Growth Curves of Body Weight and Their Relationship to Sexual Maturity in Laboratory-bred Male African Green Monkeys (*Cercopithecus aethiops*)

Akio HIYAOKA, Takashi YOSHIDA*, Fumiaki CHO*, and Nobuo GOTO**

*The Corporation for Production and Research of Laboratory Primates, Hachimandai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, *Tsukuba Primate Center for Medical Science, The National Institute of Health, Hachimandai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, and **Laboratory of Animal Breeding, Faculty of Agriculture, Kobe University, Nada-ku, Kobe-shi, Hyogo 657, Japan*

(Received 14 November 1989/Accepted 4 April 1990)

Nonlinear growth models having a three-or four-parameter family were applied to individual body weight data of 5 male African green monkeys for estimating their growth patterns. Body weight was measured from birth to six years of age and 58 to 114 data items per monkey were collected. The average body weight at birth was 360g with the standard deviation of ± 25 g, 4.54 ± 0.29 kg at five years of age, and 4.50 ± 0.12 kg at six years of age at which point body weight was judged to have reached a plateau. Five growth models (Gompertz, Logistic, Richards, Bertalanffy and Brody) were applied to the growth data in this study. As a result, two (Gompertz and Logistic) of the five models were found applicable to all data from the five monkeys. However, the coefficient of determination (R^2) obtained by application of the two models were not so large (0.919 ± 0.05 in Gompertz, 0.889 ± 0.01 in Logistic). Therefore the data were divided into two groups according to monkey age: the first group being from monkeys between birth and 2 years 10 months of age and the second group was from monkeys older than 2 years 10 months of age. The Gompertz model fitted best the data of the first group in four of the five animals ($R^2 = 0.982 \pm 0.011$). The age at the inflexion point in the Gompertz model nearly corresponded to the age of weaning. The Logistic model was most suitable for the data of the second group in all five animals ($R^2 = 0.955 \pm 0.038$). The age at inflexion point of the Logistic equation corresponded approximately with sexual maturation judged on the bases of changes in skin color of the face and scrotum, changes in testicular size and those in concentration of serum testosterone.

オスミドリザルの体重成長の特性と性成熟

冷岡 昭雄・吉田 高志*・長 文昭*・後藤 信男**

社団法人予防衛生協会

*国立予防衛生研究所筑波医学実験用霊長類センター

**神戸大学農学部家畜育種学教室

我々は、医学・生物学研究のための実験動物としてサル類の人工室内環境下での繁殖を実施している。そのように条件下で動物の健康を維持・管理するための指標として、体重変化や血液・血清生化学検査値などを用いる

ことが多い [17, 18]。

ところで、サル類の体重成長に関する報告は、すでにいくつかある [2, 11, 13, 16] が、それらはすべて横断的調査によるものである。一般に、動物の成長は個々の動物を幼齢時より成熟期まで継続的に観察した調査をもとに解析するのが最適である [7, 14]。しかし、このような縦断的な調査をおこなうことは、寿命が長く室内飼育の例が少ないサル類では極めて難しく、わずかにキヨロヒヒの体重成長を約8年間にわたって縦断的に調査した Glassman ら (1984) の報告 [6] および彼らの測定値に Logistic 式および Gompertz 式を適用した Shohoji and Sasaki (1985) の報告のみである [15]。筑波医学実験用霊長類センターではミドリザルについても室内飼育・繁殖に成功し、一定条件下で動物を長期間観察できるようになった。そこで、著者らは、メスミドリザルの体重の個成長に、成長モデル式である Gompertz 式を適用して詳細に解析し、成長の変曲点時期は雌の性成熟と密接な関係があることを認めた [8]。今回は、オスミドリザルの体重成長に最も良く適合する成長モデル式 [5, 12] について検討した。さらに、得られた式のパラメーターから算出される変曲点の位置と、動物の離乳 (母仔分離) 時期および性成熟期の指標である性皮の色調変化や精巣の大きさの変化および血中テストステロン濃度との関係について検討した。

