身長体重の優れていることは、単に体格の個人差と見られるものではなく、成熟度によつて優位性が与えられているものと認めなくてはならな

い。

Table 13

M. Qとの 相 関	男 (57人)		女 (103人)	
	r	C. R	r	C. R
身 長	.757	5.665	.761	7.686
体 重	.661	4.946	.673	6.797

(D) 体質係数による發育指数と成熟指数との相関
高峯氏は(38)身長を、 L cm, 体重を G kg, 胸囲を B cm とする時、 $\frac{L-B}{G}$ を体質係数 Konstitutionsindex

(K. I) と呼び、この式で得た個人の係数を多人数による平均標準体質係数に比較して得た値を發育指数と唱え、これをもつて個人の發育程度の良否を判定し得ると言う。松倉氏もこの妥当性を認めている(39)。筆者は(個人の体質係数÷標準体質係数)×100 によつて求めた發育指数と、筆者の公式による成熟指数との相関を算出した。5才以上12才まで 427 名による結果は $r = .249$ (C. R. 5.137 σr . 045) である。有意な相関を認め得るがその程度は低い。この根拠は發育度の指標とした特質の相異によるものかと考えるが、なお今後充分検討して見なくてはならない。

以上の諸結果を総合して考察する時、手根骨化骨核の面積計測値を資料として筆者の作成せる公式より導ける成熟指数は、可成り妥当に身体的成熟の程度を指示しているものとする。

7 成熟指数に対する遺伝要因

以上に手根骨化骨化を指標として定めた成熟指数が、身体的成熟度の基準として可成り高い妥当性を持つことを実証して来た。最後にこの成熟指数が遺伝と環境要因に如何に規定されているかについて、双生児法による結果の一部を加えておく。双生児 E Z 25 組, Z Z 18 組, P Z 7 組, 他人組合せ比較群 14 組を用い、成熟指数(M. Q)の対内平均百分率偏差(ϵ)によつて、卵性別の対内相似度を比較すると E Z 2.73 Z Z 7.04 P Z 8.87 比較群 15.11 となり、この ϵ の卵性別比率は 1:2.58:3.25:5.53 である。Lenz 氏公式 $(\frac{u_2}{u_1})^2 - 1$ (40) により遺伝力数値を計算すると、5.65:1 となる。然しこの数値にはその算出の基礎及び用いた公式から可成り著しい動揺性が考えられる。例えば既報公式(29)によつて計算すれば、上記遺伝力数値の平均誤差は 5.65 ± 1.89 となる。そこで更に成熟指数の級内相関係数を求める分散分析を行える結果は Table 14 に示す通りである。E Z, Z Z の M. Q は彼が属する対において無関係ではなく、

Table 14

	E Z	Z Z	P Z	C. G
L ₁	.301	.488	.109	.468
F	41.797**	5.112**	1.103	.684
P	p < .01	p < .01	p > .05	p > .05
r'	.953	.672**	.049	-.186

r'はすべて1%水準において零より有意に大きい。然るにP Z, C Gにおいては5%水準においても有意の相関は認められない。本結果から考察して、化骨核成長を指標とした身体的成熟指数は、遺伝的要因を著しく多く有していることが明らかに認められる。しかもこれを他の身心特質の遺伝要因と比較する時(41), 指紋, 身長, 座高等と共に遺伝的要因の著しく高い特質に属することが認められた。

V 要 約

本論文は筆者の検討せんとする身体的成熟度と精神発達との相関的研究に関する基礎的研究として、身体的成熟度の指標とせる手根骨化骨核成長の標準値を求め、更にその標準から求めた身体的成熟度の妥当性を検討したものである。

(1) 標準成績はまず自0才至15才間1022名の手腕関節化骨核X線像に基づき、核出現率、出現化骨核X線像の平面測定による面積によつて作成した。

(2) 化骨核面積は身長との間に高い相関を有することを認めた。

(3) 次に体格の条件を考慮して、Gaussの最小自乗法に基づき「手根骨化骨核面積個人別標準及び骨格年齢算出公式」を作成し、それから成熟指数を算定することにした。

(4) 本公式より算出せる成熟指数と、核出現率あるいは年齢別面積標準値から求めた成熟指数との間には高い一致度がある。

(5) 更に公式より算定せる成熟指数と、成歯状態、初潮年齢、身長体重の増加、体質係数より求めた發育指数との相関を検討せる結果、体質係数との間以外は一般的に高い相関を示し、筆者の定めた身体的成熟度に可成りの妥当性を認めた。

(6) なお成熟指数によつて示される身体的成熟度には、遺伝的要因が著しく多いことを認めた。

(1956年2月14日受稿)

参 考 文 献

(1) Olson, W. C., and B. O. Hughes : The concept

of Organismic Age, J. Educ. Reserch, 35 : 525—527, 1942

(2) Olson, W. C. : The Conception of the Organism as a whole, Pupil Development and Curriculum Bureau of Educational Reference and Research, 1937 in M. E. Breckenridge, and E. L. Vincent, Child Development. 1947, P. 34

(3) Olson, W. C. : New Concepts of Human Development of Importance for the Education of Teachers. Univ. Mich., 1940 in M. E. Breckenridge, and E. L. Vincent, Child Development. 1947, P. 34

(4) Olson, W. C., and B. O. Hughes : Ibid (1)

