

男子における身長発育のパターンに関する検討

—velocity curve からの分析—

藤 井 勝 紀

Study on pattern of height growth in boys

—Analysis on velocity curve—

Katsunori Fujii

Pattern of height growth has been studied in twelve years of longitudinal data of standing height; ages from 6 to 17 years of high school boys (231 boys) who were grouped according to their peak height velocity ages (PHV ages) into 5 groups for boys.

A method of analysis in longitudinal data of standing height is described the characteristic of distance and velocity curves grouped according to PHV ages.

It was found that grand mean PHV age was 11.94 years from distribution of sample size according to PHV ages. Premature groups were shown that standing height was high from 6 to adolescent growth, and was low in final standing height on the characteristic of distance curves. It was indicated that velocity curves of 5 PHV age groups was pattern of single peaked height velocity. The earlier occurrence of peak height velocity is associated with a larger magnitude of the peak height gain and the amount of adolescent growth spurt.

緒 言

発育現象を理論的に把握しようとする立場から、身体の発育パターンに関する研究は従来より多くなされてきた。とりわけ身長発育に関する検討は比較的多く取りあげられている。しかし、横断的測定結果に基づく報告は多いが、縦断的資料に基づく報告件数はそれほど多くはない。

もともと縦断的資料に基づく分析の必要性は、古くは Shuttleworth¹⁾が individual growth と average growth との関連の中から、思春期急増の分析には単純な平均値曲線からでは不相当であることを述べており、又、最近でも Tanner²⁾、高石³⁾等により発育の個人差が説かれ、縦断的測定結果に基づく分析が不可欠なものであることを論じている。そのような中で、Tanner²⁾等の Harpenden growth study の縦断的資料を基に、個々の身体発育パターンに関する理論的分析から新しい個人追跡用の基準値を作成した資料等は貴重なものといえる。わが国でも高石等³⁾⁴⁾の思春期身体発育のパターンに関して検討の試みられた報告も特筆すべきものである。ところが、一番重要な部分である縦断的資料の分析手法に関する確立が

まだ十分なされていないのが現状であると考えられる。従来は横断的測定との兼ね合いから distance curve の分析が多かったが、猪飼、高石⁵⁾等の提唱により、その一次微分として表わされる velocity curve (速度曲線)からの分析が取りあげられるようになってきた。これは僅かな変化を明瞭に表現できるものとして近年重要視されている。この他にもアロメトリー分析や、新たな模索としてマルコフチェーン、時系列分析等が取りあげられようとしているが、まだ検討の段階だといえよう。いずれにせよ縦断的資料の分析手法には検討の余地が十分あると考えられる。

そこで今回はこのような現状を十分把握したうえで、身長発育のパターンを検討するため、男子身長の小学校から高校までの12年間の縦断的資料をもとに、高石等⁶⁾の提唱している velocity curve からの分析を試みた。もちろん分析方法には考慮の余地はあるが、特に今回は呉、松浦⁷⁾の採用した Peak Height Velocity (PHV) 年齢ごとにくつかのパターンに集約する方法を参考に、さらに distance curve の特徴からも検討を加えようとしたものである。

方 法

岡崎市内の某公立高校3年の男子生徒231名を対象に、健康診断表の追跡調査を行ない1973年から1984年つまり小学校から高校に至るまでの12年間の完全な身長縦断的測定値を得た。測定期日は毎年4月に実施されたものである。そしてこの縦断的測定値から個人別に、6才から17才までの年間発育量を求め、その年間発育量から最大発育速度年令すなわち Peak Height Velocity (PHV) 年令と決定した。さらに同一 PHV 年令を示したものをグループ化し、そのグループの velocity curve 及び distance curve を求めた。尚、グループの頻度数が5%未満のグループは解釈上の混乱を避けるため除外することにした。したがって実際本研究で用いられているものは5グループであることに留意されたい。

Table 1. Sample size according to peak height velocity ages.