材料と方法

動物は、筑波医学実験用霊長類センターで出生したオスミドリザル (*Cercopithecus aethiops*) 5 頭である。飼育環境は、当センターで大規模な繁殖を実施しているカニクイザルとおおむね同様である [9]。すなわち、動物は朝 5 時点灯、夜 7 時消灯の 1 日 14 時間照明、温度は $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度は $60 \pm 10\%$ 、換気回数は 12 回/時に設定された室内で飼育した。飼料は、1 頭あたり午前中にリンゴ、ミカン各 100 g、午後、オリエンタル社製サル用固型飼料 AS 型を 70 g 給餌した。出生後、約 15 週齢までは実母による哺育をおこない離乳後から約 1 歳齢までは、ほぼ同年齢の 2 頭を個別ケージ (高さ 60 cm × 横 40 cm × 奥行き 60 cm) で同居飼育した。その後は、個別ケージ 2 ～ 3 台からなる連結ケージで、2 ～ 6 頭の群飼育を実施した。約 4 歳齢からは 1 ケージ 1 頭で飼育した。

体重測定及び解析：体重は、午前 9 時 30 分から 11 時の間で、かつ給餌前に測定し、原則として生まれてから離乳するまでは週に 1 回、離乳後は週に 1 ないし 2 回、1 歳齢以上は月 1 回測定し、計 1 頭あたり 58 から 114 回、

6 歳齢まで実施した。その測定値に各個体毎に 5 種類の成長モデル式 (Logistic, Gompertz, Bertalanffy, Richards, Brody の式) の適用を試みた [5, 12]。実測値とモデル式との適合の程度は、決定係数の値 (R^2) およびモデル式から得られた体重の推定値と実測値との差で検討した。

性成熟期調査：性皮の色調変化は、毎日の外観観察により判定した。精巣の大きさは、陰のう上からノギスを用いて長径、短径および幅を外部から測定し相対容積を算出した [10]。また、体重 1 kg あたり 0.1 ml の塩酸ケタミン (ケタラルール 50, 三共) の筋肉内投与による麻酔下において、午前 10 時から 11 時の間に大腿部内側静脈から、採血もおこなった。採血は、5 頭の動物で延べ 25 回おこなった。育成個体の血中テストステロン濃度と比較する為に、当センターですでに繁殖活動を行っている野生由来成獣オス 14 頭からも採血をおこなった。採血後、 4°C 、3,000 rpm 15 分の遠心分離により、すみやかに血清を得た。血清はホルモン測定まで -20°C に保存した。血中テストステロン量の測定は、ラジオイムノアッセイ (テストステロン ‘栄研’, 栄研イムノケミカル研究所) によった。

成 績

1. 体重変化

5 頭の被検ザルの体重変化を Fig. 1 に示す。これら

Fig.1. Changes of body weight with age in five laboratory-bred male African green monkeys

Table 1. Nonlinear growth models with three-or four-parameters applied in the study

Model	Equation (Yt)	Mature size	Rate of maturation	Inflexion point (Y* , t*)
Gompertz	$Y_t = Ae^{-Be^{-Kt}}$	A	K	$e^{-1} \cdot A, \frac{\ln B}{K}$
Brody	$Y_t = A(1.0 - Be^{-Kt})$	A	K	— , —
Logistic	$Y_t = A(1.0 + Be^{-Kt})^{-1}$	A	K	$1/2 \cdot A, \frac{\ln B}{K}$
Bertalanffy	$Y_t = A(1.0 - Be^{-Kt})^3$	A	K	$8/27 \cdot A, \frac{\ln 3B}{K}$
Richards	$Y_t = A(1.0 - Be^{-Kt})^{1/(1-m)}$	A	K	$m^{1/(1-m)} \cdot A, \frac{\ln(B/1-m)}{K}$

