個人発育からみた身長、体重の最大発育年齢の出現順について

佐竹 隆¹⁾・菊田文夫²⁾・尾崎 公¹⁾

- 1) 日本大学松戸歯学部解剖学教室
2) 大妻女子大学人間生活科学研究所

要約 縦断的発育研究は、個人の発育の変化を明らかにしようとするものであるが、その主旨にそった解析となると十分に行われているとはいえない。そこで、各個人の発育の特長を明らかにすべく、身長、体重について年2回、6年間にわたる男子16名、女子21名の縦断的な計測値を基に、個人ごとに各形質の発育曲線をスプライン関数を用いて描き、その発育曲線から最大発育年齢を求め、身長、体重の最大発育年齢の出現順序(sequence)を決め、横断的な発育の結果と比較検討した。

sequence を横断的な発育の観点からみていくと、従来の結果と同様、身長、体重の順である。しかし、縦断的な発育の観点から個人的にみていくと、体重、身長の順で出現する者が、男子で25%、女子で14%存在し、身長、体重といった身体発育の代表的な形質にも、最大発育速度の出現順序に個体変異のあることが明らかになった。

キーワード 身長 体重 最大発育年齢 縦断的発育研究

緒 言

思春期における身長、体重の発育は、平均発育の立場からみると、伸長期、充実期の順にしたがって発育が進むとされおり、最大発育年齢(age at peak velocity)は、身長、体重の順で出現するという(TANNER, 1962; 木村, 1979; 高石, 1981)。しかしながら、思春期の発育の個体変異の多いことについては、多くの著書でふれられている(TANNER, 1962, 1978; VAUGHAN and McKAY, 1975; 木村, 1979; 高石, 1981)とされており、身体各部の骨の長径や幅径の発育は個人によってその最大発育年齢の出現順に個体変異のあることを ROCHE (1974) や CAMERON ら (1982) は指摘している。

身長や体重のような質の異なる形質の最大発

育年齢の出現順にも個体変異のあることは当然予想される。にもかかわらず、実際にこの種の問題に関して個人発育の観点から論じたものはなく、その出現順の個体変異については明らかにされていない。そこで今回、個人発育における最大発育年齢の出現順序を明らかにし、平均発育との関係や個体変異について検討を加えた。

資料と方法

資料は、神奈川県農林地域の9歳から15歳にいたる、男子16名、女子21名合計37名の春(5月)秋(10月ないしは11月)年2回6年間の身長、体重の縦断的調査資料によるものである。

各個人ごとに、生年月日と、計測年月日から、それぞれ、decimal age を算出し、スプライン関数(CLINE, 1974)を用いて発育曲線を描い

た。発育速度曲線は求めたスプライン関数を直接微分して算出し，最大発育速度（peak velocity：以下 PV とする），最大発育年齢（age at peak velocity：以下 APV とする）を算出し，各個人ごとに身長と体重の APV の出現順（以下 sequence とする）を決定した。また平均発育の観点から，各年齢段階での現量値，APV，PV の基本統計量の算出と APV，PV 間での相関分析を行った。

スプライン関数の計算はプログラム・パッケージ（MCARTHUR, 1981a, 1981b）を用いて，東大大型計算機センターで行った。

結 果

Fig. 1 はスプライン関数を用いて描いた発育曲線とそれに基く発育速度曲線とである。Table 1 は男子16名，女子21名のすべてがそう，10.5歳から0.5歳間隔で14.5歳までのスプ

Fig. 1. Growth and velocity curves by using Spline under tension.

