

飼育下マレーバクの成長に関する
生理学および行動学的研究

日本大学大学院生物資源科学研究科生物環境科学専攻
博士後期課程

金澤 朋子

2013

目 次

序 論	・ ・ ・	1
第 1 章 国内飼育歴および繁殖歴の調査		
1.1 緒論	・ ・ ・	8
1.2 材料と方法	・ ・ ・	9
1.3 結果	・ ・ ・	10
1.4 考察	・ ・ ・	13
第 2 章 体重変化を指標とした成長過程		
2.1 緒論	・ ・ ・	15
2.2 材料と方法	・ ・ ・	16
2.3 結果	・ ・ ・	19
2.4 考察	・ ・ ・	25
第 3 章 成長に伴う体表模様変化		
3.1 緒論	・ ・ ・	27
3.2 材料と方法	・ ・ ・	30
3.3 結果	・ ・ ・	31
3.4 考察	・ ・ ・	34
第 4 章 成長に伴う行動発達		
4.1 緒論	・ ・ ・	36
4.2 材料と方法	・ ・ ・	37
4.3 結果	・ ・ ・	42

4.4 考察	・・・	46
第5章 成長に伴う吸乳回数の変化		
5.1 緒論	・・・	51
5.2 材料と方法	・・・	52
5.3 結果	・・・	53
5.4 考察	・・・	57
第6章 乳中タンパク質 (TP) 値変化		
6.1 緒論	・・・	59
6.2 材料と方法	・・・	61
6.3 結果	・・・	65
6.4 考察	・・・	67
第7章 乳中プロゲステロン (P ₄) 値変化		
7.1 緒論	・・・	69
7.2 材料と方法	・・・	70
7.3 結果	・・・	72
7.4 考察	・・・	76
第8章 総括	・・・	77
謝 辞	・・・	80
引用文献	・・・	81
業 績	・・・	93

序 論

マレーバク (*Tapirus indicus*) は、我が国で一般的に「夢を食う動物」として知られている。日本にこの動物（獺）が紹介されたのは古く、およそ 900 年前の平安時代末期であると考えられている。当時は、宝船の帆に「獺」という字を入れた絵を飾ることや枕に獺の絵を描くことが悪魔除けのお守りとして用いられたという記録が残っている（小島，1974）。「獺」は、聞き伝えで日本に伝承された動物であるため、古文書に記載されている形態や生態の多くは、想像の域を出ていないが、一部の寺社（例：長野県の善光寺や兵庫県の護国寺など）の梁に施された獺の頭部は、鼻の先端が突き出した本種の形態的特徴をよく表している（図 1）。このように古くから日本にその存在が伝えられているマレーバクは、日本人にとって馴染み深い動物であるといえる。

現存するマレーバクは、奇蹄目バク科バク属に属する大型の哺乳類であり、ミャンマーからインドネシアのスマトラ島にかけ分布し、熱帯雨林などの密林や水辺付近に生息している（Momin Khan, 1997）（図 2, 3）。野生での生息数は、森林開発等に伴う生息地の狭小化に伴い個体数を減少させており、現在の生息数は 1,500 から 2,000 頭と推定されている（Tapir specialist group, 2008）。また、IUCN のレッドリストでは、絶滅危惧種（EN）に分類されている（IUCN, 2013）（図 4）。このように個体数減少の著しい種であることや、繁殖期以

外は森林内で単独生活する生態をもつことから、特に警戒心が強くなる周産期の母体や、カモフラージュとしての「ウリ坊」模様をもつ時期における仔の行動や生理に関する情報は少ない（図 2）。

国内外の動物園は、本種を絶滅から救うために飼育下繁殖の研究を進めている。我が国においても、日本動物園水族館協会が種保全の対象種に指定し、種保存を目的として本種の飼育を行っている（日本動物園水族館協会，2013）。しかし、一腹産数が 1 頭であり、性成熟に 3 から 5 年を要し（Lee, 1993）、さらに成育率と繁殖率が低いため、飼育下での安定的な個体群維持、すなわち種保存のための域外保全が達成されているとは考え難い状況である。飼育下での観察から本種の発情周期は約 30 日間隔であることが分かっており（Read, 1986）、外陰部の様子や発情様行動の増加から発情時期の確認が可能である（竹箇平，2000）。そのため、飼育下では交配適期の判断が比較的容易である。その利点を生かし、さらに野生において繁殖期以外は単独生活をおくる本種の生態を考慮して（Nowak, 1999）、発情期間中にのみ雌雄を同居させて繁殖が試みられている。しかし、飼育下個体群を安定的に維持するには、出生した仔が無事に性成熟し、複数頭の仔（次世代）を残さなければならない。繁殖に適した成獣になるには、身体的のみならず心理的にも健全な成長を遂げる必要がある。

