手腕關節化骨化の計測による身體發育度の決定について*

金澤大學

大平 勝馬**

1.

研究目標

發達心理學研究において精神的諸特質と身體的發達との相關的考察を進めることは、その諸特質を理解する上に必要である。この相關的考察の一面として個體の生物學的成熟を基礎として見た時、それは有機體の構造及び機能と如何なる關聯を持つかという點が重要な問題として取り上げられる。兒童の知的、情緒的、社會的特質並びに行動特質等を理解するにあつてもその個體の身體的發育度との關聯のもとに考察を進めることは、よりよい理解をもたらす。この場合問題となることは身體的發育度の基準を何によつて定めるかということである。從來利用されている基準には(1)初潮期、(2)夜間射精開始期、(3)腋下及陰部の毛その他第二性徴、(4)尿中の成熟ホルモン或はクレアチン Creatin の存否、(5)身長體重の急激な増加の現れ、(6)齒牙の發育狀態、(7)化骨化の程度等がある。これらの中で身體的發育度を最も客觀的に精密に確定し得る指標となるものは化骨化の程度である¹⁾。この方面の解剖學的X線學的研究は可成り多い。然しこれを發達心理學的相關的研究資料として心理學的に利用し得る基準を我が國の兒童について定めているものは現在までに寡聞にしてその報告を見ない。そこで私は發達心理學的諸研究における相關的考察の一基準として手腕關節部化骨化領域のX線像計測によつて身體的發育度決定の基準を作りたいと考えた。

2.

方法

1. X線像撮影

上記の目標達成のために手腕關節部における八個の手

腕骨及び二個の前膊骨遠端部の化骨核領域のX線像撮影と計測を行つた。左右の比較に關する從來の研究結果によると「左右はその差を認むる能わず²⁾」と報告されているに鑑み右手のみを利用することにした。被験者はTable 1.の通り。撮影場所は金澤大學醫學部X線撮影室。撮影條件の中、掌位は背掌方位、P.H.D.は80cmとし中心を第三掌骨下部中央においた。

Table 1.

性	學年 要項	I	II	III	IV	V	VI	計
男	人數	18	20	18	8	8	8	80
	平均 年令	7:0	8:0	9:3	10:3	11:3	12:4	
女	人數	18	20	18	8	8	8	80
	平均 年令	7:3	8:3	9:3	10:2	11:2	12:4	
計	人數	36	40	36	16	16	16	160
	平均 年令	7:2	8:2	9:3	10:2	11:2	12:4	

2. X線像計測

X線像計測には化骨化した部分の割合を計測するもの(解剖學的指數)と化骨した各骨によつて占められている範圍を直接に計測する二方法がある³⁾が、本研究はこの後者によつた。X線學的解剖學的立場から骨格發育を検討する場合には化骨核領域測定にとどまらず核出現期及びその融合狀態、化骨の密度等の検討を加えるのが普通である。本研究では統計的處理に基づいて發育度基準を定める必要上領域の計測のみに限定して次の如き方法をとつた。

(A) 化骨核縱徑横徑の計測。—— ショーカステンを用いカーパスによつて0.1mmまで測定した。縱横の決定は尺骨橈骨間正中線から中指を連ねる線を縦とし、それに直角の方向を横としてこの方向に従い最長徑をとつた。

(B) 各化骨核領域代用値算定。—— 縱徑横徑の積を

* A Radiographical Study of the Determination of Degree of Bodily Growth in Correlative Study of Developmental Psychology

** By Ohira, Katsuma

求めて各化骨核實測面積の代用値とし、各化骨核發育度の指標とした。

(C) 手腕關節骨化骨核領域合計値算出。——上記の各化骨核領域代用値の合計を算出し、これを各兒の化骨核領域と見、身體的發育度考察の指標とすることにした。

(D) 計測結果。(各化骨核領域年齢・性別標準)。前述の如き計測による各被験者の各化骨核縦徑、横徑(mm單位)、領域代用値(mm²單位)、及び化骨核領域合計(mm²單位)について各年齢グループ、性別の平均値を算出した結果は Table 2.である。縦徑、横徑の積が表中の化骨核領域代用値になつていないのは各數値が被験者

