男子における身長の高低別発育パターンの検討： distance curve および velocity curve からの分析

藤 井 勝 紀¹⁾ 松 浦 義 行²⁾

Growth patterns classified by difference of height in boys :analysis based on growth distance curve and velocity curve

Katsunori Fujii¹, Yoshiyuki Matsuura²

Abstract

In this study, the patterns of height growth in reference with difference in height were analyzed in terms of growth distance and velocity. Subjects were the 17-year-old high school boys (N=551) in Nagoya City who were born in 1967, and divided into three height groups—high (N=139), middle (N=200) and low (N=112) groups—classified by the height at the age of seventeen, and their 12-year-longitudinal data of height were obtained retrospectively from their health examination records. Individual growth distance curves and velocity curves were calculated, and their peak height velocity ages (PHV ages) were determined by the age showing the maximum growth amount. With the appearance frequency distribution of PHV age investigated, it was inferred that low-height group matured earlier in height growth than those high and middle-height groups. With regard to the growth distance curve of the three height groups, it was shown that the difference in height was found between different PHV ages only at around the PHV ages in the high-height group. However, such differences due to different PHV ages were found at all the ages investigated in the low- and middle-height groups. Analysis of growth velocity curves in the three height groups showed that those having the same maturity rate did not differ much in their patterns of the growth velocity curve. The patterns of growth velocity curve, regardless of height differences, showed a one-phase pattern. Further analysis on differences in amount of growth immediately before and after the PHV age (peak period) showed three types of growth pattern. These types could be interpreted as “early maturity type” which has higher amount of growth immediately after the peak than immediately before, “average type” which has equal amount of growth in the two periods, and “late maturity type” which has higher amount of growth immediately before the peak than the after. The relationship between PHV age and the amount of growth around during the adolescent growth spurt showed that early maturers, regardless of height differences, attained higher amount of growth around during this period. It could be inferred reasonably that this has a substantial relevance on the amount of growth in the period immediately after PHV age.

Key words: growth pattern, difference between high and low heights, distance curve, velocity curve, peak velocity age of height

(Japan J. Phys. Educ. 39: 213-224, September, 1984)

- 1) 愛知工業大学
〒470-03 愛知県豊田市八草町八千草1247
- 2) 中京女子大学体育学部
〒474 愛知県大府市横根町名高山55

1. Aichi Institute of Technology 1247, Yachigusa, Yakusa-chou, Toyota-city, Aichi (470-03)
2. Chukyo Women's University 55, Nadakayama, Yokone-chou, Obu-city, Aichi (474)

キーワード：発育パターン，高低差，現量値曲線，速度曲線，最大発育速度年齢

I. 結 言

身体の発育現象を理論的に把握しようとする試みは，これまで様々な観点からなされてきた．Scammon²⁰⁾の示した発育曲線などは，人の発育現象を理解するうえで非常に有益なものであるといえよう．しかし，身体の発育現象は個人差が大きいために，これを理論的に把握するのには相当の困難が伴う．しかも従来の身体発育に関する報告の多くは横断的資料による average growth に基づいた分析である．Shuttleworth²¹⁾も指摘しているように，横断的資料による分析では個々の発育パターンが明確になされない欠点があるので，発育現象を十分に把握しようとするには，縦断的資料を用いた individual growth に基づく分析が不可欠となってくる．この点については，Tanner，高石等²²⁾も強調しており，特に，Tanner 等²²⁾は Harpenden Growth Study の縦断的資料をもとに，個々の思春期発育パターンに関する分析を行い，新しい個人追跡用の基準値を示している．我が国でも，高石等²⁴⁻²⁶⁾が思春期急増発育のパターンについて考察を行っているが，縦断的資料による研究報告の数は多くはない．高石等²⁴⁻²⁶⁾は個々の身体の形態的発育の成長曲線 (growth distance curve) から得られる発育速度曲線 (growth velocity curve) をもとに，Tanner の提唱している作図法を採用して分析を試みているが，発育速度曲線の個人差が大きいため，分析の難しさが理解される．また，別の観点から身長および体重の発育パターンをアロメトリ分析によって処理した小宮等¹⁰⁻¹³⁾の報告がある．いずれにせよ，これらの研究報告は身体の発育現象を把握していくうえで貴重なものであるが，この種の研究を手掛けていくには，分析手法とともに今後さらに検討を加えていく必要があると考えられる．そこで，我々はこのような研究動向を十分に踏まえながら，6歳から18歳までの男子身長の縦断的資料をもとに，その発育パターンの検討を試みようとした．近年においては，深山

と杉原¹⁷⁾および呉と松浦¹⁸⁾らの報告があり，発育速度曲線から得られる Peak Height Velocity (最大発育速度：以下 PHV と記す) 年齢を基準にグループ化し，その集約されたグループごとの発育傾向を分析しているのであるが，本研究はさらに，成熟と身長の高，低という遺伝的要因の関与に身長の発育のパターンがどのように関わっているのか，その点を明確にするためにも，身長を高低に分類し，その高低差によって発育のパターンに差異が認められるものか否かを検討し，低身長，高身長者の発育パターンの解明を試みようとした．