そこで本研究では、本希少種の長期飼育下繁殖計画に役立てるため、出生直後から 1 年間にわたり成長に伴う生理学的および行動学

的な変化を母仔について観察記録し、身体的および心理的に健全な成長過程を明らかにすることを目的とした。



図 1 長野県善光寺の木鼻



図 2 マレーバクの親子（横浜市立繁殖センター）

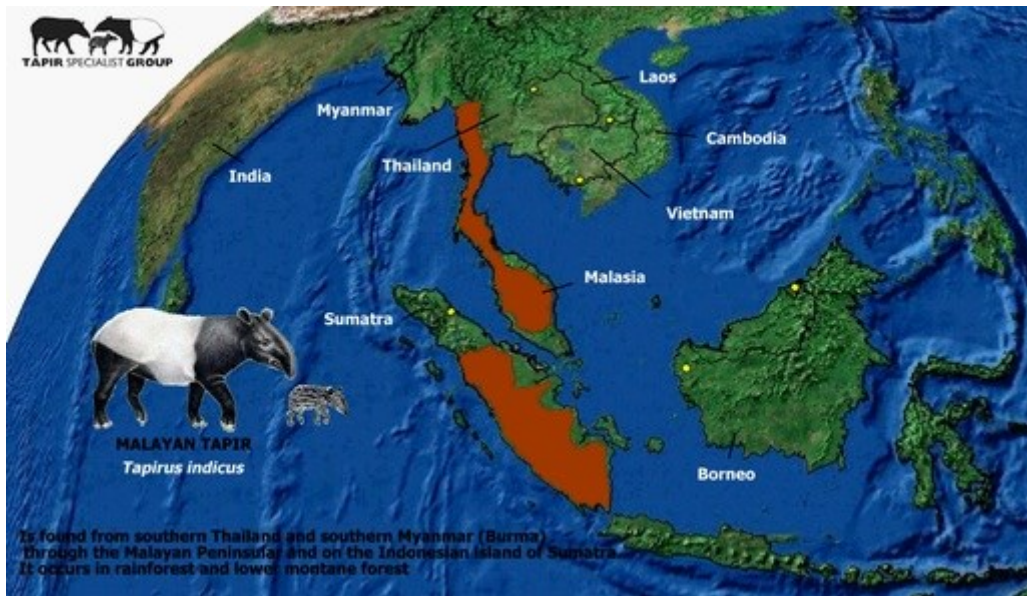


図 3 マレーバクの生息分布図 (Tapir specialist group, 2008)



Species of the Day: Malayan Tapir

The **Malayan Tapir**, *Tapirus indicus*, is listed as 'Endangered' on the IUCN Red List of Threatened Species™. It has the distinction of being the largest of the four tapir species, as well as being the only tapir native to the Old World. The Malayan Tapir is unmistakable with its bold black and white markings.

Geographical range

www.iucnredlist.org¹⁾
www.tapirs.org
www.arkive.org²⁾

Once widely abundant, over recent decades Malayan Tapir population numbers have rapidly declined, and the species now survives only as isolated populations in remote or protected areas in Indonesia, Myanmar, Peninsular Malaysia, and Thailand. Habitat destruction poses the predominant threat, as a result of forests being cleared for human settlement, agriculture and, more recently, palm oil plantations. This species is also hunted for its meat and for sale in the Asian zoo trade, and often becomes road-kill.

International trade in the Malayan Tapir is prohibited under its listing on Appendix I of CITES. It is also legally protected in all countries in which it occurs, and is found in a number of protected areas, including some of the most secure reserves in Southeast Asia.



The production of the IUCN Red List of Threatened Species™ is made possible through the IUCN Red List Partnership: IUCN (including the Species Survival Commission), BirdLife International, Conservation International, NatureServe and Zoological Society of London.