の平均値であるためである。本表は私の被験者の範囲内において求めた手腕關節骨化骨核の標準値である。レントゲン解剖學的見地から専門的に骨化の考察を進めるとすれば尙他に多くの問題が存在している。然し本稿はかかる方面に深く立ち入つて解剖學的検討をすることを本旨とせず心理的諸問題との相關的研究を行う際の發育度決定基準を定めようとする本研究目標に鑑み私の資料は先述の如く主として化骨核領域の計測を行つて、それから基準を定めることにしたのである。勿論個々のケースの診斷判定にあつてはこの基準に加えて化骨核の發現及融合期、發現部位、形狀等をも参照して發育度を考慮することが望ましいと考えている。

Table 2.

學年・性別 平均年齢 化骨核名	I		II		III		IV		V		VI	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
	7:0	7:3	8:0	8:3	9:3	9:3	10:3	10:2	11:3	11:2	12:4	12:4
有 頭 骨	15.2	15.7	16.4	16.4	17.4	17.7	19.1	17.8	19.8	19.7	21.6	20.8
	9.1	8.7	10.3	9.8	11.0	10.9	11.2	11.1	13.5	12.2	13.3	12.7
	138.8	136.8	169.6	160.5	192.6	193.2	214.1	197.6	268.8	240.7	288.0	264.1
有 鈎 骨	12.3	12.7	12.9	13.1	13.9	14.5	15.2	15.1	16.6	17.2	18.8	19.4
	9.2	9.4	9.7	9.9	10.3	10.1	10.8	11.1	12.3	12.9	13.1	14.2
	114.3	120.6	125.9	129.6	144.1	147.4	165.3	168.0	205.2	222.0	246.9	275.3
橈 骨 遠 端	6.9	7.3	8.0	7.5	9.0	8.4	9.6	9.4	10.4	10.9	11.5	13.4
	17.1	18.3	20.0	19.8	21.8	20.7	23.7	22.5	24.6	24.3	26.0	24.8
	118.2	134.2	160.5	149.1	198.3	174.0	227.5	211.9	257.2	266.9	299.6	332.2
三 角 骨	7.6	8.5	8.5	9.6	9.8	10.5	11.6	11.0	12.2	12.4	13.4	13.6
	5.6	6.0	6.0	6.4	6.7	7.0	7.7	7.3	7.9	8.4	8.7	9.1
	44.0	52.2	53.6	61.8	67.4	74.1	89.8	80.4	97.0	104.2	116.6	124.2
大 多 角 骨	2.1	5.1	4.7	7.2	7.7	11.2	10.1	11.5	11.3	13.7	14.1	16.9
	1.8	4.3	3.6	7.0	6.5	9.3	7.9	9.8	10.3	12.1	11.5	12.5
	11.4	25.5	26.1	59.1	58.1	104.5	82.5	113.2	119.3	166.2	164.3	212.2
月 狀 骨	3.0	5.5	4.8	7.0	6.6	7.7	7.1	7.8	8.3	8.8	9.6	9.8
	3.4	6.0	6.3	7.8	8.8	10.6	9.6	11.2	11.8	12.0	13.5	13.6
	18.6	35.7	36.8	56.3	65.2	81.6	77.4	88.7	99.1	106.6	129.7	133.7
舟 狀 骨	0.9	4.5	3.0	7.3	6.0	7.4	7.4	7.9	8.8	9.5	10.3	11.4
	1.1	6.0	3.9	8.2	8.6	11.2	10.7	12.4	12.7	13.1	15.6	16.7
	2.4	29.8	21.1	58.9	57.6	84.4	83.8	99.4	116.2	127.1	161.8	191.9
尺 骨 遠 端	0.1	1.3	0.6	1.8	2.8	4.7	4.0	5.3	5.0	6.9	7.9	8.3
	0.1	3.2	1.2	3.9	5.5	8.1	8.5	10.6	9.2	13.6	13.4	14.2
	0.1	12.1	3.4	14.3	20.4	41.6	39.5	59.0	58.8	94.7	107.2	118.6
小 多 角 骨	1.5	4.0	4.9	6.4	6.6	7.5	7.9	7.7	8.2	8.5	9.2	9.2
	1.5	3.8	4.9	6.5	6.6	7.5	7.9	8.6	8.8	9.4	9.9	10.0
	8.4	16.2	27.6	42.4	48.7	56.5	63.2	66.9	73.4	79.9	91.7	92.8
豆 狀 骨	0	0.8	0	1.1	0.4	2.5	0.5	4.2	1.7	6.3	4.0	7.9
	0	0.6	0	1.0	0.4	2.5	0.5	4.7	1.9	6.3	4.2	7.8
	0	2.0	0	2.6	1.0	8.5	1.8	20.5	11.7	40.8	19.8	62.7
化 骨 核 領 域	456.2	566.7	625.6	735.5	852.9	966.7	1045.8	1106.5	1307.7	1450.7	1625.9	1808.5