Table 1. Mean, SD, CV and range of height and weight

Variable	Years of age	Boys (n=16)				Girls (n=21)			
		Mean	SD	CV	Range	Mean	SD	CV	Range
Height (cm)	10.5	136.4	7.5	5.5	124.0-150.5	133.7	5.4	4.0	124.7-146.8
	11.0	139.3	7.9	5.7	125.2-153.3	136.8	5.8	4.2	127.0-150.5
	11.5	142.2	8.6	6.0	126.6-158.0	140.2	6.0	4.3	129.7-153.4
	12.0	145.8	8.9	6.1	129.3-162.3	143.1	5.8	4.1	133.5-154.4
	12.5	149.7	9.3	6.2	131.5-165.3	145.8	5.6	3.8	136.4-157.1
	13.0	153.3	10.0	6.5	132.0-170.8	148.4	5.1	3.4	138.4-159.3
	13.5	156.7	9.9	6.3	135.7-174.9	150.6	4.7	3.1	140.1-159.7
	14.0	160.2	9.3	5.8	139.8-177.5	151.9	4.6	3.0	141.7-161.4
Weight (kg)	14.5	162.3	9.1	5.6	141.5-179.7	153.0	4.6	3.0	143.8-162.8
	10.5	30.1	4.8	15.9	22.7- 41.4	28.7	3.9	13.6	21.7- 39.0
	11.0	31.8	5.1	16.0	24.1- 43.9	30.6	4.6	15.0	23.7- 42.5
	11.5	33.5	5.5	16.4	24.3- 46.9	32.5	5.5	16.9	23.9- 46.4
	12.0	35.9	6.0	16.7	25.5- 51.2	34.8	5.9	17.0	24.8- 48.7
	12.5	38.5	6.5	16.9	27.2- 54.3	37.3	6.1	16.4	27.1- 50.1
	13.0	41.7	7.5	18.0	28.5- 58.0	39.7	6.1	15.4	28.8- 51.4
	13.5	44.8	8.3	18.5	29.0- 60.4	41.9	6.2	14.8	30.6- 54.7
	14.0	47.8	8.6	18.0	30.5- 62.7	44.0	5.9	13.4	33.7- 55.1
	14.5	50.4	8.9	17.7	32.1- 64.3	45.7	5.8	12.7	35.9- 55.6

Table 2. Mean, SD, CV and range of age at peak velocity (APV) and peak velocity (PV) of height and weight

Variable	Boys (n=16)				Girls (n=21)				Sex difference
	Mean	SD	CV	Range	Mean	SD	CV	Range	
Height									
APV (yrs.)	12.6	1.4	11.1	9.2-14.6	11.5	1.4	12.2	9.4-15.4	*
PV (cm/yr)	11.9	1.8	15.1	7.8-14.8	10.2	1.9	18.6	7.3-15.9	*
Weight									
APV (yrs.)	13.6	1.1	8.0	11.6-15.3	12.6	1.4	11.1	10.2-15.2	*
PV (kg/yr.)	10.4	2.4	23.1	6.4-16.5	8.0	1.8	22.5	4.4-11.0	**

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ **Fig. 2.** Comparison of CVs between height, weight, age at peak height velocity (APHV) and age at peak weight velocity (APWV). Range of CV at each age given in Table 1 is shown for height and weight.

ライン関数より求めた現量値の統計量である。平均値について現量値は各年齢段階において、身長，体重ともに男子の値が大きい。CV（変異係数）についても，各年齢段階では男子の値が大きく，男女いずれも，体重のCVが大きい。CVが最も大きいのは，身長では男子13.0歳，女子11.5歳，体重は男子13.5歳，女子12.0歳である。

Table 2 は APV, PV の統計量である。APV は身長，体重ともに男子が女子よりも大であり，男女間で約1年の差がある。また，男女とも身長は体重より約1年早く，男子 ($p < 0.05$)，女子 ($p < 0.01$) とともに平均値間に有意差があった。

Table 1 の現量値の CV と，Table 2 の APV の CV をまとめた Fig. 2 から，CV の大小関係をみると，現量値では身長，体重ともに男子が女子より大きい傾向であり，男女いず

れも体重が身長より大きい。一方，APV では身長，体重ともに女子が大きく，男女いずれも身長が体重より大きい。

身長，体重の APV, PV 間での相関分析のため散布図を描いたところ，被験児 No. 4 は著しく他から外れていた。したがって相関分析では No. 4 を除外して計算を行った。その結果 (Table 3) 身長，体重の APV 間では，男女ともに有意な相関 ($p < 0.01$) があり，PV 間では男女ともに有意な相関はなかった。また，APV と PV 間の相関については，身長では女子で有意な負の相関 ($p < 0.01$) が，体重では男子で有意な負の相関 ($p < 0.05$) があった。

個人発育の観点から，個人別に身長，体重の APV と平均値の値をプロットしたのが Fig. 3, 4 である。これらの図から，身長，体重の APV の sequence に関して，身長，体重の順 (I 型) の者と，体重，身長の順 (II 型) の者

Fig. 3. Sequence of age at peak height velocity (APHV) and age at peak weight velocity (APWV) for each of boys observed.