図 4 IUCN のレッドリストデータ (IUCN, 2013)

第 1 章 国内飼育歴および繁殖歴の調査

1.1 緒論

マレーバクの生体は、1819 年に正式な発見報告がされ (Momin Khan, 1997)、その後、1840 年にはロンドン動物園で初めて飼育が行われた (佐々木と佐々木, 1977)。実際に本種の生体が国内に持ち込まれたのは、近年のことであり、1903 年に大阪天王寺で行われた第 5 回内国勸業博覧会において出展されたのが最初の例ではないかと言われている (高島, 1986)。その後、1957 年に恩賜上野動物園で雄 1 頭の国内飼育が開始され、1970 年には多摩動物公園において国内初の飼育下繁殖に成功した (熊沢と宗近, 1971)。2012 年 12 月現在では、11 施設で 35 頭が飼育されている。本章では、これまでの国内飼育状況を明らかにすることを目的とし、飼育下繁殖における問題点を提起した。

1.2 材料と方法

日本動物園水族館年報（1958年～2009年）に記載された飼育記録およびマレーバクを過去から現在まで飼育していた経歴のある24園館（閉園館も含む）から得た飼育情報を基に、国内の飼育頭数および繁殖歴を調査した。なお、日本動物園水族館年報に記載された情報については、東京動物園協会の許可を得て、当資料室所蔵のものを閲覧記録した。飼育園館の情報については、2012年バク科全種国内血統登録台帳（佐藤，2012）で入手した。

1.3 結果

1970年に多摩動物公園において、国内初の飼育下繁殖に成功してから2009年までに、23組の繁殖ペアが形成されていた(図1-1)。そのうち、国内繁殖個体のみのペアは5組であり、残りの18組は両親または片親が創始個体(野生由来か海外の飼育施設で生まれ、国内に祖先がいない個体)であった。また、1970年からの過去40年間において、56頭が出生していた。仔は、創始個体のみのペアから16頭、創始個体と国内繁殖個体のペアから27頭、国内繁殖個体のみのペアから11頭、不明個体のペアから2頭が出生していた(図1-2)。しかし、6ヶ月齢まで成育した完全保育頭数は56頭中49頭(87.5%)であったことから、出産ペースは1年に約1.2頭であることが分かった。また、国内で出生し、その後の繁殖に参加した仔は49頭中22頭(44.9%)であった。