(N=231)			
PHV age	N.S.	Relative %	CUM %
A (10)	16	6.9	6.9
B (11)	59	25.5	32.4
C (12)	90	39.0	71.4
D (13)	55	23.8	95.2
E (14)	11	4.8	100.0

結果及び考察

1. PHV 年令別グループの表出頻度について

Table 1 は PHV 年令別グループの分布を表わしたものであるが、これによると今回は資料数との兼ね合いから、5%未満の出現頻度のグループは除外してあるので、このように5グループとなっている。呉等⁷⁾による韓国人の資料では、男子で6才から16才までの広範囲にわたる

11グループが類別されているが、このことは明らかに両者の資料数の差によるものと考えられる。しかし、仮りに今回の資料数が呉等⁷⁾のものと同数であったとしても、このようなグループ数が類別できるとは確信できるものではない。少なくともそこには民族的差異を留意する必要がでてこよう。

次に、PHV 年令別10才から14才までのグループの分布状態をみると、12才がその出現頻度において最も大となっている。呉⁷⁾等の資料でも12才が最も大となっているが、両者は少し分布状態が異なっているようである。そこで10才から14才までの5グループについて平均 PHV 年令を両者とも求めると、今回の資料からは $\bar{X}=11.94$ 才, $SD=0.981$, 呉⁷⁾等の資料では $\bar{X}=12.57$ 才, $SD=1.085$ となっており、明らかに平均 PHV 年令において有意差が認められた。つまり韓国人より日本人の方が早く PHV 年令をむかえるものが多いということで、早熟の傾向が指摘されるわけである。したがってこのことは明らかに日本人と韓国人における民族的差異と考えることができるが、しかし、両者とも5グループについてしか検討を試みていないため、今回は明確な結論は差し控えたい。

2. PHV 年令別グループの発育パターン

1) distance curve の特徴について

Table 2 及び Fig 1 を参照すると、Table 2 は PHV 年令別グループの6才から17才までの現量値を表わしたもので、それをグラフにしたものが Fig 1 であるが、先ずこの図から distance curve の概観をみてみると、PHV 年令の低いグループほど6才から15才頃まで身長の高い傾向を示し、17才時ではほぼ変わらないか、むしろ逆の傾向が示されている。さらにこの傾向について Table 2 に示されてある現量値から詳細に検討してみると、各グループの6才から15才までの各年令における現量値が、PHV 年令がすすむにつれ漸次減少傾向にあ

Table 2. Group mean distances according to peak height velocity ages.

PHV ages	④⑤	Primary school					Junior high school				High school		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	\bar{X}	119.0	124.8	130.5	136.2	142.2	152.6	160.0	164.5	166.9	168.1	169.2	169.7
	SD	2.49	2.51	2.63	2.79	3.98	4.45	4.59	4.57	4.02	2.76	1.96	2.00
11	\bar{X}	115.4	121.4	127.1	133.2	137.6	144.2	153.9	161.1	165.1	166.5	167.6	168.1
	SD	3.09	3.22	3.15	3.17	3.42	3.85	3.82	2.83	2.59	2.48	2.46	2.26
12	\bar{X}	116.2	122.1	127.6	132.7	137.8	143.0	149.8	159.5	165.7	168.8	170.2	170.8
	SD	3.24	3.43	3.45	3.60	3.38	3.52	3.78	3.77	3.11	2.80	2.76	2.81
13	\bar{X}	114.7	120.4	125.9	130.7	135.7	140.5	145.5	152.6	161.8	167.4	170.0	171.2
	SD	3.16	3.29	3.42	3.50	3.53	3.59	3.73	4.34	4.15	3.33	3.18	3.00
14	\bar{X}	113.4	119.4	124.5	129.7	134.7	139.4	143.9	148.9	156.2	165.6	171.0	173.4
	SD	2.82	2.83	3.11	3.39	3.55	3.46	3.90	3.94	4.06	3.80	3.18	3.17