(5) Olson, W. C., and Sarita I. Davis : The Adaptation of instruction in Reading to the Growth of Children. Educ. Meth., 1941, 20. 71—79 in R. G. Barker, and Others, Child Behavior and Development. 1943, P. 205

(6) K. Koffka : Die Grundlagen der Psychischen Entwicklung. 1925, S. 28

(7) Lutz, W. F. : Relation of Mental to Physical Growth. Psychol. Clin., 15, 1924 125—129,

(8) 大平勝馬：女子青年の性的発達，青年心理，第三卷第四号，1952

(9) N. B. Henry, : Adolescence, The Forty-third Yearbook of the National Society for the Study of Education. Part 1. 1947, P. 40

(10) 藤波剛一：手根骨の化骨に就きレントゲン学による研究，中外医事新報，779号，1912

(11) 浮田友樹：「レントゲン」線による手足根骨化骨期に就きて，医理学雑誌，第一卷第一号，1923

(12) 小田正晴：手根骨掌骨指骨の化骨に就いて，児科雑誌，第318号，1926

(13) 伊藤哲一：四肢骨レントゲン像による年齢鑑定，京都医学雑誌，第二十四卷，1927

(14) 小柳重禎：本邦健康哺乳児月齢に伴う手根部並に足根部構成の骨格発現及び之が發育状態について，長崎医学会雑誌，第八卷第二号，1930

(15) 速水寅一：化骨核の法医学的観察，京都医学雑誌，第二十七卷第三，四号，1930

(16) 西郷一恵：本邦人手腕関節レントゲン解剖学と其の臨床的意義，日本外科学会，第七卷，1930

(17) Stettner, : Uber die Beziehungen der Ossification des Hand-skeletts zu Alter und Langenwachstum bei gesunden und Kranken Kindern vno

- der Geburt bis zur Pubertät. Arch. f. Kinderheilk. Bd. 68, 1921
- (18) Munk, : Die Kerngrößen der Handwurzelknochen und des distalen Unterarmabschnittes bei Normalwüchsigen Kindern von der Geburt bis zur Pubertät. Arch. f. Kinderheilk. Bd. 80, 1927
- (19) Pryor, H. B. : Difference in the Ossification of the Male and Female Skeleton, Journ. Anat. Vol. 62, 1928
- (20) B. T. Baldwin, L. M. Busby, and H. V. Garside : Anatomic Growth of Children, Univ. of Iowa, Studies in Child Welfare, Vol. 4 No. 1, 1928
- (21) P. Cattell : Preliminary Report on the Measurement of Ossification of the Hand and Wrist, Human Biology, 6. 461, 1934
- (22) C. D. Flory : Osseous Development in the Hand as an Index of Skeletal Development, Monographs of the Society for Research in Child Development, Vol. 1, No. 3, 1936
- (23) Todd, T. W. : Atlas of Skeletal Maturation (Hand). C. V. Mosby, St. Louis, 1937
- (24) Olson, W. C. and B. O. Hughes : Ibid (1)
- (25) Simmons, K. : The Brush Foundation Study of Child Growth and Development. Monogr. Soc. Res. Child Develop., 9. No. 1, 1944
- (26) 大平勝馬 : 手腕関節化骨化のX線像計測による発育度の決定について, 心理学研究, 第23巻第1号 1952
- (27) 大平勝馬 : 身体的発育と精神発達との相関に関する実験的研究, 田中寛一博士古稀記念論文集——教育心理の諸問題, 1952 P69~90,
- (28) 大平勝馬 : 化骨核プラニメトリー法による身体的成熟度と精神発達との相関に関する研究, 金沢大学教育学部紀要, 第一巻一号, 1952 P51~62,
- (29) 大平勝馬 : 双生児による知能, 国語学力並びに身体的成熟度に関する研究, 心理学研究, 第24巻第3号, 1953
- (30) 大平勝馬 : 身体成熟度と性格との相関に関する研究, 教育心理学研究, 第2巻第2号, 1954
- (31) 大平勝馬 : 身体的成熟度とロールシャッハ反応との関係, 心理学研究, 第26巻第2号, 1955
- (32) 藤波剛一 : 同前 (10)
- (33) Luella Cole : Psychology of Adolescence. 1949 P37
- (34) 文部省調査普及局統計課, 学校身体検査統計摘要, 1951,
- (35) 高橋貞 : 身体発育における教育診断, 学校衛生, 第十三巻, 1933
- (36) 大平勝馬 : 同前 (8)
- (37) Greulich, W. W., et al. : Somatic and Endocrine Studies of Puberal and Adolescent boys. Monogr. Soc. Res. Child Developm., 3, No. 2., 1942
- (38) 高峯博 : 学齡児6ヶ年間の知能発達と身体との関係, 応用心理学研究, 第2巻第2号, 1934
- (39) 松倉豊治, 身体発育に関する年齢指数——特に満13才の女子について, 四国医学雑誌, 第2巻第1号, 1951
- (40) Lenz Fritz: Inwieweit Kann man aus Zwillingsbefunden auf Erbbedingtheit oder Umwelteinfluss Schliessen? Deutsche Medizinische Wochenschrift. No. 22, 1935 S. 873
- (41) 大平勝馬 : 双生児を用いた性格に関する研究, 心理学研究, 第25巻第2号, 1954