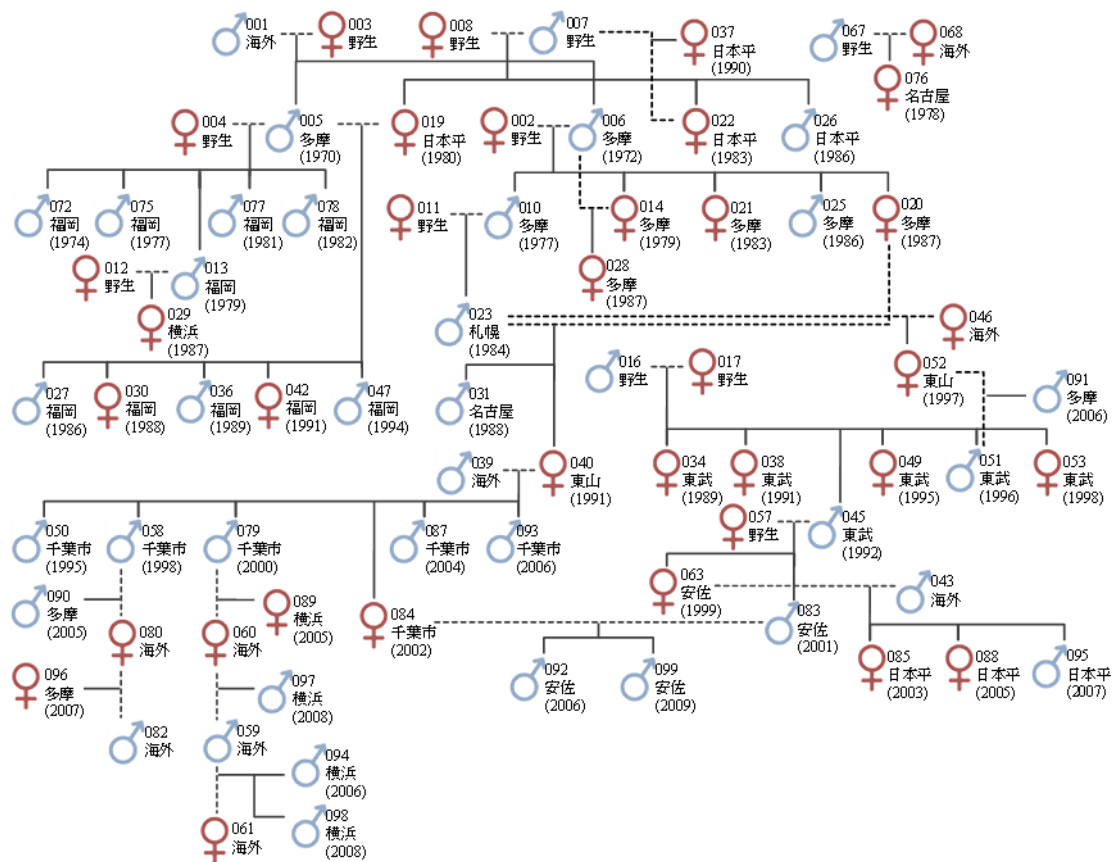


図 1-1 国内飼育下マレーバクの家系図

各個体に関する情報は、雌雄記号の横に国内血統登録番号、出生地、
 (出生年) を記載している。また、点線は繁殖ペアの関係を示し、
 実線は親子関係を示している。

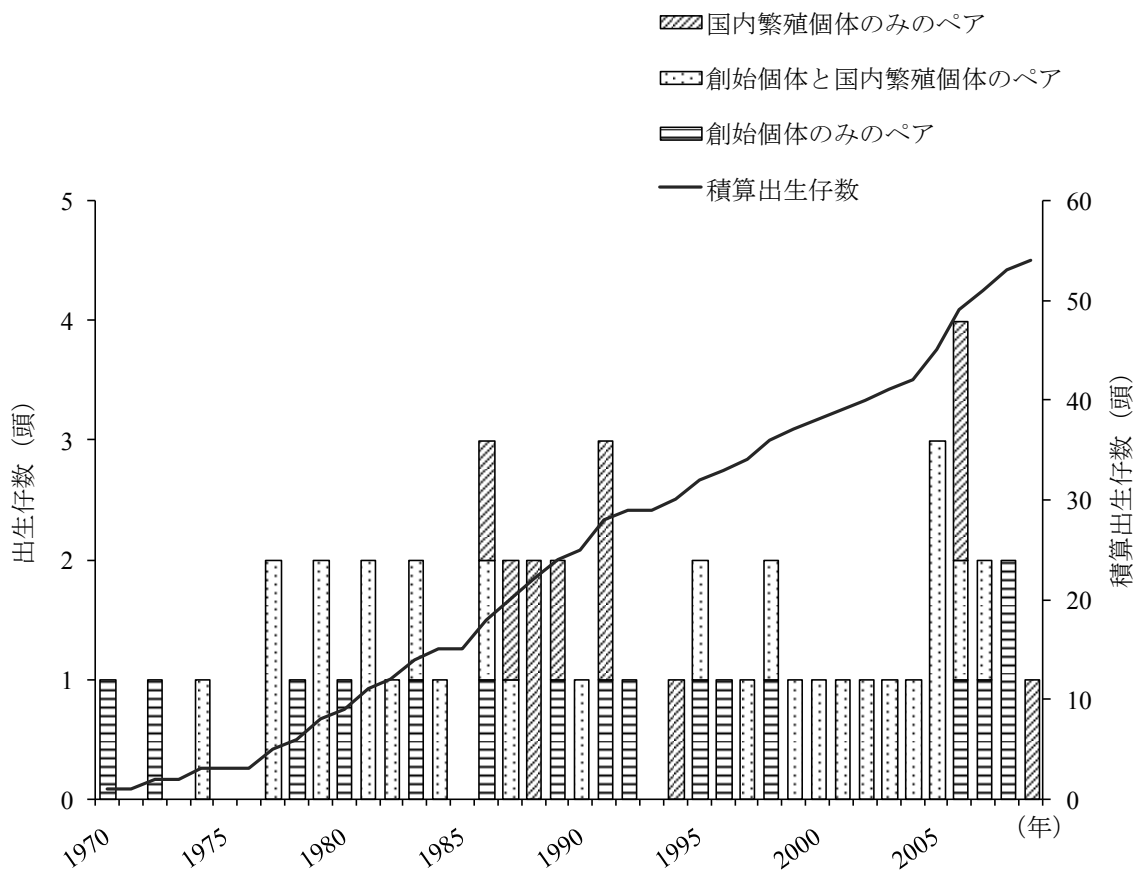


図 1-2 1970 年から 2009 年間の国内出生仔数

1.4 考察

飼育下繁殖により希少動物種が生存の危機から脱した例はいくつかある。モウコノウマ (*Equus ferus przewalski*) は、1957 年を最後に野生からその姿を消したが、長期飼育下繁殖計画が功を奏し、1993 年現在で 1,253 頭にまで回復した (Volf *et al.*, 1991)。アラビアオリックス (*Oryx leucoryx*) は、狩猟圧などでその数が激減したため、世界中の動物園が協働で飼育下繁殖に取り組み、1991 年現在で 641 頭が飼育されるまでに至っている (Olney, 1992)。また、1971 年に野生での絶滅が確認されたニホンコウノトリ (*Ciconia boyciana*) においても、1981 年に初めて東京都多摩動物公園が飼育下繁殖に成功し、その翌年には豊岡市コウノトリ保護増殖センターでも繁殖に成功したことにより、2010 年現在では 13 施設で 183 羽の飼育が行われている (増井, 1996; コウノトリ野生復帰推進計画策定委員会, 2012)。これらの種は継続的に飼育下個体群が維持され、その後、野生復帰を達成できた好例である。絶滅が危惧されているマレーバクにおいても、繁殖を順調に進めて飼育下個体群を維持し、将来的には野生復帰が行えるよう飼育管理技術を高める必要がある。

本調査では、毎年のように仔が誕生し、年々マレーバクの国内飼育数は増加していたことが分かった。しかし、その繁殖は創始個体に頼るところが大きかった。1970 年からの過去 40 年間で成立したペアの内 78.3% (18/23 組) は、創始個体のみか片親が創始個体のペアであった。さらに、全出生仔の内 76.8% が創始個体のみか片親が創始

個体のペアから誕生していた。また、次世代の繁殖に参加した国内の出生仔は 44.9% (22/49 頭) と半分以下であった。本種の飼育下個体において、発情しても交尾をしない、交尾をしても繁殖しない個体など問題個体の存在が報告 (Kusuda *et al.*, 2007 ; 2008) されていることから、今後、野生から新たな創始個体を導入したとしても、ペアリング可能な国内繁殖個体が存在しないという問題が生じるかもしれない。域外保全を長期にわたり継続させるためには、単に繁殖を成功させるだけでなく、次世代の繁殖と飼育下個体群の維持につながる仔の育成が必須である。