備考：化骨核各欄の上段は縦徑(mm)、中段は横徑(mm)、下段は領域代用値(mm²)

3.

結 果

—發育度標準決定の公式化—

1. 實測値に基く標準と骨格年齢 (Ca. A.) 及び發育指數 (G.Q.)

上記資料に基いて發育度を決定した。これは同一個人の他の特質との關聯の考察、他の児童との同一基準による比較等に資しようとするものである。そのために先ず C.D. Flory の唱えた骨格年齢⁴⁾及び發育指數で表現して見た。年令値に轉換するためにはその年令に等價と見得る標準がなくてはならない。このために前出 Table 2. の各化骨核領域代用値合計の平均を該當年令の標準値としそれをもとして月別の標準 (mm² 單位) を作製した。その標準は Table 3. である。各人の手腕關節部 X 線像を前記の如き方法で計測しその結果 (各化骨核の縦、横徑の積の合計) を Table 3. に照合する時該當する骨格年齢が発見される。發育指數は $\frac{\text{骨格年齢}}{\text{暦年令}} \times 100$ によつて求められる。

Table 3.

性 月	年						
	6	7	8	9	10	11	12
M	0—1		456	626	820	1013	1264
	2—3		484	658	853	1045	1308
	4—5		512	690	885	1089	1353
	6—7	378	540	722	917	1132	1398
	8—9	403	568	754	949	1176	1443
	10—11	428	697	787	981	1220	1488
F	0—1		539	707	928	1083	1393
	2—3		567	736	967	1107	1451
	4—5		595	774	990	1164	1502
	6—7	457	623	812	1013	1221	1553
	8—9	484	651	851	1036	1278	1604
	10—11	511	679	889	1059	1335	1655

2. 體格の條件

前項の場合には年令値に轉換しようとする個人の側における體格の條件が考慮されていない。速水氏は身長との關係について研究し、化骨核の大きさは身長によつて可成り強く影響せられ、他の條件の同一な場合は身長大なる者は小なる者に比べて大なる化骨核を有する⁵⁾、と言っている。従つて發育度の指標として化骨核領域を見る場合にも身長を考慮して計測材料の處理をすべきことが考えられる。私の計測結果に基いて化骨核領域

と身長及び暦年との相關を求めて見た結果は Table 4. の如くである。この結果によると暦年の要素を除外しても尙可成りの相關が存在していることを見るのである。従つて本研究の如き場合では前掲 Table. 3 の如き單に同一年令グループの標準のみでは不充分で、一定年令、一定

Table 4.