Table 3. Correlation matrix of age at peak velocity (APV) and peak velocity (PV) of height and weight.

	APHV	APWV	PHV	PWV
(Girls, n=21)				
APHV		.67**	-.56**	-.32
APWV	.77**		-.36	-.22
PHV	-.20	-.17		.23
PWV	-.19	-.49*	-.16	
(Boys, n=15)				

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ APHV: Age at Peak Height Velocity, PHV: Peak Height Velocity, APWV: Age at Peak Weight Velocity, PWV: Peak Weight Velocity

が認められ、Ⅰ型の sequence の者は、男子 75.0%，女子85.7%，Ⅱ型の sequence の者は、男子25.0%，女子14.3%であった (Table 4)。なお、Ⅰ型、Ⅱ型の sequence の出現率に有意な男女差はみられなかった ($p > 0.05$)。

考 察

縦断調査による発育研究の意義は、各個人の発育の変化を捕らえ、発育の個性を認識することである (船川, 1986) とされる。すなわち、

Fig. 4. Sequence of age at peak height velocity (APHV) and age at peak weight velocity (APWV) for each of girls observed.

Table 4. Percentage of sample exhibiting two type of sequence

	Type I	Type II	Total
	APHV-APWV	APWV-APHV	
Boys	75.0% (12)	25.0% (4)	(16)
Girls	85.7% (18)	14.3% (3)	(21)
Total	81.0% (30)	18.9% (7)	(37)

APHV: Age at Peak Height Velocity
APWV: Age at Peak Weight Velocity

縦断研究は理論的には，個人の計測値から個人の特性を明らかにし，個人発育の変異をつまび

らかにし，次に，各個人に共通した発育現象を明らかにしていくことである。縦断的研究結果と横断的研究結果との間に大きな相違の見られることがある。例えば，縦断的研究によって平均発育では不明瞭であった最大発育年齢に個体差のあることが明らかになり，phase difference effect (TANNER *et al.*, 1966a, b) といった現象が明らかになったのは良い例である。しかし，縦断資料ではあっても，個人に重点を置いた報告となると圧倒的に少ない。このことは縦断調査資料が容易に得られにくいこととともに解析の困難さがうかがえるところである。

今回はこういった縦断的研究の主旨にそって、個人の身長、体重の APV の出現順序(sequence)の個体変異を明らかにしようとした。

発達速度曲線や APV に関する縦断調査資料に基づく先行研究の結果、おおよそ各個人には発育のピークのあることや、APV をそろえると、各人が類似した発達速度曲線を示すこと(TANNER *et al.*, 1966a, b) 等が明らかにされている。APV の sequence に関しては、平均値に基づくものはあるが、個人内での sequence について言及した報告はない。

APV は思春期発育の様相を数量的に表す上では代表的なパラメータで、発育の進行が急激なものから穏やかなものに移行する変曲点の年齢であり、さらに、各形質の APV の順序である sequence は APV の距離尺度を序数尺度に変換して情報を減じてはいるが、その順序の意味するところは個体内でのホルモンや他の要因の動態(TOGO and TOGO, 1988)の総和として生じた結果の表現型と考えられ重要な意味をもつと考えられる。

APV を求めるために、まず発育曲線を描くことになるが、発育曲線の当てはめについては、TANNER *et al.* (1966a, b) の作図法、Gompertz 曲線(COUNT, 1943; DEMING, 1957 など以後多数)、あるいはスプライン関数(LARGO *et al.*, 1978; BERKEY *et al.*, 1983)を用いたもの、その他の方法によるものまで(例えば Kernel estimation [GASSER, *et al.*, 1984])枚挙にいとまがない。

今回発育曲線の当てはめには、スプライン関数を用いた。スプライン関数は、定義域をいくつかの節点で区切り、区切られた小区間内では異なった多項式曲線で定義され、節点の位置、節点を通るかどうか、あるいは用いる関数の種類などによって多くの種類があり(桜井, 1981)、単一の多項式と比べるとはるかによい近似関数を与える。