Y* , t* : Y value at time of inflexion point t*

Table 2. Coefficient of determination obtained by applying each growth model to body weight data from monkeys between birth and 2 years and 10 months of age

Animal No.	Measurement	Model				
		Gompertz	Brody	Logistic	Bertalanffy	Richards
381002	77	0.977	0.303	0.267	—	—
381004	83	—*	—	0.957	—	—
381005	76	0.989	—	—	—	—
381008	34	0.993	—	0.906	—	—
381010	67	0.969	—	0.944	—	—

* : Not applicable

Table 3. Body weight and age at inflexion point obtained by Gompertz model and body weight and age at weaning in each monkey

Animal No.	At inflexion point		At weaning	
	Body weight (g)	Age (months)	Body weight (g)	Age (months)
381002	670	2.7	730	3.3
381004	—*	—	730	3.3
381005	796	4.2	700	3.3
381008	846	5.2	660	3.3
381010	748	4.9	670	3.8

* : Not applicable

5頭の体重の平均値と標準偏差は、出生時には 360 ± 25 g, 離乳時(3~4カ月齢)には 698 ± 33 g, 1歳齢では 1.55 ± 0.8 kgであった。2歳3カ月齢頃から体重増加率は、それ以前と比べ減少した。しかし、2歳10カ月

齢を越えるころから再び急激な増加率を示すようになった。4歳齢では 4.40 ± 0.23 kg, 5歳齢では 4.54 ± 0.29 kg, 6歳齢では 4.50 ± 0.12 kgであり、5歳齢頃にはほぼ一定の値を保つようになった。

Table 4. Coefficient of determination obtained by applying each growth model to body weight data from monkeys between 2 years and 10 months and 6 years of age

Animal No.	Measurement	Model				
		Gompertz	Brody	Logistic	Bertalanffy	Richards
381002	27	0.974	0.969	0.978	0.973	—*
381004	31	0.881	0.871	0.890	0.878	—
381005	31	0.975	0.970	0.978	0.974	—
381008	24	0.993	0.992	0.952	0.994	—
381010	33	0.976	0.971	0.979	0.974	—

* : Not applicable

Table 5. Mature size, body weight and age at inflexion point obtained by Logistic model in each monkey

Animal No.	Mature size (kg)	Body weight (kg) at inflexion point	Age in years at inflexion point
381002	4.62	3.91	4.2
381004	4.53	3.28	3.5
381005	5.13	3.71	3.7
381008	5.66	4.13	4.4
381010	4.86	3.35	3.5

2. 成長モデル式の適用

オスミドリザルの体重の実測値に成長モデル式を当てはめてその適合性を検討した。今回適用した成長モデル式を Table 1 に示した。さらに、それぞれの式のパラメーター、すなわち成熟値、成長速度およびこれから算出される変曲点の位置（Y座標、t座標）も示した。

2-1. 全測定期間

体重の全測定期間を通して適合した成長モデル式は、Gompertz 式（以下 G 式）（ $R^2=0.919\pm0.05$ ）と Logistic 式（以下 L 式）（ $R^2=0.899\pm0.08$ ）であった。しかし、決定係数が最も大であった G 式から求めた体重の推定値と実測値との差は、対実測値の最大 40% に及ぶ場合もあった。そこで体重増加率が減少を示し、測定値が一時的に一定となり、再び急激な体重増加をはじめる直前の時期である 2 歳 10 カ月齢で測定値を 2 期に分割し、それぞれに成長モデル式を適合させることを試みた。

2-2. 出生から 2 歳 10 カ月齢まで

出生から 2 歳 10 カ月齢までの体重成長に適合した式は、5 頭中 4 頭で G 式と L 式であった。しかし、それぞれ 1 頭ずつ適合しない個体があった。両式で適合しな