II. 研 究 方 法

1. 標本および資料

標本として，愛知県名古屋市内の3つの某公立高校3年生 (1983年)，男子600名を対象に，健康診断票の追跡調査を行い，1972年から1983年までの身長の縦断的測定値を得た．この中から，測定が実施された高校3年男子の4月時点での高身長者 (139名)，低身長者 (112名) および中身長者 (200名) を抽出した．身長の高低別分類は，高校3年時の身長の平均値，標準偏差を用いて，平均値プラス1 S.D (175 cm) 以上を高身長群，平均値マイナス1 S.D (163 cm) 以下を低身長群，平均値プラス，マイナス0.5 S.D (166 cm から172 cm) の範囲を中身長群とした．なお，中身長と評価された349名から，高，低身長両群との標本数のバランスを考慮して，無作為に200名を抽出して，中身長群とした．

2. 資料の分析方法

ある個人の i 及び $(i+1)$ 歳の値を X_i, X_{i+1} とすれば， $(X_{i+1} - X_i)$ を i 歳時の年間発育量 d_i とした．また，この $d_6, d_7, \dots, d_{16}$ の最大値を d_j とする時， j を最大発育速度年齢とした．そして，高，中，低身長群毎の年齢別の PHV の出現頻度を求めた (Table 1 参照)．なお，出現頻度が5%以下のグループは除外して分析した．よって，Table 1 および Fig. 1 には除いた後の出現

Table 1 Sample sizes classified by peak height velocity age

Low height group			Middle height group			High height group		
PHV age	N(112)	%	PHV age	N(200)	%	PHV age	N(139)	%
A(10)	10	8.9	A(10)	12	6.0	A(10)	7	5.0
B(11)	42	37.5	B(11)	48	24.0	B(11)	26	18.7
C(12)	39	34.8	C(12)	74	37.0	C(12)	60	43.2
D(13)	16	14.2	D(13)	54	27.0	D(13)	35	25.2
E(14)	5	4.5	E(14)	12	6.0	E(14)	11	7.9

頻度を PHV 年齢毎に記した。したがって、本研究は、高身長、中身長の両群が 5 (PHV 年齢) グループ、低身長群が 4, を考察の対象とした。そして、この出現頻度についての高, 中, 低身長群間の比較, 3 身長群内での PHV 年齢グループ間で平均成長曲線の比較, ついでこの PHV 年齢グループの平均発育速度曲線のパターンを PHV 年齢を同期させて検討した。但し, 同期させた PHV 年齢については生年月日が同一のグループによるものではないために, 一年間の幅がある。

Ⅲ. 結 果

1. 高, 中, 低身長群の PHV 年齢別出現頻度分布の比較

3 身長群の PHV の出現頻度分布を比較してみると, 高, 中, 低身長群間の度数分布の独立性に有意差が見られた ($X=18.31, d.f=8$)。したがって, 低身長群は高, 中身長群よりも PHV 年齢が少し低い時期に分布が傾いていることが知られ

Fig. 1 Appearance frequency distribution curves of sample number classified by peak height velocity age

た (Table 1 および Fig. 1)。また, 3 身長群の全体をまとめた平均 PHV 年齢は 12 歳で, 各群における平均 PHV 年齢は, 低身長群 11.68 歳, 中身長群 12.03 歳, 高身長群 12.12 歳であった。この平均 PHV 年齢について, 3 身長群間でそれぞれ互いに比較を行って見ると, 低身長群と中, 高身長群間で有意差 ($P<0.01$) が認められた。すなわち, 低身長群は高, 中身長群に比べて, PHV 年齢は早い時期に分布しているといえる (Fig. 1)。つまり, 身長の低い者は, 身長の平均的な者および高い者よりも, 形態的成熟の点では早熟傾向にあると考えられる。

2. 高, 中, 低身長群別成長曲線の特徴

低身長および中身長群では, PHV 年齢の低い者ほど 6 歳から 14~15 歳頃までは身長の高い値を示し, 17 歳ではほとんど変わらなくなっていた。これに対し高身長群では, PHV 年齢時期にのみ PHV 年齢の低い者ほど身長の高い値を示す傾向が顕現された (Table 2-1 および Fig. 2)。これらの傾向についてより明確にするために, 高, 中, 低身長群を PHV 年齢グループごとに, 6 歳から 15 歳までの年間発育量の値について各年齢でそれぞれ分散分析を試みた。その結果, 低, 中身長群では 6 歳から 15 歳までのすべての年齢の PHV 年齢グループ間で有意差 ($P<0.01$) が認められたが, 高身長群では 11 歳から 14 歳までのいわゆる PHV 年齢グループ別ごとの, それぞれのピーク時においてのみ, 有意差 ($P<0.01$) が認められたにすぎなかった。したがって, 以上のことから高身長の者は成熟の遅速による身長の違