④……Mean and standard deviation

⑤……Age years

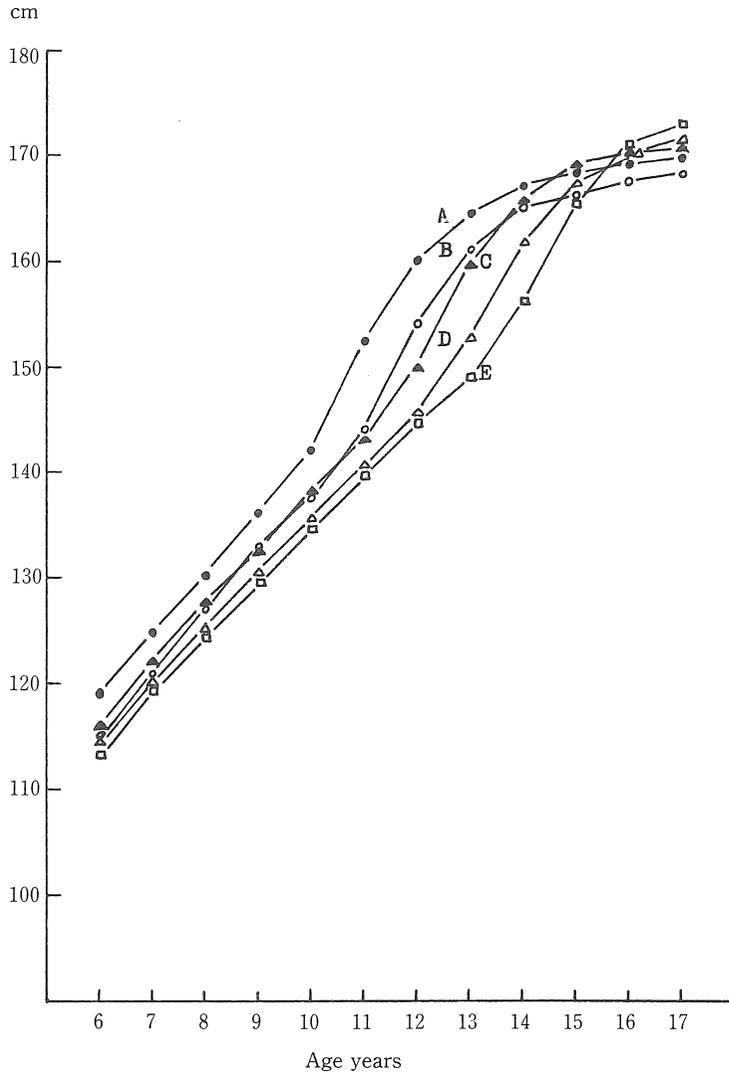


Fig. 1. Group mean distance curves according to peak height velocity ages.

ることが示されている。そして17才時の現量値については逆の傾向、つまり PHV 年令がすすむにつれ増大傾向を示すことがうかがわれた。そこで、この傾向が有意なものであるかどうか、6才から15才までの各グループにおける現量値について分散分析を試みた結果、明らかに有意差が認められた。そしてさらに PHV 年令と現量値との単純相関をとってみた所、これも6才から15才までの各年令において有意性が認められた。これと同様に、17才時においても分散分析の結果有意差が認められ、PHV 年令と現量値との相関も有意性が認められた。したがってこのことから現量値については、6才から15才までは PHV 年令がすすむにつれ減少傾向にあることが

認められ、17才時では逆の増加傾向にあることが明確にされた。

以上の結果から、6才時点ですでに PHV 年令の早いグループが身長の高い値を示しているということは、少なくとも6才以前に第1次の身長発育のスパート時期が存在していると考えられるのではなかろうか。つまり、6才時点では途中経過となるために、発育スパートの早いものが途中で高い値を示すことは当然のことと考えられる。したがって、思春期頃まではその年令において、身長の高いものは比較的早熟者が多く、身長の高いものは比較的晩熟者が多いということが考えられよう。

次に17才時点での6才時点とは逆の現象について、こ

Table 3. Group mean velocities according to peak height velocity ages.