かった個体は、異なっていた。G 式に適合した 4 個体の決定係数（ 0.982 ± 0.011 ）は、L 式より大きかった（Table 2）。

G 式のパラメーターから算出される変曲点の位置とオスミドリザルの離乳時期との関係を Table 3 に示した。G 式の変曲点の位置は、体重では 670~846 g のときで、年齢では生後 2.7~5.2 カ月齢のころであった。5 頭の離乳がおこなわれた時期の体重は、660~730 g また 3.3~3.8 カ月齢であった。

2-3. 2 歳 10 カ月齢から 6 歳齢まで

2 歳 10 カ月齢から 6 歳齢までの体重成長に適合した成長モデル式は、Richards を除く全ての式であった。それぞれの式より得られた決定係数を個体毎に見てみると 1 頭を除いて L 式が最も高い値であった。1 頭（動物番号 381008）は、Bertalanffy 式を適合させたときに決定係数が最も大きい値であった（Table 4）。

L 式のパラメーターである成熟値および変曲点の位置を Table 5 に示した。L 式の変曲点の位置は、体重では 3.28~4.13 kg のときで、年齢は 3 歳 5 カ月齢~4 歳 4 カ月齢であった。

Fig. 2. Application of body weight data from laboratory-bred male African green monkeys to Gompertz and Logistic models. Gompertz model was adapted for body weight data (○) from monkeys between birth and 2 years and 10 months of age except Animal No. 381004, and Logistic model was adapted for data from those (●) between 2 years and 10 months of age and the end of observation period. Adaptation (%) was calculated using $\frac{(a-b)}{a} \times 100$ a: actual body weight b: body weight calculated from each equation adapted. Arrow indicates time of separation from mother monkey.

3. 成長モデル式からの推定値と実測値との適合度

2歳10カ月齢までの体重にG曲線を、また、それ以降の体重にL曲線を適合させたときの推定値と実際の測定値との適合度を Fig. 2 に示した。両者の差と実測値との比率（パーセント） $[100 \times (\text{実測値} - \text{推定値}) / \text{実測値}]$ は、最大約20%以内の範囲内におさまった。いずれの個体でも1～2歳齢ごろに低めに推定された以外は、推定値と実測値はほぼ一致した。

4. 性成熟調査

4-1. 性皮の色調

2歳6カ月齢と4歳齢のオスミドリザルの全身をFig. 3に示した。2歳6カ月齢の顔面は、肌色で眼のまわりのみやや黒色を呈し、陰のうは肌色であった。4歳齢になると顔面は全体的に一段と黒くなり、陰のうは鮮やかな青色になった。

4-2. 精巣の大きさ

1歳齢から2歳6カ月齢までの精巣の相対体積は、7以下であった。3歳齢をすぎた頃から急激に増加し、4歳齢では、25～30と約4倍にまで大きくなった (Fig. 4)。

4-3. テストステロン濃度

血中テストステロン濃度を Fig. 5 に示した。1歳齢から3歳6カ月齢までは、3 ng/ml 以下の低値であった。3歳6カ月齢をすぎたから12～25 ng/ml と増加し、野生由来成熟オスミドリザルとほぼ同じ値を示した。

Fig. 3. Pre-pubertal male (left) and fully mature male (right) African green monkeys. Note the differences in skin color of the face and scrotum.

Fig. 4. Change in testicular size with age. Capacity index was calculated using $(a \times b \times c)$. a : major axial length in cm b : minor axial length in cm c : width in cm

Fig. 5. Changes in serum testosterone concentration with age and concentration in originally wild adult monkeys

考 察

本研究では、オスミドリザルの体重成長の解析をおこなう目的で5頭の育成個体の体重を継続的に測定した。これらの測定値を解析する目的で5種類の成長モデル式の適用を試みた [7]。併せて、顔面および性皮の色調、精巣の大きさ、血清テストステロン濃度について観察または測定を実施し、体重成長と性成熟との関係について検討した。