しかし、ある種のデータを補間する場合には、

多項式スプラインでも振動を起すことがある。この問題を解決するためにいくつかの方法が考えられており(市田・吉本, 1981)、本研究ではそのなかの一つである、Spline under tension法(SCHWEIKERT, 1966; CLINE, 1974a, b)を用いた。このスプライン関数は、節点のふくらみが少なく、各点を通るスムーズな曲線の引けることが特徴である(Fig. 1)。今回はデータ数がパラメータの数に比べて十分に多くないので(市田・吉本, 1981)平滑化は行なわずに、計測値を節点とし曲線の「たるみ」ができるだけ起こらないように、すべての計測値を通ることを条件としてパラメータを決定した。

しかしながら発育曲線の当てはめの方法の違いにより、APV, PV ともかなりの変化のあることが知られており(GASSER *et al.*, 1985)、本研究では、とくに APV の順序についてのものであり、従来の方法によって発育増加量を算出し、スプライン関数による結果と比較してみた。すなわち、計測回数が12回であるので、各計測間11区間について計測値間の差を求め発育増加量とし、増加量の最も大きい区間を求め、身長、体重の増加量の最も大きい区間の出現順を比較してみると、男子では No. 2, 12 で身長、体重が同じ区間で見られ、No. 8, 14 で体重、身長の順(Ⅱ型 sequence)、他はすべて身長、体重の順(Ⅰ型 sequence)であり、女子では No. 20, 30, 36 はいずれもⅡ型 sequence で他はすべてⅠ型 sequence であり、スプライン関数による結果と同様の結果を得た。

なお、計測回数や計測間隔によっても、発育曲線は大きく変化し、TOGO and TOGO(1982)が示す様に、計測間隔を1ヶ月おきにすると、発育曲線はスムーズな曲線ではなく波動を描くといった報告などがあり、用いた曲線、計測回数、計測間隔によって結果の限定されること(東郷, 1987)は避け難い。

平均発育に関して、身長、体重の APV については、FRISCH and REVELLE (1969)による

と、身長は男子14.0歳、女子11.8歳、体重は男子14.1歳、女子12.1歳。MARSHALL and TANNER (1969, 1970)によると、身長は男子14.1歳、女子12.1歳、体重は男子14.3歳、女子12.9歳。身長に関して、TANNER *et al.* (1976)によると、男子13.9歳、女子11.9歳。LARGO *et al.* (1978)によると、男子13.9歳、女子12.2歳。GASSER *et al.* (1984)によると、男子13.9歳、女子12.2歳と報告している。また、日本人に関して、高石ら (1968, 1969) の作図法による結果は、身長は男子13.4歳、女子11.5歳でその差は1.9歳、体重は男子13.6歳、女子12.0歳でその差は1.6歳と報告している。

本研究の結果では、身長は男子12.6歳、女子11.5歳でその差は1.1歳、体重は男子13.6歳、女子12.6歳でその差は1歳である。これを高石ら (1968, 1969) の結果と比較すると、身長、体重ともに女子のAPVが早く出現し、その差は身長でわずかに大きい。身長、体重のAPVの間隔については報告者によって異なる。それは、前にも述べたように、曲線の当てはめの方法の違いや、地域差や人種差、年代差といったものが反映していることが考えられよう。

相関分析の結果に関して、有意な相関のみられたのは、APWVとPWV間では、男子に負の相関が、APHV、PHV間では、女子に負の相関がみられた。TANNEE *et al.* (1976) はAPHV、PHVの相関については、男子 -0.50 ($p<0.01$)、女子 -0.29 と男子で有意な負の相関を、LARGO *et al.* (1978) は、男子 -0.36 、女子も -0.36 と男女同じ値であることを報告している。本研究では、APHV、APWV間では男女とも正の有意な相関があり、身長と体重のAPV間には線形の関係のあることと、男女

とも類似した傾向のあることが示唆された。APVの平均値と、相関分析の結果から、本研究の資料は平均発育については従来の成績とおおむね同様な発育傾向を示しており、sequenceは身長、体重の順である。