Table 2 Means and standard deviations of height growth distance classified by PHV age

(A)	PHV age	(C) (B)	Primary school						Junior high school			High school		
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Low height group	10	X SD	114.5 2.88	129.2 2.79	125.6 2.90	130.6 3.24	136.6 4.66	146.5 4.66	154.3 3.01	158.0 2.34	159.9 2.34	160.5 2.08	161.1 1.47	161.2 1.44
	11	X SD	111.5 3.28	117.0 3.15	122.4 3.14	127.2 3.32	132.4 3.46	139.0 3.79	148.3 3.63	154.9 2.87	158.4 2.47	159.8 2.32	160.7 2.21	161.4 1.95
	12	X SD	110.3 2.29	115.6 2.53	121.1 2.66	125.7 2.61	130.4 2.79	135.3 2.90	142.3 3.28	151.5 3.18	157.0 2.58	159.7 2.06	161.0 2.14	161.6 2.12
	13	X SD	108.5 2.23	113.3 2.49	118.1 2.77	122.4 2.39	127.0 1.98	131.3 2.15	135.6 2.12	141.2 1.94	150.4 2.19	156.4 1.99	159.6 2.19	161.0 2.16
Middle height group	10	X SD	120.5 2.82	126.0 3.00	131.5 3.04	137.3 3.24	142.9 4.98	153.9 6.26	160.1 7.42	164.4 7.57	167.0 6.26	168.2 4.27	169.8 2.93	170.7 2.56
	11	X SD	117.1 3.22	123.1 3.45	128.7 3.34	134.1 3.15	139.4 3.47	145.9 4.03	155.7 3.99	163.1 2.75	167.4 2.78	168.7 2.82	169.6 2.83	170.1 2.60
	12	X SD	115.8 4.30	121.8 4.29	127.1 4.28	132.0 4.43	137.2 3.96	142.3 4.09	148.6 4.39	158.1 4.23	164.5 3.63	167.5 3.16	168.9 3.24	169.4 3.16
	13	X SD	113.7 3.94	119.3 4.09	124.9 4.10	129.4 4.29	134.6 4.24	139.5 4.33	144.6 4.42	152.0 5.48	161.1 5.28	166.3 4.09	168.7 3.86	169.8 3.60
	14	X SD	109.6 2.91	115.0 3.58	120.3 3.13	125.0 3.65	129.8 3.75	134.4 3.51	138.6 4.27	143.6 4.48	151.1 4.81	160.2 4.59	165.5 3.22	168.2 3.26
High height group	10	X SD	121.8 2.25	127.9 2.17	134.1 2.45	140.4 2.36	146.9 2.61	157.1 1.90	165.6 1.18	171.3 1.11	173.9 2.44	175.5 1.18	176.5 1.22	176.9 2.17
	11	X SD	119.5 2.69	126.5 3.18	132.6 3.03	138.2 3.17	143.9 3.56	150.8 3.92	161.2 4.15	169.2 3.17	173.4 2.64	175.2 2.25	176.6 2.35	177.3 2.29
	12	X SD	120.3 2.31	126.3 2.88	132.1 2.88	137.7 3.14	143.0 3.10	148.5 3.26	155.7 3.41	165.9 3.65	172.4 2.86	175.7 2.84	177.2 2.63	177.8 2.85
	13	X SD	119.2 2.30	125.3 2.36	131.2 2.73	136.5 2.77	141.3 3.10	146.4 3.09	151.6 3.39	158.7 3.39	168.3 3.02	174.1 2.71	176.9 2.60	178.0 2.51
	14	X SD	118.0 3.06	124.7 2.02	129.6 3.45	135.3 3.49	140.6 3.73	145.4 3.82	150.1 3.91	155.3 3.71	162.4 3.50	172.1 3.13	177.5 3.50	179.5 3.43

(A) Classification of height

(B) Means and standard deviations

(C) Age years

いが PHV 年齢時まではほとんど認められず、中身長以下の者は、それが PHV 年齢ではもちろんのこと、すでに 6 歳から明確に認められたことになる。つまり、17 歳時の中、低身長群の中で、幼少期から身長の高い者は、比較的 PHV 年齢が早いことが分かる。もちろん、最終身長が低い者の場合は、幼少期の身長は平均的であっても、17 歳時の身長が低い者のその PHV 年齢は早いと理解される訳である。