オスミドリザルの体重成長には、乳・幼仔期と3歳齢頃との2回にわたり体重増加率が急増する時期（成長促進期）のあることが判明した。乳幼仔期の成長促進期は、実母による哺育期間に相当し、それは仔ザルが実母から十分に栄養を得ていることの反映であると推定される。その後、離乳時期を境に2歳齢頃までは、比較的緩やかな体重成長を示し、2歳齢をすぎたところ体重成長

Fig. 6. Scheme of growth pattern in laboratory-bred male African green monkeys

は、ほとんど停滞した。そして、2歳10カ月齢から再び急激な体重の増加を示し、5歳以降から安定した測定値を示した。

一方、メスミドリザルの体重は、オスミドリザルのように一時的に成長が停滞することがなく、出生から2歳6カ月齢ごろまで増加して4歳齢で一定の値を示した。この体重成長に適合した成長モデル式は、全測定期間を通してG式 ($R^2=0.958\sim0.991$) であった [8]。メスミドリザルにおいて性成熟にともなう成長促進期が存在せず、オスミドリザルにおいてのみそれが存在した理由については、現在のところ不明であり今後の検討課題である。オスミドリザルの場合は、G式とL式が全測定期間を通してほぼ適合した。しかし、この2式より得られた実測値と推定値との間には、対実測値にして最大40%もの差が認められ、得られた決定係数の値もメスに比べて低かった (G式0.919, L式0.899)。それは、オスの場合、2歳齢を過ぎた頃に一時的に体重増加がほとんど認められない時期があるためと考えられる。そこで体重測定値を、再び急激な体重増加を示すようになる2歳10カ月齢を境に、それ以前と以降の2期に分けて検討を加えることにした。

出生から2歳10カ月齢までの体重成長に適合したモデル式は、5頭中4頭でG式とL式の2式であった。決定係数の値から、乳幼時期はG式が最も良く適合したものと判断した。G式に適合しなかった1頭 (動物番号381004) は、同居中他個体より攻撃され負傷した経歴が

あり、一時的に体重の減少が認められたサルであった。G式に適合した個体では、得られた変曲点の位置は3～5カ月齢にあり、この頃おこなわれる仔ザルの離乳の時期にはほぼ一致した。我々は、出生後約3カ月以上を経て仔ザルがしばしば母ザルから離れ、自分で固型飼料等も食べるようになること、乳歯が第1小臼歯まで萌出していること、および体重が650g以上になっていること等を基準にして離乳させている。このように人為的になされる離乳の時期と、仔ザルの体重成長の変曲点の存在する時期とが一致することは、興味深い現象である。このことが当センターの飼育方法にともなう固有の現象であるのか、あるいはミドリザル特有のことなのか、今後、飼育方法等とともに詳細に解析したい。ところでG式より求めた推定値と実測値との差は、0日齢から1歳齢まではほとんど差がなかった。このことは母ザルによる哺育が順調におこなわれて、発育良好であることを意味していると判断される。さらに離乳後も実測値は推定値とほぼ一致したことは、この期間も順調な体重増加を呈していることを意味している。次に、1～2歳齢までは、実測値は推定値をうわまわった。このことは、この時期の体重増加率が期待される以上に大きかったことを意味している。この頃は、通常2～6頭の群飼育の時期であり、同居個体とともに順調に成長しているものと判断される。全体的には両者の差は実測値の約20%以内であり概ね適合していると判断した [8]。

2歳10カ月齢から6歳までの体重成長に適合したモデル式は、5頭ともRichardsを除いた4式である。決定係数の値が最も大であったのは、5頭中4頭ではL式であった。残り1頭については、Bertalanffy式が最も良く適合した。1頭だけがBertalanffy式に良く適合した理由は明かでない。Bertalanffy式を適合させた場合、G式とL式に比べて変曲点の位置が、すこし早期に推定される。いずれにせよ決定係数の値からL式は、成熟期の体重成長に十分に適合していると判断した。L式のパラメーターから算出された変曲点の位置は4歳齢頃であった。また、L式から得られた実測値と推定値との差は、実測値の最大約20%以内であったことから、L式は2歳10カ月齢以降のオスミドリザルの体重成長と良く適合していると判断した [8]。