次に個人発育についてみていくと、平均値によるsequence (I型) と逆のsequence (II型) すなわち、体重、身長でAPVの出現する者が男子で1/4、女子で1/7程度存在することが明らかとなり、sequenceに個体変異のあることが認められる。LINDGREN (1978) は、平均発育の観点から、身長、体重のAPVについて、男子のlate maturer についてのみ0.1年の間隔でsequenceの逆転していることを報告している。本研究では、特にlate maturer ということで逆転している傾向は見られなかったが、LINDGREN (1978) 同様、男子で逆のsequence (II型) の多い傾向の見られることはみのがせない。

TANNER (1962) は各形質のAPVの出現順について、一定の順序のあることを示唆し、MARSHAL (1978) は生れつき、maturing gradient といったものが存在することを予想し、蒲生 (1969) は成人になるまでの発育は波状的であり、著しい伸長期は著しい充実期と交代するとし、ヒトの各形質のAPV出現順序の一定していることを示唆している。しかし、これらのことは平均値による考察であり、各個人の変異についてまでは考慮されていない。今回の結果は、平均発育においては、TANNER (1962) や MARSHAL (1978) と一致する。しかし、各個人をみると身長、体重といった形質にもsequenceに個体変異が存在する。

これら逆sequence (II型) の者が存在することについては、まず、sequenceが先天的に決定している可能性や、深山と杉原 (1980) らの女子の縦断的調査による、身長の思春期における著しい発育増加の時期 (APV) の認められない者や、思春期以前にAPVの出現する者が

存在するといった報告から、逆 sequence の者は本資料の年齢範囲以前、すなわち 9 歳以前に身長 APV が出現した可能性が考えられる。

次に、本資料の年齢範囲に限定して、CV の大きさから考えてみると、CV の大きさからおおよそ、各形質の個体変異の様相が予測できる。すなわち、CV の大きい形質は個体変異が大きく、各形質の CV の大小関係 (Fig. 2) をみると、男女とも身長の現量値で最も小さく、つぎに体重、身長の APV、最後に体重の現量値の順に大きく、したがってこの順で個体変異の大きいことが予測できる。体重の発育は波動が多く個体差が大きいにもかかわらず、APV の個体変異が身長より小さいのは注目されるところである。

個体変異の成因は、大きく遺伝因子と環境因子の二つが考えられ、各形質によって個体変異を形成するこれら二要因の影響する割合は異なると考えられている (ドブジャンスキー, 1968; 田中, 1976; 松永, 1984; 猪ら, 1987)。また、一方遺伝因子、環境因子の関与する割合といったことより、どちらか一方が無関係な表現型などなく、すべての表現型は現実の環境に出あうことによって立ち現れる (スターン, 1976) といった立場もあり、CV だけではとうてい個体変異の成因は明きらかにならない。しかし、身長は環境因子の影響が少なく (保志, 1988)、遺伝因子の影響を強く受けて (五十嵐, 1987)、一方体重は環境因子の影響を受けやすい (五十嵐, 1987; 保志, 1988) といったことや、CV の小さいことはどちらか一方の影響の強いことが予想される (増山, 1981) といったことから、身長の現量値の個体差の小さいことは環境因子の影響の少ないことが、体重の個体差の大きいことは、対象の年齢層が運動量の多い時であり、また審美眼にかなった体型を意識する時でもあり、運動や心理的要因や食事の制限等の環境因子の影響を反映していることが十分考えられる。

APV に関して身長と体重の CV は、現量値

とは逆に身長が体重より大きい。遺伝因子は最終発育を強く規定するが、環境因子は発育の過程に影響を与える (若生ら, 1976; 中山, 1985) といったことから、環境因子の影響が現量値と APV で異なることが示唆され、身長の APV は現量値より環境因子の影響を受け易く、体重については逆のこと、すなわち現量値が APV より環境因子の影響を受け易いといったことが考えられ、これらのことから逆 sequence の生じる可能性も考えられる。

APV についての従来の研究は、平均発育の観点からのものが圧倒的であり、各形質間での sequence は定まっていると仮定するものが多く、逆 sequence についての考察は圧倒的に少ない。本研究においても、身長、体重の APV の平均値間には約 1 年の間隔があり、男女とも 5 % 水準未満で有意差が見られ、平均発育の観点から sequence は身長、体重の順であると判断される。しかし、有意水準は 5 % でありその 5 % に含まれる事例について注目することが、ある意味で縦断的研究の重要なところである (東郷, 1987) と考えた。