3. 高、中、低身長群別発育速度曲線の特徴

Table 3 は、高、中、低身長群の中で、同一 PHV 年齢ごとに分類されたものの年間発育量の平均値と標準偏差を示したものであり、それを各 PHV 年齢ごとにまとめて高、中、低身長群を一緒にグラフにしたものが Fig. 3 である。これによると、PHV 年齢 10 歳から 13 歳については、高身長と低身長群とでは、ピーク時の年間発育量にほぼ 1 cm の差が示されたのをはじめ、それぞれの年齢においても僅かな差が示された。そこで、このことをさらに明確にするために、3 身長群間

Fig. 2-1 Growth distance curves in Low height group

Fig. 2-2 Growth distance curves in Middle height group

Fig. 2-3 Growth distance curves in High height group

の各年齢でのこの差について分散分析を試みたところ、有意差は認められなかった。次に、高、中、低身長群の PHV 年齢ごとの発育速度曲線を概観してみると (Table 3 および Fig. 3), PHV 年齢が高くなるにつれ、PHV 年齢の直前と直後の発育量の関係に増減の変化が確認された。また、高、中、低身長群のすべてで、呉、松浦¹⁸⁾が示唆したピークの出現が一つである一相性のパターンは確認されたが、PHV 年齢以前にもう一つピークが現れる mid-growth spurt²⁾ および PHV 年齢以後にピークの現れる after-growth spurt¹⁴⁾ は確認されなかった。

4. PHV 年齢と思春期急増 (adolescent growth spurt) 期の発育量との関係

Table 4 は、高、中、低身長群の思春期急増期頃の 5 年間、つまり PHV 年齢の 3 年前から 1 年後までの 5 年間の発育量を示したものである。これによると、中身長群の PHV 年齢 10 歳のグループの例外はあるものの、高、中、低身長群のす

Table 3 Means and standard deviations of height growth velocity classified by PHV age

(A)	PHV age	(C) (B)	Primary school					Junior high school			High School		
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Low height group	10	X SD	5.4 0.80	5.4 0.64	5.0 0.61	6.0 1.59	9.9 0.73	7.9 1.89	3.7 1.11	1.9 0.49	0.6 0.53	0.6 0.73	0.1 0.22
	11	X SD	5.4 1.12	5.4 0.63	4.8 0.77	5.1 0.98	6.7 1.43	9.3 1.14	6.5 1.61	3.6 1.24	1.4 0.80	1.0 0.70	0.6 0.60
	12	X SD	5.3 0.87	5.5 0.75	4.6 0.57	4.7 0.67	4.9 1.05	6.9 1.27	9.2 1.21	5.5 1.74	2.7 1.23	1.3 0.76	0.7 0.60
	13	X SD	4.9 0.57	4.7 1.28	4.4 1.02	4.5 0.52	4.3 1.02	4.3 0.84	5.6 0.70	9.1 0.60	6.0 1.08	3.2 0.74	1.5 0.72
Middle height group	10	X SD	5.5 0.27	5.5 0.47	5.9 0.89	5.6 2.11	9.1 1.48	6.1 2.49	4.3 1.04	2.6 1.70	1.2 2.28	1.6 2.13	0.9 1.25
	11	X SD	6.0 1.05	5.7 1.14	5.4 0.77	5.3 1.03	6.7 1.67	9.8 1.11	7.0 1.93	4.3 1.62	1.3 0.79	0.9 0.55	0.6 1.13
	12	X SD	6.0 1.16	5.2 0.84	5.0 1.08	5.2 1.05	5.0 1.03	6.2 1.30	9.8 1.97	6.4 1.44	3.0 1.09	1.4 0.78	0.5 0.63
	13	X SD	5.6 0.68	5.8 1.13	4.8 0.68	4.9 0.66	4.8 0.70	5.0 0.78	6.5 1.88	9.2 1.49	5.2 1.79	2.4 1.02	1.1 0.82
	14	X SD	5.4 0.87	5.3 0.68	4.8 0.76	4.6 0.30	4.6 0.57	4.3 1.05	4.9 0.79	7.5 1.59	9.1 1.20	5.3 1.72	2.7 0.90
High height group	10	X SD	6.1 0.78	6.2 0.95	6.3 1.42	6.5 1.15	10.2 1.77	8.6 1.20*	5.7 0.77	2.6 1.58	1.6 1.58	0.9 0.24	0.6 0.98
	11	X SD	7.0 1.07	6.2 0.49	5.6 1.28	5.7 0.92	6.9 1.38	10.4 1.77	7.7 1.44	4.2 1.30	1.8 0.80	0.5 0.73	0.7 0.37
	12	X SD	5.9 1.12	5.8 0.98	5.6 1.20	5.3 1.01	5.5 0.79	7.2 1.34	10.2 1.17	6.5 1.72	3.4 1.13	1.3 0.71	0.7 0.50
	13	X SD	6.1 0.82	5.9 0.90	5.3 0.83	4.8 0.96	5.1 0.64	5.1 1.15	7.2 1.23	9.6 1.42	5.9 1.44	2.9 0.91	1.2 0.64
	14	X SD	6.7 1.18	4.9 1.53	5.7 0.97	5.4 0.45	4.9 0.91	4.7 0.81	5.2 0.89	7.1 1.62	9.7 0.86	5.3 0.84	1.9 0.38