PHV ages	Ⓐ	Primary school										Junior high school			High school		
		Ⓑ 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
10	\bar{X}	5.67	5.69	5.77	6.00	9.68	7.46	4.54	2.40	1.15	1.08	0.56					
	S D	0.60	0.65	0.95	1.58	1.31	1.84	0.92	1.30	1.57	1.29	0.85					
11	\bar{X}	5.96	5.68	5.22	5.30	6.72	9.74	6.98	4.00	1.41	0.84	0.59					
	S D	1.06	0.84	0.88	0.97	1.50	1.26	1.65	1.39	0.78	0.64	0.82					
12	\bar{X}	5.80	5.49	5.16	5.11	5.17	6.75	9.80	6.23	3.08	1.34	0.61					
	S D	1.08	0.87	1.03	0.95	0.94	1.29	1.54	1.60	1.12	0.74	0.62					
13	\bar{X}	5.68	5.67	4.92	4.76	4.83	4.95	6.60	9.32	5.54	2.69	1.19					
	S D	0.70	1.06	0.78	0.75	0.73	0.92	1.51	1.34	1.55	0.86	0.73					
14	\bar{X}	5.98	5.08	5.19	4.93	4.77	4.47	5.05	7.33	9.39	5.28	2.35					
	S D	0.97	1.08	0.82	0.35	0.70	0.90	0.79	1.52	1.01	1.33	0.68					

Ⓐ : mean and standard deviation Ⓑ : Age years

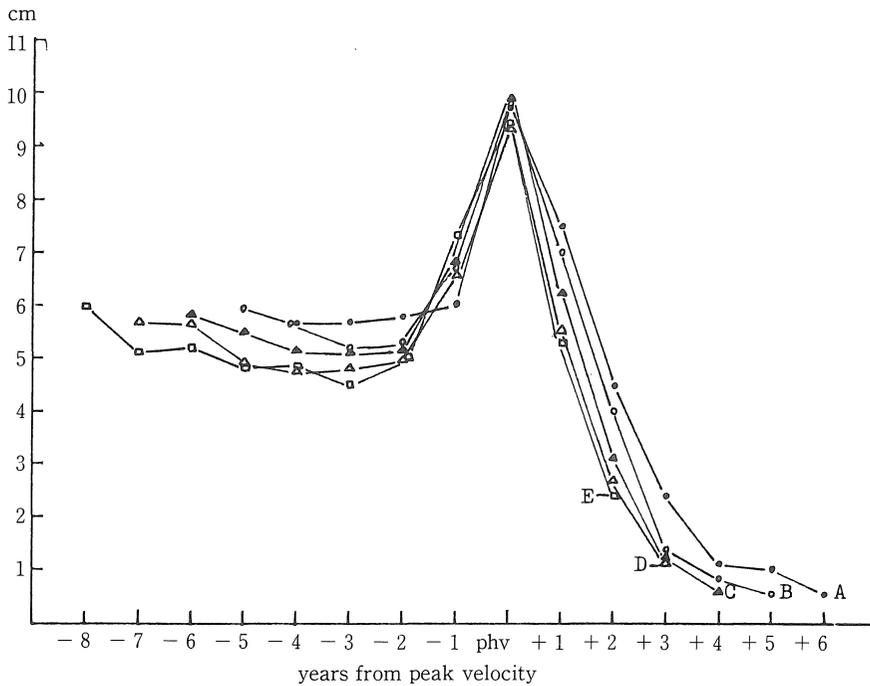


Fig. 2. Group mean velocities all plotted according to their peak height velocity.