ニホンザル、カニクイザル等の性成熟期は、4歳から5歳齢にありこの頃は性皮の色調も変化する [4, 10]。また、体重増加の促進期から非増加期に移行する時期は、性成熟の完了時期に対応するとされており、体重の成長速度が、性ホルモンの分泌と関係が深いという報告と合致していた [1, 3]。本報で記したように、当センタ

ーのオスミドリザルにおいても、3歳から4歳齢にかけて陰のうや顔面の色調が大きく変化した。精巣の大きさも2歳6カ月齢頃から大きくなり始め4歳齢ではほぼ成熟野生由来雄ミドリザルと同じ大きさとなった。また、血中テストステロン濃度も2～3歳齢は低値であったが4歳齢頃には成熟野生由来雄ミドリザルとほぼ同じ値になった。本来ならば体重成長と性皮の色調の変化や精巣の大きさ、血中ホルモン濃度などの関係は個体毎に対応させて論ずべきではあるが、例数も少なくまた測定回数も少ないために、平均的にこれらの関係について考察することにした。

ミドリザルでは2歳10カ月齢ごろから性成熟が開始されるようになり、4歳齢ごろにはそれが完了するものと判断される。2歳10カ月齢以前の数カ月間の体重成長の停滞は、このような性成熟開始のための準備期間であることと対応しているものと判断される。他方、2歳10カ月齢を境に、体重が急激に増加することは、性成熟の開始にともなう体重成長の促進現象を示し、変曲点以降の体重の増加率の減少は、性成熟の完了にともなう体重成長の抑制現象を示しているようである。このことを模式的に表したものがFig. 6である。

我々は長期間にわたりミドリザルの体重測定を実施し、人工的飼育環境下での、ミドリザルの体重成長特性について明らかにすることができたと考えている。

要 約

筑波医学実験用霊長類センターにて繁殖・育成した5頭のオスミドリザルの体重を出生から6歳齢まで継続的に測定した。体重の平均値と標準偏差は、出生時は 360 ± 25 gであった。1歳齢は 1.55 ± 0.8 kg, 2歳齢は 2.50 ± 0.12 kgで、2歳3カ月齢頃から体重の増加率は以前と比べて減少した。そして、3歳齢頃から再び急激な体重増加を示した。4歳齢は 4.40 ± 0.23 kg, 5歳齢は 4.54 ± 0.29 kg, 6歳齢は 4.50 ± 0.12 kgと約5歳齢でそれ以後とはほぼ同じ値に達した。オスミドリザルの体重を5つの成長モデル式に当てはめた結果、全測定期間を通してオスミドリザルの体重に適合した式は、Gompertz式とLogistic式であった。決定係数 (R^2) の値から、最もよく適合したモデル式はGompertz式であった。しかし、成長モデル式より求めた体重推定値と実測値の差は、対実測値にして最大40%の場合もあった。また、決定係数の値も比較的小であった (0.919 ± 0.05)。そこで、測定値を急激に体重増加を示す2歳10カ月齢以前と以降の2群に分割し、それぞれに成長モデル式を適

合させた。出生から2歳10カ月齢までは Gompertz 式 ($R^2=0.982\pm0.011$) が、それ以降は Logistic 式が最も良く適合した ($R^2=0.955\pm0.038$)。Gompertz 式のパラメーターから推定される変曲点の位置は、仔ザルの離乳時期に対応した。Logistic 式における変曲点の時期は、性成熟の指標である性皮の色調変化や精巣の大きさおよび血中テストステロン濃度の変化と関係が認められた。