	身 長 (x ₂)		暦 年 (x ₃)	
化骨核領域(x ₁)	男	.894±.015	男	.897±.015
	女	.915±.012	女	.871±.018
暦 年(x ₃)	男	.940±.014		
	女	.917±.012		
部分相關 I _{x₁x₂・x₃}		男 .490±.057	女 .595±.048	

身長の場合における標準を定める必要が考えられる。このような點から考察する時は前項における骨格年齢及び發育指數の算定には不充分な點が存することを認めざるを得ない。これを補うために C.F. Gauss の最小自乗法によつて年令、身長を共通にした標準値算出を考えた。

3. 標準決定の公式化

最小自乗法に基く公式化を試みるために著者の現在の被験者160名各人の化骨核領域(z), 月年令(x), 身長(y) から $z = Ax + By + C$ における A, B, C を算出して公式化を試みた。これを「手腕關節部標準化骨核領域及び骨格年齢算出大平公式」とよんでおく。その公式次の通り。

自6歳—至12歳始め迄 (男子用)

$$z = 23.44x + (-14.13)y + 8.55$$

自6歳—至11歳始め迄 (女子用)

$$z = 21.50x + (-11.34)y + 12.39$$

自6歳—至11歳迄 (男女用)

$$z = 22.92x + (-13.17)y + 9.85$$

この公式 x, y に年令及び身長を代入して Z を算出するならば、その値は當該年令及び身長における標準化骨核領域値である。この標準化骨核領域値とその個人の實測化骨核領域値から指數を算出することが出来る、これは一つの發育指數と見ることが出来る。然し更に公式に計測したその個人の化骨核領域値(Z)及び身長(Y)を代入して x を算出するならば、その値は當該身長と化骨核領域値を有する場合の年令(骨格年齢)になる。この骨格年齢とその個人の暦年令とから發育指數を算出することが出来る。従つて一定個人の手腕關節部 X 線像が得られたならば、それを前記方法により計測して化骨核領域値を算出し、尙身長測定、暦年令調査を行うならば、この三者からその個人の骨格年齢及び發育指數を容易に算定

し得る。他の諸特質との相関的研究に利用する發育度はこの方法によつて算定し得ると考えている。

4.

結果の考察

本研究は手根骨化骨化の程度が發育度の指標になるという B.T. Baldwin⁶⁾, P. Cattell⁷⁾, C.D. Flory⁸⁾, T.W. Todd⁹⁾, W.C. Olson¹⁰⁾, 等の説に基づいたもので、諸氏の説を信ずる限り本結果の妥當性如何は私のとつた前述の計測方法及び統計的處理の問題に歸する。未だ結果の妥當性に關する充分な検討は出来ていないが、以下私の立てた「公式」によつて算定した骨格年令 (Ca. A.) 及び發育指數 (G.Q.) と現在整理済みの若干の資料との關聯を考察しておく。

1. 被験者男女各 80 名各々について公式より算出した骨格年令と實測値標準 (Table 3.) より算出した骨格年令との差及び曆年令との差を求め、その平均並びに標準偏差を求めた結果は Table 5. の通りである。曆年令との差

Table 5.

實測標準による Ca. A. との差		曆年令との差	
M	σ	M	σ
男 2.9月	2.4月	男 6.8月	4.5月
女 4.3月	2.4月	女 8.9月	4.8月

の平均男 6.8 月 女 8.9 月に比べると實測値による骨格年令との差は $1/2$ 以下である。公式による骨格年令は曆年令との間よりも實測標準より求めた骨格年令との一致度が高い。更にこれら三者間の相関係数を算出すると Table

Table 6.

公式による骨格年令	實測値標準による骨格年令		曆年令	
	r	P.E.r	r	P.E.r
男	.976 ± .003		男	.901 ± .014
女	.949 ± .006		女	.853 ± .021

Table 7.