思春期における sequence は発育途中の出来事であって、加齢とともにいろいろな要因の影響を受けながら形成されていくものと考えられる。この sequence の形成の問題は、発育の個性の成因の究明といった興味引かれる問題につながるものである。

謝 辞

稿を終えるに当たり、貴重な資料の提供と御助言を賜った、元東京大学船川幡夫教授、国立公衆衛生院高石昌弘院長、個人発育について御教示と御助言を賜った東京大学東郷正美教授、御討論いただいた日本大学金沢英作博士に深甚の謝意を表す。

文 献

BERKEY, C.S., R.B. REED and I. VALADIAN, 1983: Midgrowth spurt in height of Boston

- children. *Annals of Human Biology*, 10: 25-30.
- CAMERON, N., J. M. TANNER and R. H. WHITEHOUSE, 1982: A longitudinal analysis of the growth of limb segments in adolescence. *Annals of Human Biology*, 9: 211-220.
- CLINE, A., 1974a: Scalar and planar-valued curve fitting using spline under tension. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 17: 218-220.
- CLINE, A. K., 1974b: Six subprograms for curve fitting using spline under tension. *Communication of the Association for Computing Machinery*, 17: 220-223.
- COUNT, E. W., 1943: Growth patterns of the physique: An approach to kinetic anthropometry. Part 1. *Human Biology*, 15: 1-32.
- DEMING, J., 1957: Application of the gompertz curves to the observed pattern of growth in length of 48 individual boys and girls during the adolescent cycle of growth. *Human Biology*, 29: 83-122.
- ドブジャンスキー, T. (杉野義信・杉野奈保野訳), 1968: 遺伝と人間, 岩波書店, 東京, pp. 59-62.
- FRISCH, R. E. and R. REVELLE, 1969: The height and weight of adolescent boys and girls at the time of peak velocity of growth in height and weight: Longitudinal data. *Human Biology*, 41: 536-559.
- 船川幡夫, 1986: 集から個の小児保健, 小児保健研究, 145: 311.
- 蒲生逸夫, 1969: 小児科学 (訂正第3版), 南山堂, 東京, pp. 1-7.
- GASSER, T., 1985: An analysis of the mid-growth and adolescent spurts of height based on acceleration. *Annals of Human Biology*, 12: 129-148.
- GASSER, T., W. KÖHLER, H.-G. MÜLLER and A. KNEIP, 1984: Velocity and acceleration of height growth using kernel estimation, *Annals of Human Biology*, 11: 397-411.
- 保志 宏, 1988: ヒトの成長と老化, てらべいあ, 東京, pp. 161-162.
- 五十嵐良雄, 1987: 小児科学 (小林登・鴨下重彦編), 医学書院, 東京, pp. 41-42.
- 猪 貴義・後藤信男・星野忠彦・佐藤 博, 1987: 動物の成長と発育, 朝倉書店, 東京, pp. 175-193.
- 市田浩三・吉本富士市, 1981: スプライン関数とその応用, 教育出版, 東京, pp. 74-114.
- 木村邦彦, 1979: 人類学講座 8, 成長, 雄山閣出版, pp. 84-87.
- LARGO, R. H., T. GASSER, A. PRADER, W. STUETZLE and J. P. HUBER, 1978: Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline function. *Annals of Human Biology*, 5: 421-434.
- LINDGREN, G., 1978: Growth of schoolchildren with early, average and late ages of peak height velocity. *Annals of Human Biology*, 5: 253-267.
- MARSHALL, W. A. and J. M. TANNER, 1969: Variation in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch. Dis. Child.*, 44: 291-303.
- MARSHALL, W. A. and J. M. TANNER, 1970: Variation in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Child.*, 45: 13-23.
- MARSHALL, W. A., 1978: Postnatal growth, In: *Human Growth 2*. (Falkner, F. and J. M. Tanner eds.), Plenum Press, New York, p. 143.
- 増山元三郎, 1981: 前期身長増加曲線の線型化と身長の変動係数, 厚生 の指標, 28: 19-25.
- 松永 英, 1984: 遺伝と人間, 培風館, 東京, pp. 39-41.
- MCARTHUR, G. R., 1981a: The system plot package, National Center for Atmospheric Research, Colorado.
- MCARTHUR, G. R., 1981b: The SCD graphics utilities, National Center for Atmospheric Research, Colorado.
- 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個体差, 日本女子体育大学紀要, 10: 36-43.
- 中山健太郎, 1985: 小児科学 (第5版), 文光堂, 東京, pp. 21-22.
- ROCHE, A. F., 1974: Differential timing of maximum length increments among bones within individuals. *Human Biology*, 46: 145-157.
- 桜井 明, 1981: スプライン関数入門, 東京電気大学出版社, 東京.
- SCHWEIKERT, D. G., 1966: An interpolation curve using a spline in tension. *J. Math. Physics*. 45: 312-317.
- スターン, C. (田中克己・徳永千代子・安田徳一・戸張敏夫訳), 1976: 人類遺伝学, 岩波書店, 東京, p. 476.
- 高石昌弘・樋口 満・小島武次, 1981: からだの発達, 大修館書店, 東京, pp. 84-85.
- 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, 男子の身体発育速度について, 小児保健研究, 26: 57-63.
- 高石昌弘・大森世都子・宮部黎子・岩本幸男, 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 および 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.
- 田中克己, 1976: 基礎人類遺伝学, 裳華房, 東京, pp. 148-153.
- TANNER, J.M., 1962: Growth at Adolescence, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 12-14.
- TANNER, J.M., 1978: Foetus into Man. Open Books, London, p. 85
- TANNER, J.M., R.H. WHITEHOUSE and M. TAKAISHI, 1966a: Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children, 1965 Part I, Arch. Dis. Child., 1966, 41: 454-471.
- TANNER, J.M., R.H. WHITEHOUSE and M. TAKAISHI, 1966b: Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children, 1965 Part II. Arch. Dis. Child., 1966, 41: 613-635.
- TANNER, J.M., R.H. WHITEHOUSE, E. MARUBINI and L.F. RESELE, 1976: The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study, Annals of Human Biology, 3: 109-126.
- 東郷正美, 1987: 月次データの時系列解析による発育の研究—もう一つの発育学, 学校保健研究, 29 (Suppl.): 41-44.
- TOGO, M. and T. TOGO, 1982: Time-series analysis of stature and body weight in five siblings. Annals of Human Biology, 9: 425-440.
- TOGO, M. and T. TOGO, 1988: Initiation time of adolescent growth spurt estimated by a certain trough in time-series analysis of monthly anthropometric and urinalysis data in five siblings Human Biology, 60: 223-235
- VAUGHAN, V.C. and R.J. MCKAY, 1975: Nelson Textbook of Pediatrics, W.B. Saunders, Philadelphia, p. 27.
- 若生 宏・泉 幸雄・多田啓也, 1976: 現代の小児科学, 改定第3版, 金原出版, pp. 23-32