稿を終えるに臨み、終始有益な御助言と奨励をいただいた国立予研・筑波霊長類センター前所長本庄重男博士に深謝いたします。なお、本研究にあたってデータ解析に農林水産省研究計算センターの NEC 製 ACOS 850 Model 20 および同ライブラリーを使用させていただきました。つつしんで感謝いたします。

文 献

- [1] Arslan, M., Mahmood, S., Naqvi, M. A., and Baig, S. M. (1986). Changes in circulating levels of immunoreactive follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, and testosterone during sexual development in the rhesus monkey, *macaca mulatta*. *J. Med. Primatol.*, **15**, 351-359.
- [2] Chapman, C. A. (1987). Selection of secondary growth areas by vervet monkeys. (*Cercopithecus aethiops*). *Am. J. Primatol.*, **12**, 217-221.
- [3] Carlisle, K. S., Brenner, R. M., and Montagna, M. (1981). Hormonal regulation of sex skin in *macaca nemestrina*. *Biol. Reprod.*, **25**, 1053-1063.
- [4] Cho, F., Fujiwara, T., Honjo, S., and Imaizumi, K. (1973). Sexual maturation of laboratory-bred male cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Exp. Anim.*, **22**, 403-409.
- [5] Eisen, E. J., Lang, B. J., and Legates, J. E. (1977). Comparison of growth functions within and between lines of mice selected for large and small body weight. *Theor. Appl. Genet.*, **39**, 251-260.
- [6] Glassman, D. M., Coelho, A. M., Carey, K. D., and Bramblett, C. A. (1984). Weight growth in savannah baboons: A longitudinal study from birth to adulthood. *Growth*, **48**, 425-433.
- [7] 後藤信男 (1987). 成長のとりえ方. 動物の成長と発育, pp. 34-53. 猪 貴義・後藤信男・星野忠彦・佐藤 博編, 朝倉書店, 東京.
- [8] 冷岡昭雄・吉田高志・長 文昭・後藤信男 (1989). メスミドリザルの個成長の解析-性成熟と体重との関係-実験動物, **38**, 239-244.
- [9] Honjo, S. (1985). The Japanese Tsukuba Primate Center for Medical Science (TPC): An outline. *J. Med. Primatol.*, **14**, 75-89.
- [10] 和 秀雄. (1982). ニホンザル 性の生理. 和 秀雄編, 自然誌選書, 東京.
- [11] 大藤浩美・鈴木通弘・大久保文雄・鴻野 操・清水利行・成田勇人・羽成光二・小松崎克彦・小野考浩・吉田高志・長 文昭 (1987). 大規模システムでのカニクイザルの体重成長. 成長, **25**, 195-197.
- [12] Richards, F. J. (1983). A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.*, **10**, 290-300.
- [13] Rutenberg, G. W., Anthony, M. C., JR., Douglass, S. L., Carry, K. D., and Henry, C., McGill, JR. (1987). Body composition in baboons (*Papio cynocephalus anubis*): Evaluating a morphometric method. *Amer. J. Primatol.*, **12**, 275-285.
- [14] 清水三雄 (1957). 動物の成長. pp. 14-17. 北隆館, 東京.
- [15] Shohoji, T. and Sasaki, H. (1985). An aspect of growth analysis of weight in savannah baboon. *Growth*, **49**, 500-509.
- [16] Van Wagenen, G. and Catchpole, H. R. (1956). Physical growth of the rhesus monkey. (*Macaca mulatta*). *Am. J. Reprod.*, **14**, 246-273.
- [17] Yoshida, T. (1981). The Changes of hematological and biochemical properties in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) after importation Japan. *J. Med. Sci. Biol.*, **34**, 239-242.
- [18] 吉田高志・後藤幸江・羽成光二・清水利行・中島雅子・長 文昭・本庄重男 (1982). 乳仔期カニクイザル (*Macaca fascicularis*) の個成長の管理. 成長, **21**, 12-19.