(A) Classification of height

(B) Means and standard deviations

(C) Age years

べてで PHV 年齢の早い者ほど思春期急増期の発育量が大である傾向がみられた。そこで、PHV 年齢が早い者ほどこの時期の発育量が大である傾向を明確に把握するために、高、中、低身長群における PHV 年齢毎の 5 年間の発育量について、分散分析を試みた結果、3 身長群とも PHV 年齢グループ間において有意差 ($P < 0.01$) が認められた。さらに、PHV 年齢と思春期急増期頃の全 5 年間の発育量との相関を算出すると、高身長群で、 $R = -0.53 (P < 0.01)$ 、中身長群、 $R = -0.32 (P < 0.01)$ 、低身長群、 $R = -0.46 (P < 0.01)$ 、で

有意な相関があり、PHV 年齢が高くなるにつれて思春期急増期の発育量が小になる傾向があると認められた。また、Table 5 は、PHV 年齢直後の発育量を除いたそれまでの全 4 年間についてその発育量を示したものであるが、これは Table 4 で示された傾向が、PHV 年齢直後の発育量に関係しているのではないかという推測のもとに頭わしたものである。これによると PHV 年齢が高くなるにつれて、発育量の減少程度が PHV 年齢直後の発育量を加えた場合より少なくなっていることが分かる。このことをより明確に

Fig. 3-1 (PHV age, 10)

Growth velocity curves of the three (high, middle and low height) groups

Fig. 3-2 (PHV age, 11) **Fig. 3-3** (PHV age, 12)

Growth velocity curves of the three (high, middle and low height) groups

Fig. 3-4 (PHV age, 13)

するために、Table 4 および Table 5 における高、中、低身長群内での分散分析結果の F_0 値を示すと、Table 4 の低身長群、 $F_0=9.71>F$ ($df=3$, $df=103$, $P<0.01$)、中身長群、 $F_0=8.64>F$ ($df=4$, $df=195$, $P<0.01$)、高身長群、

$F_0=13.4>F$ ($df=4$, $df=133$, $P<0.01$)、Table 5 の低身長群、 $F_0=3.55>F$ ($df=3$, $df=103$, $P<0.05$)、中身長群、 $F_0=2.94>F$ ($df=4$, $df=195$, $P<0.05$)、高身長群、 $F_0=3.37>F$ ($df=4$, $df=133$, $P<0.05$)、このような結果とな

Fig. 3-5 (PHV age, 14)
Growth velocity curves of the two
(high and middle height) groups

り, Table 5 の F_0 値のほうが Table 4 の F_0 値より小であることが認められる。つまり, Table 5 における発育量の減少程度の変化が Table 4 より明らかに小さいということが理解されよう。

N. 考 察

一般に, 身長について論じる場合, 両親からの遺伝と人のサイズの一指標として捉えることが多い。しかし, 発育途上にある人の場合にはサイズの一指標だけでなく, 成熟の遅速の一指標にもなりうることである。例えば, 女子の場合など初潮年齢の指標にもなっているように, 捉え方によっては, 成熟と密接な関係があるわけである。よく言われていることであるが, ある人は小学校の時は身長が高かったのに, 中学, 高校ではむしろ低い

方になってしまったということがある。この現象は明らかに身長の成熟としての指標の側面を示しているものである。このように, 発育途上にある人の場合, 身長の高さは単にサイズの指標としての側面と, もう一つは成熟の遅速という一側面をも有しているということである。そこで, 今回我々は, このような観点から発育途上にある身長の高低差のもつ意味をここで導き出された結果とともに考察することにする。尚, これから論じる成熟の遅速の客間的尺度については, 今回の資料から 3 身長群の平均 PHV 年齢 12 歳 ($SD=0.99$) を普通の基準として考察を進めることにする。

男子では, 幼少期には身長が普通, または高くランクされていた者が, 成人になると低くランクされることが観察されるが, これは成熟の遅速による現象と, 成人における低身長者の早熟化傾向を示唆するものと考えられる。Tanner²³⁾は男児を恥毛発現年齢により 4 群に分けて分析し, その最終身長は早熟の者ほど低いと報告しており, Hunt 等⁹⁾も同様の結果を得ている。本研究の結果からも, 最終身長は早熟の者ほど低いという報告を裏づけることが示唆できたが, Tanner 自身も明確な結論は差し控えているように, その解釈となると明晰には結論づけられない。また, 日比⁸⁾は男子の場合, 低身長の者ほど早熟化傾向にある理由について, 思春期早発症 (precocious puberty) の小児を例にとって, 次のように論証している。すなわち, 早く成熟するとそれだけ骨端線が早く閉鎖するために, 身長発育が停止するのが早く, 結局は, 最終身長が低くなるというのである。しかし, これは極端な例に基づく推論で