Summary

Variation in Sequences of Age at Peak Height Velocity and Age at Peak Weight Velocity

Takashi SATAKE¹⁾, Fumio KIKUTA²⁾
and Tadashi OZAKI¹⁾

1) *Department of Anatomy, Nihon University School
of Dentistry at Matsudo*

2) *Institute of Human Living Sciences, Otsuma Women's
University*

As for the adolescent growth of height and weight from the cross sectional growth studies, age at peak height velocity (APHV) generally comes earlier than age at peak weight velocity (APWV) in both sexes. The longitudinal data on the individual growth was examined on 16 boys and 21 girls. Peak velocities and ages at peak velocity were calculated by differentiating spline functions by which the growth curves were approximated. APHV and APWV were chronologically arranged in each individual. This arrangement was named 'sequence' in

this study.

The mean values of APHV were 12.6 years of age in boys and 11.5 years of age in girls and those of APWV were 13.6 years of age in boys and 12.6 years of age in girls. Thus, on an average, the sequence was APHV and APWV in order as reported by many authors. Approximately 20% of children examined, however, had a reversed sequence where APWV came earlier than APHV. It was suggested that growth gradient of physical characteristics had a individual variation.

佐 竹 隆

日本大学松戸歯学部解剖学教室
〒271 千葉県松戸市栄町西 2-870-1

Takashi SATAKE

Department of Anatomy, Nihon University School
of Dentistry at Matsudo.
2-870-1, Sakaecho Nishi, Matsudo, Chiba 271, Japan