のことは早熟のものほど最終身長が低くなり、晩熟のものは高くなる傾向にあるということで、前者においては Tanner, Stone⁹⁾等も指摘していることだが、後者については明らかなることは分からない。いずれにせよ現量値においてそれほど大きな差がでているわけでもないため、明確な結論は差し控えたい。

2) velocity curve の特徴について

Table 3 は PHV 年令別グループの年間発育速度量を6才から17才まで表わしたもののだが、この表をみても分かるように、5グループ間における発育速度量にそれほ

ど顕著な差異は示されていない。ただ Peak をむかえる年令により、Peak の前後の発育速度量に多少の変化があることは示されている。

次に、Fig 2 は Table 3 の発育速度量をもとに、PHV 年令を5グループともそろえて表わしたグラフであるが、このグラフには呉⁷⁾、深山⁹⁾等が指摘している2相性現象を示すグループは現われていない。したがって呉⁷⁾等の資料からすれば1相性のパターンを示すグループとして理解することができる。そこで1相性のパターンをとる velocity curve の特徴について検討を加えることに

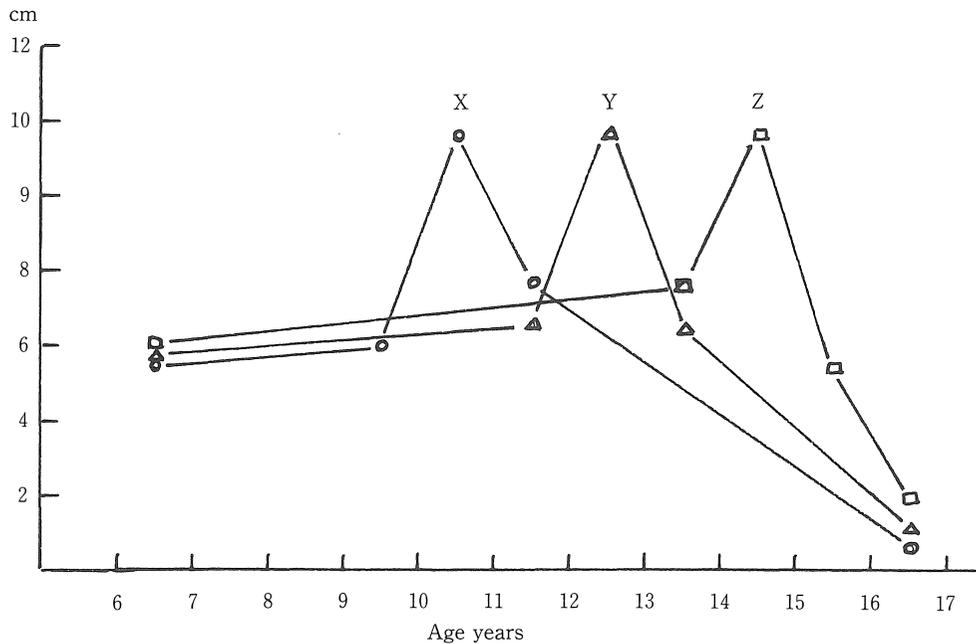


Fig. 3. Hypothetical velocity curves.

すると、今回の資料の中で、PHV 年令10才、12才、14才をそれぞれ便宜的にX、Y、Zと相対し、その発育速度量を、初め、終り、及びPeakの前後の数値を大まかにプロットして描いたものがFig 3である。この図をよくみるとPeak前後の発育速度量の様相がYを中心にX、Zが対称的になっていることが分かる。これはYについては、Peak前と後では発育速度量はほぼ同じであるのに対し、XはPeak前よりPeak後の方が速度量が大きくなっており、Zは全くその逆をとっている。つまりこのことは1相性のパターンを示すタイプの中でも、X、Y、Zのような3つのタイプにvelocity curveを分類することが可能であると理解される。さらに加えて言えば、Zは晩熟タイプ、Yは普通タイプ、Xはやや早熟タイプと分けることができよう。

3. PHV 年令と adolescent growth spurt 時期の発育量

Table 4 は PHV 年令別グループの adolescent growth spurt 時期の5年間、つまり PHV+1 年と PHV-3 年間の発育量を示したものであるが、これによると PHV 年令が早いグループほどこの時期の発育量が大きい傾向を示している。この傾向は分散分析からも有意差が認められており、さらに PHV 年令との単純相関においても負の有意性が認められ明白なものである。それに呉⁷⁾等の資料からもこの傾向は指摘されており、したがって早熟のグループほど adolescent growth spurt 時期の発育量が大きいことが推測されよう。

Table 4. A comparison of growth amount during the adolescent growth spurt for PHV groups.