第 2 章 体重変化を指標とした成長過程

2.1 緒論

体重は、最も容易に計測可能な身体的成長の指標であり (Layne, 1968)、この指標を用いることにより、仔の体重変化から正常な発育段階を経ているか否かの判定が可能となる。また、初期の成長速度がその後の繁殖成功率と関連があると報告 (Monson *et al.*, 2000) されており、次世代の繁殖につながる仔の育成を行うためには、マレーバクの適切な成長速度を明らかにする必要がある。しかし、成長速度は種それぞれで異なっており、マレーバクが属する有蹄類内においても、出生体重が 2 倍になる日数 (倍加日数) が種によって異なる (例えば、ウマは 60 日、ヤギは 22 日、ブタは 14 日) (片岡, 1992)。一方、母親の体重値に対する一腹仔の総体重値の割合により、妊娠期や育仔期における母親の仔への投資量が評価可能となっている (Gittleman and Oftedal, 1987 ; Milne, 1987)。

このことから、本種の詳細な成長過程や繁殖に関する生態情報を得るためには、出生時体重をはじめ、成長に伴う体重変化を明らかにする必要があると考えた。

2.2 材料と方法

横浜市立繁殖センター（神奈川県横浜市旭区川井宿町）において繁殖研究のため飼育管理されているマレーバクの仔 3 個体を供試した（表 2-1, 図 2-1）。

電気抵抗線体重計（DI-160, (株) 寺岡岩手製作所）を使用し、出生後 1 週間は連日、それ以降は週に約 1 回の間隔で体重測定を行った。測定は母親と隔離して行い、リンゴなどの餌を使い秤台に誘導し測定した。

3 個体の体重推移に適合する成長曲線式を求めた。成長曲線式から推定値を求め、生後 1 年間における全日齢の体重の推定値を算出した。体重の計測間隔が一定でないため、成長曲線の式から求められた推定値を用いて、2 日間の体重値の差から 1 日の増体重（Daily Gain : 以下 DG）値を算出した。

成長曲線式はロジスティック式およびゴンペルツ式を用いて作成して分散分析により有意性を判定し、DG 値は Dunnett の多重比較検定を用いて解析した。

表 2-1 仔の個体情報

No.	個体名	性別	生年月日	出生地
94	ラジヤ	雄	2006年8月31日	横浜市立繁殖センター
97	ノジアマ	雄	2008年9月3日	横浜市立繁殖センター
98	ラバチヨ	雄	2008年10月12日	横浜市立繁殖センター