Table 4 Comparisons of growth amount among PHV groups during the adolescent growth spurt

PHV age	Low height			Middle height			High height		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
10	10	34.3 cm	1.84	12	32.2 cm	5.98	7	37.7 cm	2.62
11	42	32.1 cm	3.00	48	34.1 cm	2.62	26	36.3 cm	2.13
12	39	31.2 cm	2.04	74	32.2 cm	2.84	60	34.5 cm	2.58
13	16	29.3 cm	2.38	54	30.8 cm	2.56	35	32.8 cm	2.66
14				12	31.1 cm	1.65	11	32.0 cm	2.01

あり、この考え方がそのまま一般的低身長者に適用できるかどうかは疑問の余地が残る。つまり、早熟者の骨端線が早く閉鎖することは一応首肯できるが、そのことが最終身長を低くすることの絶対的な条件であるとは解釈し難いのである。いずれにせよ、本研究における高、中、低身長群のPHV年齢の出現頻度分布からでは、低身長者に早熟化傾向の者が多く認められたという結果以外に、その理由についてこれ以上論じることが困難といえる。

次に、高、中、低身長群別の成長曲線について、その特徴は、高身長群と中、低身長群とに大別されることが指摘された。つまり、高身長群の者は幼少期からすでに身長が高く、中、低身長群の者においては、幼少期において身長が高い者は成熟の早い者であることが示された。中、低身長群のこのような傾向は、Boas³⁾ Baldwin 等^{1,4-6,16,19)}が思春期前に身長の高い者は、低い者より思春期急増期を早く迎えると指摘したことと一致している。しかし、これらの報告は身長の高低差の区別なしの分析によって得られた結論であり、本研究のように、高低差の区別に基づく分析では、高身長の者については従来にない結果が得られたことになる。筆者等⁷⁾もかつて最終身長の高低差の区別を考慮せずに分析を試みたところ、Boas 等³⁾と同様の結果を得たことから、彼らの指摘したことは、身長差を考慮しない場合については有力な見解と見なすことができよう。

続いて、高、中、低身長群別の発育速度曲線の特徴について、呉、松浦¹⁸⁾は一相性パターンとPHV年齢以前にもう一つピークの現れる二相性パターンを示唆し、さらに、その両パターンを取り混ぜて、思春期急増期の開始とPHV年齢に達するまでの期間を基準に、開始後1年から4年までの4つのパターンに分類している。そこで、今回は別の角度からの分類を試みるために、Table 3 および Fig. 3 の発育速度曲線の様相を概観してみると、高、中、低身長群のすべてで、発育タイプとして大きく3つのタイプに分けられる可能性が示唆された。第一のタイプは、PHV年齢時を中心として、そのピーク前後の発育量が

直前と直後ではほぼ同量のタイプであり、第二のタイプは、それよりPHV年齢が早くて、ピーク直前より直後の発育量が大のタイプであり、第三のタイプは、PHV年齢が遅くて、ピーク直前より直後の発育量が小のタイプであった。これら3つのタイプを本研究の3身長群の平均PHV年齢12歳(SD=0.99)を基準に、成熟の遅速の客観的尺度として、成熟のタイプを分類すれば、第一のタイプはPHV年齢11, 12歳が多く〈普通〉タイプと考えることができる。第二のタイプはPHV年齢10歳と11歳の一部が含まれるが、〈早熟〉タイプとして考えられよう。そして、第三のタイプはPHV年齢13, 14歳が多く含まれ、〈晩熟〉タイプと分類することが考えられるであろう。なお、この分類は、高、中、低身長群のすべてに適用されうるものである。但し、低身長群については、低身長者そのものがやや早熟化の傾向を示すために、PHV年齢が高、中身長者よりも少し早い時期に、ピーク前後の発育量がほぼ同量である普通タイプとなっている。本研究の発育速度曲線からピークの出現が一つである、いわゆる一相性パターンとしての3つの成熟タイプの分類を試みたが、ピークがPHV以外に出現するmid-growth spurt および after-growth spurt の有無については確認できなかった。このことは、本研究の発育速度曲線は年1回の測定によるデータ値のプロットであるため、連続関数として描かれていないことによるものと考えられる。この連続関数にかんしては、現在、松浦とKim¹⁵⁾の多項式による当てはめが試みられている。

最後に、思春期急増期の発育量について、PHV年齢が高くなるにつれてこの時期の発育量が小になる傾向が示唆されたわけだが、この解釈については、今回、試みられた発育速度曲線のパターンを3つの成熟タイプに分類した基準から判断すれば、次のように考えられる。つまり、思春期急増期では、PHV年齢が高くなるにつれて、ピーク時点での発育量は他のどのPHV年齢グループのピーク時点においても大きな変化はないが、ピークの直前と直後の発育量との関係に異なる変化が認められ、とりわけ、ピーク直前の発