PHV age	(N=231)		
	N.S.	mean	SD
A (10)	16	34.6	3.83
B (11)	59	33.8	2.65
C (12)	90	32.8	5.56
D (13)	55	31.2	2.52
E (14)	11	31.5	1.73

ところでこのことについて呉⁷⁾等は何も言及していないが、特に、今回試みた早熟、普通、晩熟タイプの仮説 velocity curve の特徴から解釈すれば、adolescent growth spurt 時期では、Peak 時の発育量は3タイプとも変化はないが、Peak 時期の前と後でその発育量が早熟、普通、晩熟と前の発育量の増加度より後の減少度の方が大であることが示されている。そこで adolescent growth spurt 時期の発育量を PHV-3 年だけの4年間にしてみると、PHV 年令10才から14才までちなみに27.1、27.0、26.8、25.7、26.2となり、PHV+1 年を加えた場合より発育量の差が極めて少なくなっていることが分かる。したがってこのようなことから、adolescent growth spurt 時期の発育量が早熟のものほど大であることはPeak後の発育量の増減に大きく関係していると考えられる。

結 論

本研究は男子高校生231名を対象に、健康診断表の追跡調査を行ない、1973年から1984年までの12年間の身長縦断的資料を用いて、身長発育のパターンについて検討を試みた結果、次のような結論を得た。

1) PHV 年令別グループの表出頻度については、今回5グループが類別され、平均 PHV 年令は11.94才であった。そしてこの値を韓国人資料と比較してみると、やや早熟の傾向にあることが示された。

2) PHV 年令別グループの発育パターン

(1) distance curve の特徴は、早熟のグループは思春期頃までは身長は高くランクされて、最終身長では低くランクされているが、晩熟のグループではその逆になっていることが認められた。

(2) velocity curve の特徴については、今回の資料からはすべて1相性のパターンを示しているが、その中でも早熟、普通、晩熟のタイプとそのパターンを分類することが可能であった。

3) 早い時期に PHV をむかえたグループほど adolescent growth spurt 時期の発育量が大きであった。

参考文献

- 1) Shuttleworth, F. K.: Sexual maturation and physical growth of girls ages six to nineteen, Monogr. Soc. Res. Child Developm, 2-5: 253, 1937.
- 2) Tanner, J. M., Whitehouse, R. H. and Takaishi, M.,: Standard from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity; British children, 1965: Arch. Dis. in childhood, 41-219: 454-471, 41-220: 613-635, 1966.
- 3) 高石昌弘, 大森世都子他: 思春期身体発育のパターンに関する研究, 第1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, 26-2: 57-63, 1968.
- 4) 高石昌弘, 大森世都子他: 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令について, 小児保健研究, 26-6: 280-285, 1969.
- 5) 高石昌弘, 大森世都子他: 思春期身体発育のパターンに関する研究, 第3報 身長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, 29-6: 259-263, 1971.
- 6) 猪飼道夫, 高石昌弘: 身体発達と教育, 教育学叢書 19, 第一法規出版, 1967.
- 7) 呉萬元, 松浦義行: 身長発育速度曲線のパターンの検討, 一韓国青少年の縦断データによる一, 体育学研究, 28-3: 251-260, 1983.
- 8) Tanner, J. M.: Growth at Adolescent, 2nd ed, Blackwell, 115, 1962.
- 9) 深山智代, 杉原美子: 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個体差, 日本女子体育大学紀要, 10: 35-43, 1980.

(受理 昭和60年1月30日)