※No. : 国内血統登録番号



図 2-1 横浜市立繁殖センターで出生したマレーバク（仔）

2.3 結果

出生時体重値は、No.94 が 5.1kg、No.97 が 7.6kg、No.98 が 6.6kg であった。母親の体重値に対する一腹仔の総体重値の割合は、No.94 が 0.020、No.97 が 0.021、No.98 が 0.024 であった。本種は一腹産仔数が 1 頭であり、本研究で確認した 3 回の出産においても、1 頭ずつの出生であった。そのため母親の体重値に対する一腹仔の総体重値の割合は、それぞれの出産年の各母親の体重値に対する出生時体重値の割合で算出した。倍加日数は、No.94 が 14 日、No.97 が 14 日、No.98 が 15 日であった。

出生直後からの 1 年間に記録された 3 個体の体重測定値から得られた成長曲線は、ゴンペルツ式がもっともよく適合した(図 2-1,2-2)。

$$y=Kb^a x$$

ただし K は上限値、a は係数、b は定数項、x は日齢を表す。上限値は本研究個体の父親および母親の平均値とし、283.5 を用いた。

3 個体の平均の体重測定値および各個体の体重測定値から算出したゴンペルツ式の係数および定数項は次のように求められた；

3 個体の平均 : a=0.993、b=0.055

No.94 : a=0.993、b=0.044

No.97 : a=0.993、b=0.057

No.98 : a=0.994、b=0.058

また、各ゴンペルツ式の決定係数は、3 個体の平均が $R^2=0.962$ ($P<0.001$)、No.94 が $R^2=0.968$ ($P<0.001$)、No.97 が $R^2=0.988$

($P < 0.001$)、No.98 が $R^2 = 0.974$ ($P < 0.001$) であった。

各ゴンペルツ式から算出した体重の推定値より、DG 値を求めた (図 2-3)。3 個体の平均の体重推定値から求めた DG 値は、他の日齢に比べ、135 日齢から 179 日齢の間が有意に高く (表 2-1)、さらに 155 日齢から 156 日齢の間で DG 値が最高値となった (0.710kg/day)。No.94 の体重推定値から求めた DG 値は、他の日齢に比べ 145 日齢から 189 日齢の間が有意に高く (表 2-1)、さらに 165 日齢から 166 日齢の間で、DG 値が最高値となった (0.712kg/day)。No.97 の体重推定値から求めた DG 値は、他の日齢に比べ 120 日齢から 164 日齢の間が有意に高く (表 2-1)、さらに 140 日齢から 141 日齢の間で、DG 値が最高値となった (0.772kg/day)。No.98 の体重推定値から求めた DG 値は、他の日齢に比べ 140 日齢から 184 日齢の間が有意に高く (表 2-1)、さらに 161 日齢から 162 日齢の間で、DG 値が最高値となった (0.670kg/day)。