Table 5 Comparisons of growth amount after the peak age during the adolescent growth spurt among PHV groups

PHV age	Low height			Middle height			High height		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
10	10	26.4 cm	1.61	12	26.1 cm	4.89	7	29.2 cm	2.33
11	42	25.6 cm	2.74	48	27.1 cm	2.35	26	28.6 cm	1.97
12	39	25.7 cm	1.96	74	25.8 cm	2.23	60	28.0 cm	2.19
13	16	23.8 cm	2.13	54	25.6 cm	2.12	35	27.0 cm	2.24
14				12	25.8 cm	1.41	11	26.8 cm	1.74

育量の増加度より直後の発育量の減少変化の方が顕著であった。このことから、思春期急増期の発育量が PHV 年齢が高くなるにつれて減少傾向にあることは、少なくとも、発育速度曲線のパターンからの分析によれば、ピーク直後の発育量の減少変化に関係あるものと考えられる。そして、このことをさらに明確にするために、思春期急増期頃の発育量を PHV 年齢直後の発育量を除いた全 4 年間の発育量について検討した結果が Table 5 に示したものである。Table 5 の結果から、分散分析結果の F_0 値が Table 4 のそれより小であることが認められており、明らかに PHV 年齢が高くなるにつれピーク直後の発育量を加えた場合より加えない場合のほうがその減少変化が少なくなっていることが分かる。したがって、PHV 年齢が高くなる晩熟化傾向の者ほど思春期急増期の発育量が小なる傾向にあり、逆に、早熟化傾向の者はこの時期の発育量が大なる傾向にあることは、PHV 年齢直後の発育量の減少変化に負っているところが大きいといえよう。このような傾向は、早熟および晩熟化傾向の者の持つ発育速度曲線の特徴として捉えられるが、どうしてこのような傾向になるかについては、本研究からでは明言できない。ただ身長発育に対する成熟による機序の解明には有意な考察を与えたものと考えられる。しかし、成熟にも当然遺伝的要因の関与が考えられ、ここで遺伝との関係を論じることは難しい。本研究の成長曲線からの分析でも、低、中身長群の者は身長への成熟の関与の違いがすでに 6 歳以前から生じていることが認められている。この

ことは身長への遺伝による成熟の関与が幼児期で生じているわけで、身長発育を指標とした成熟について、幼児期およびそれ以後の成熟の遅速を考察することは、本研究の結果を踏まえれば比較的容易に行えるが、しかし、遺伝による身長の高、低と最終身長およびその発育過程に関しては、遺伝がどのように関与しているか、その点については本研究からでは導き出すことはできなかった。

V. 結 論

本研究は、身長発育のパターンに関して、最終身長の高低差によるパターンの違いを検討するために、高校 3 年の男子 600 名を対象に、健康診断票の追跡調査を実施し、1972 年から 1983 年までの身長縦断的データから、発育値と年間発育量をもとめ、それをもとに成長曲線および発育速度曲線を描いた。さらに、学齢期に基づく PHV 年齢を算出し、これを基準にいくつかのパターンに集約することによって、17 歳身長の高低の差違による発育パターンの特徴について分析した。その結果、次のような結論が導きだされた。

1. 17 歳時の高、中、低身長群の PHV 年齢別出現頻度分布から、17 歳時での低身長の者は、平均的な身長の者と比較して、形態的成熟の点で早熟傾向にあることが認められた。
2. 17 歳時の高、中、低身長群別の成長曲線の特徴を分析した結果、高身長の者は、成熟の遅速による身長の違いは、11 歳から 14 歳までのいわゆる PHV 年齢グループ別毎のそれぞれのピーク時において生じ、中、低身長の者は、それが 6

歳以前からすでに生じていることが認められた。

3. 17歳時の高, 中, 低身長群別の発育速度曲線の特徴について

- 1) 成熟速度の同じグループでは, 3 身長群とも, 発育速度曲線にそれほど大きな変化は認められなかった。
- 2) 発育速度曲線のパターンについて, 本研究からは 3 身長群とも, 一相性のパターンが示されたが, さらにその中で, PHV 年齢時 (ピーク) の直前, 直後の発育量の関係における増減傾向から, 成熟タイプとして 3 つのパターンに分類することができた。すなわち, ピーク直後の発育量がピーク直前より大きい〈早熟タイプ〉と, ピークの直前と直後の発育量がほぼ同量の〈普通タイプ〉, そして, ピーク直後より直前の発育量が大である〈晩熟タイプ〉の 3 つのタイプである。