特 質	相 關	公式より算出した G.Q. との相 關			I. Q. と の 相 關		
		男	女	計	男	女	計
身 長		.691 ± .039	.762 ± .031	.728 ± .025	.141 ± .073	.144 ± .073	.140 ± .052
體 重		.618 ± .047	.616 ± .047	.617 ± .033	.145 ± .073	.095 ± .075	.113 ± .053

6. の通りである。この結果によつても骨格年令相互間には大層高い相関が見られる。

2. 公式より算出した發育指數と實測値標準 (Table 3.) より求めた發育指數間の相関係数は男 .980 ± .003 女

.951 ± .006 である。以上の點から公式より求めた骨格年令及び發育指數が少くとも不當なものでないことは明らかである。

3. 被験兒童男女各 80 名の身長、體重 (指數に轉換したもの) と公式より求めた發育指數間の相関を、身長、體重と知能指數 (鈴木ビネー法による) 間の相関と比較すると Table 7. の通りである。知能指數が身長、體重との間にもつ相関と比較考察する時は發育指數の持つ相関は當然な結果と判斷せざるを得ない。

4. 公式より求めた骨格年令と鈴木ビネー 知能検査による精神年令及び曆年令との相関を見ると Table 8. の通りである。骨格年令と精神年令との相関は曆年令との相関に比べるとはるかに低い可成りの相関が見られる。

Table 8.

	M.A. (x_2)	Ch.A. (x_3)
Ca.A. (x_1)	男 .536 ± .054 女 .512 ± .056	男 .901 ± .014 女 .853 ± .021
Ch.A. (x_3)	男 .510 ± .056 女 .498 ± .057	
$r_{x_1 x_2} = .x_{23}$	男 .203 ± .072 女 .192 ± .073	

然もこれを曆年令が精神年令との間に持つ相関と比較する時その結果は妥當な結果のように判斷される。

5. 公式から求めた發育指數と知能指數との相関は男 .211 ± .071 女 .162 ± .073 となり Table 8. の部分相関の無意味なことが裏づけられている。この係数では兩指數間の相関は無意味であるけれども發育指數 (x) と知能指數 (y) の相関比を求めると、その結果は

$$r_{x \cdot y} = +.418 \pm .044$$

$$r_{y \cdot x} = +.369 \pm .046$$

となつた。小倉博士の提唱している $r = \sqrt{\frac{1}{2}(\gamma_x^2 + \gamma_y^2)}$ 公式によつて單一數値にすると .394 となり Blakman の

“直線の基準公式” $\frac{\sqrt{N}}{.6745} \cdot 1/2 \sqrt{\gamma^2 - r^2}$ によつて有意性

檢定をした結果は 3.275 となる。従つて餘論であるが公式より算出した發育指數と知能指數間には低い可成りの相関があるものと認められる。

6. 以上現在整理済みの資料と公式より求めた發育度

(Ca.A. 及び G.Q.) との關聯を考察した。粗雑な結果の検討に過ぎないが上述諸種の關聯から見て、私のたてた「手腕關節標準化骨核領域及び骨格年令算出公式」に基いて算出した發育度は發達心理學における相關的研究の一基準として可成りの妥當性を持ち得るものと考え

文 献

- (1) The Forty-third Yearbook of the National Society for the Study of Education. Part 1. Adolescence. Edited by Nelson B. Henry. 1947. P40.
- (2) 小田正曉, 「手根骨, 掌骨, 指骨の化骨について」兒科雜誌, 第318號, 大正15年.
- (3) Luella Cole: Psychology of Adolescence, 1949, P37.
- (4) C.D. Flory: Osseous Development in the Hand as an Index of Skeletal Development, *Monograph of the Society for Research in Child Development*, Vol.1, No.3, 1936.
- (5) 速水寅一, 「化骨核の法醫學的觀察」京都醫學雜誌, 第27卷, 第3, 4號, 昭和5年.
- (6) 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.
- (7) P. Cattell: Preliminary Report on the Measurement of Ossification of the Hand and Wrist, *Human Biology*, 6 : 461, 1934,
- (8) C.D. Flory: ibidem, (4)
- (9) T.W. Todd, : Atlas of Skeletal Maturation (Hand). C.V. Mosby, 1937.
- (10) W.C. Olson, and B.O. Hughes, : The concept of Organismic Age. *J. Educ. Research*, 35. 525—527, 1942.

—1952. 7. 1 受稿—