4. PHV 年齢と思春期急増期の発育量との関係については, 3 身長群とも, 早熟傾向の者ほどこの時期の発育量が大なる傾向が認められた。この傾向は, PHV 年齢直後の発育量の減少変化に大きくかかわっていることが指摘された。

文 献

- 1) Baldwin, B. T. (1921) The physical growth of children from birth to maturity. Univ. Iowa Stud. Child Welf. 1, No. 1. p. 411.
- 2) Berkey, C. S., Reed, R. B. and Valadian, I. (1983) Mid-growth spurt in height of Boston children. Annals of Hum. Biol. 10: 25-30.
- 3) Boas, F. (1930) Observations on the growth of children. Science 72: 44-48.
- 4) Boynton, B. (1936) The physical growth of girls, —A study of the rhythm of physical growth from anthropometric measurements on girls between birth and 18 years—. Univ. Iowa Stud. Child Welf. 12, No. 4: p. 105.
- 5) Dimock, H. S. (1935) A research in adolescent. I. Pubescence and physical growth. Child Developm. 6: 177-195.
- 6) Ellis, R. W. B. (1946) Height and weight in relation to onset of puberty in boys Arch. Dis. Childh. 21: 181-189.
- 7) 藤井勝紀・大田和義・川村仁視 (1985) 男子における身長発育パターンの年次差に関する検討。日本体育学会第36回大会号 p. 513.
- 8) 日比逸郎 (1967) 小児肥満症とその臨床。金原出版 p. 62.
- 9) Hunt, E. E., Cooke, G. and Gallagher, J. R. (1958) Somatotype and sexual maturation in boys, —a method of developmental analysis—. Hum. Biol. 30: 73-91.
- 10) 小宮秀一 (1971) 身長発育 PATTERN 別にみた形態発育の特性について。体育学研究 16: 75-84.
- 11) 小宮秀一・大坂哲郎 (1975) 身長・体重の相対成長による男子児童 (6 歳-14 歳) の発育パターンについて。体育学研究 20: 79-89.
- 12) 小宮秀一 (1977) 身長と体重の相対成長からみた男女児童の発育パターンにおける変異。体育学研究 21: 265-273.
- 13) 小宮秀一・吉川和利 (1978) 発育スパート時とピーク時および初潮時における身長・体重, 体組成と critical weight の仮説。体育学研究 23: 153-164.
- 14) Matsuura, Y. (1991) A study on physical growth and development through investigating the polynomial fitted their distance curves—in the term over 6 and 18 years old. Bull. of Health and Sport Sciences, Univ. of Tsukuba 14: 211-222.
- 15) Matsuura, Y. and Kim, M. (1991) Analysis of physical growth by fitting the polynomial to the longitudinal growth distance data of individual, age 6 to 17. Research Monograph issued by Growth and Development Research. Institute of Health and Sport Sciences, Univ. of Tsukuba. pp. 1-153.
- 16) Meredith, H. V. (1935) The rhythm of physical growth—a study of 18 anthropometric measurements on Iowa City white males ranging in age between birth and 18 years—. Univ. Iowa Stud. Child Welf. 11, No. 3: p. 128.
- 17) 深山智代・杉原美子 (1980) 学齢期女子の身長年間増加量曲線のパターンと初潮時身長における固体系差。日本女子体育大学紀要 10: 35-43.
- 18) 呉萬元・松浦義行 (1983) 身長発育速度曲線のパターンの検討—韓国青少年の縦断的データによる—。体育学研究 28: 251-260.
- 19) Richey, H. G. (1937) The blood pressure in boys and girls before and after puberty—Its relation to growth and maturity—. Amer. F. Dis. Child. 42: 1281-1330.

- 20) Scammon, R. E. (1930) The measurement of the body in childhood. In Harris, J. A., Jackson, C. M., Paterson, D. G., Scammon, R. E. The Measurement of Man. University of Minnesota Press.
- 21) Shuttleworth, F. K. (1937) Sexual maturation and the physical growth of girls age six to nineteen. Monogr. Soc. Child Developm. 2, No. 5: p. 253.
- 22) Tanner, J. M., Whitehouse, R. H. and Takaishi, M. (1966) Standard from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity; British children, 1965. Arch. Dis. in Child. 41-219: 454-471, 41-220: 613-635.
- 23) Tanner, J. M. (1962) Growth at Adolescent. Blackwell Scientific Publication, pp. 97-98.
- 24) 高石昌弘・大森世都子・江口篤寿・藤田良子 (1968) 思春期身体発育のパターンに関する研究—第一報 男子の身長発育速度および体重発育速度について—. 小児保健研究 26: 57-63.
- 25) 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—第二報 女子の身体発育速度, 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.
- 26) 高石昌弘・大森世都子 (1971) 思春期身体発育のパターンに関する研究—第三報 身体発育速度曲線のパターン, 特に, 思春期急増の開始と発育終了の年齢について—. 小児保健研究 29: 259-263.

(平成5年12月24日受付)
(平成6年6月14日受理)