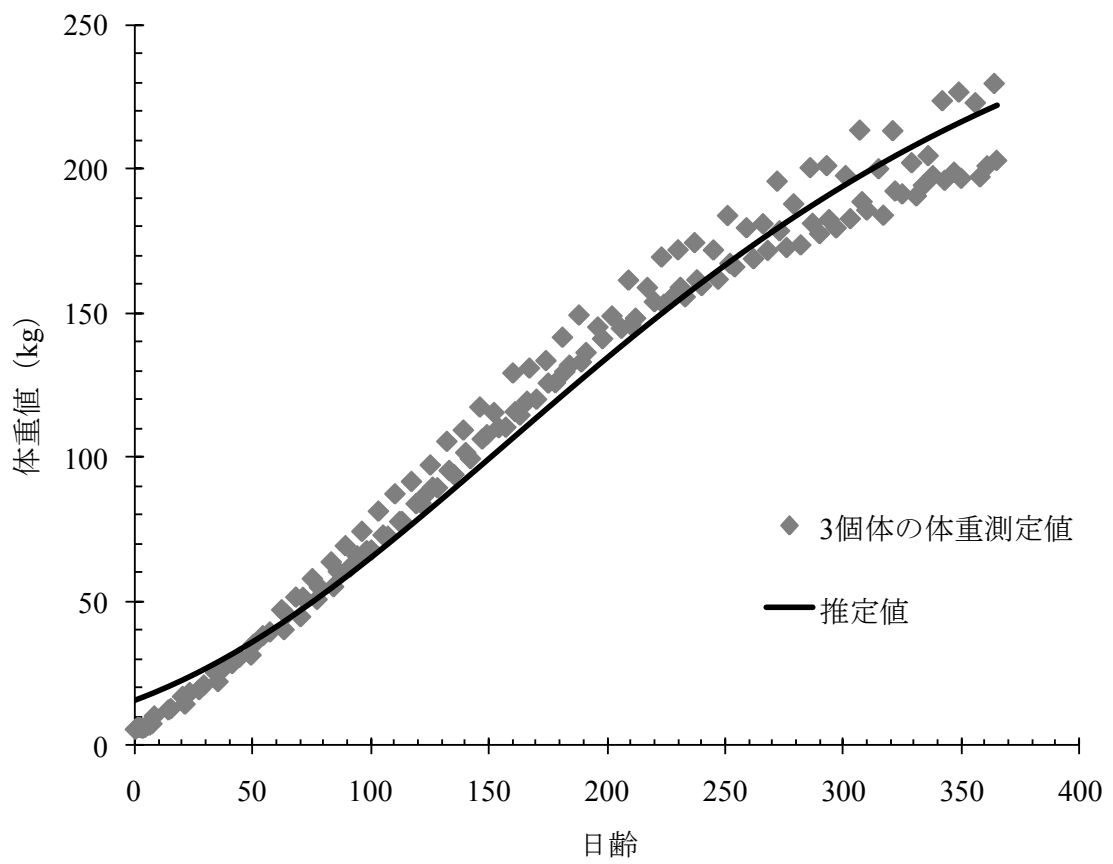


図 2-1 3 個体の平均の体重測定値とゴンペルツ式による体重推定値

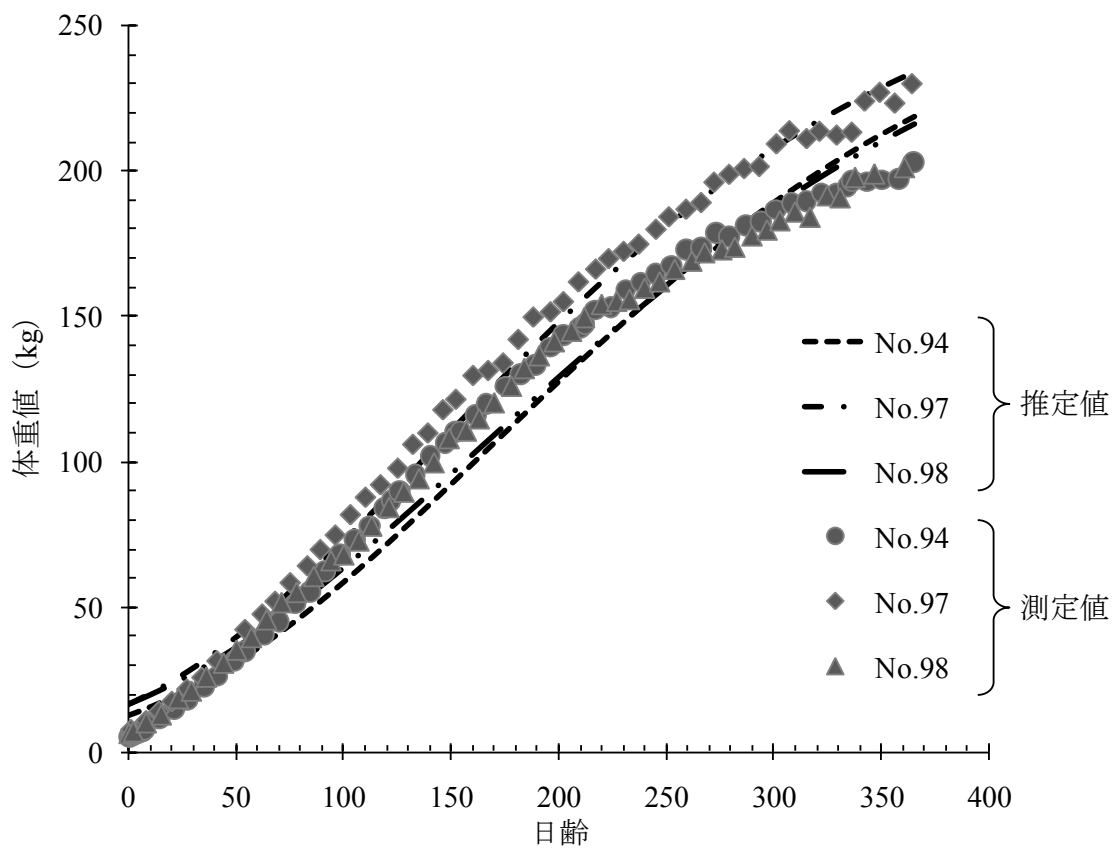


図 2-2 各個体の体重測定値とゴンペルツ式による体重推定値

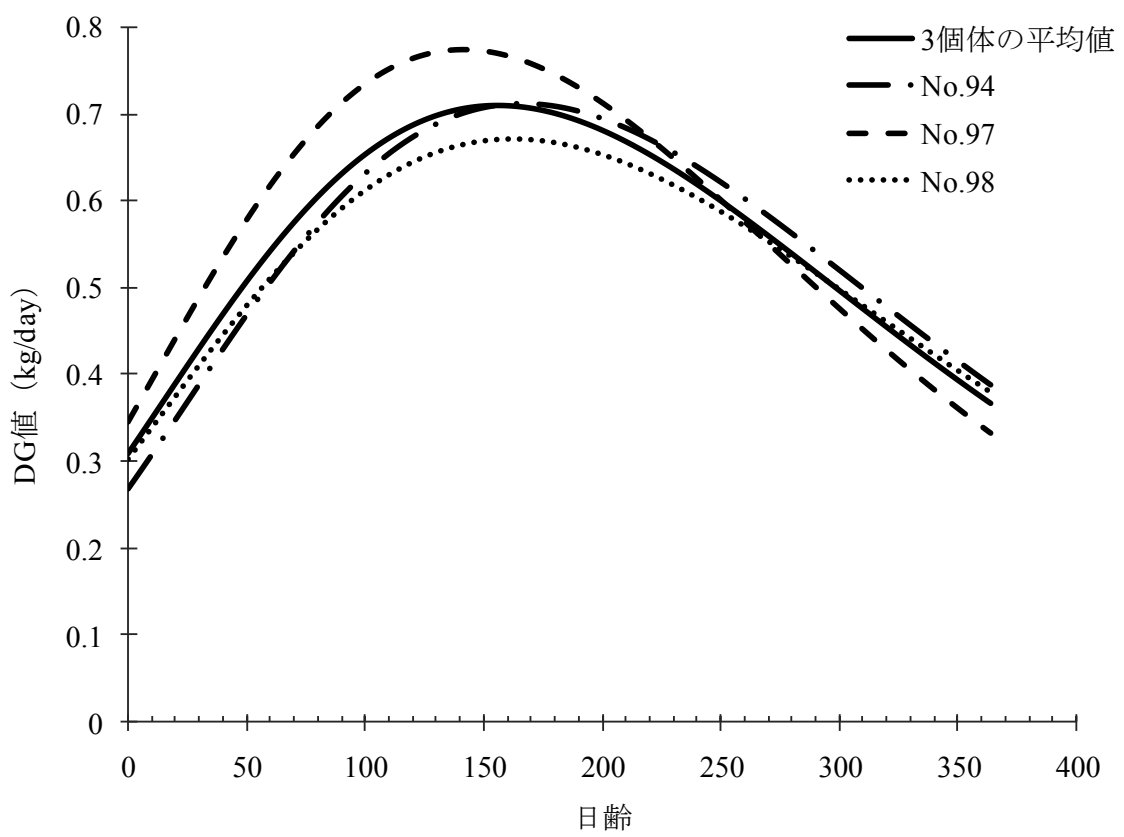


図 2-3 ゴンペルツ式より算出した 3 個体の平均 DG 値および各個体の DG 値

表 2-1 日齢間の平均 DG 値 (kg/day) の比較

対象個体	日齢	DG値
3個体の 平均値	< 135	0.545
	135～179	0.707 ***
	> 179	0.550
No.94	< 145	0.526
	145～189	0.709 ***
	> 189	0.561
No.97	< 120	0.593
	120～164	0.769 ***
	> 164	0.560
No.98	< 140	0.518
	140～184	0.668 ***
	> 184	0.537

*** : 0.1%水準で有意差あり

2.4 考察

体重は、生体の成長速度を表すのに最もよい指標とされている (Layne, 1968)。そのため、マレーバクにおいても仔の成長過程を知る上では仔のより詳細な体重変化を知る必要があるが、本種のような大型動物を定期的に身体計測することは難しく、これまで詳細なデータがなかった。しかし本研究により、出生時を含む出生後 1 年間の詳細な体重測定値が明らかとなった。

母親の体重値に対する一腹仔の総体重値の割合は、妊娠期の母親の子への投資量を表す指標として使われる (川道, 1995; 仲谷, 1995)。妊娠による体重の増加は、非捕食者である有蹄類にとって、捕食者からの逃避能力の低下に繋がり、大きなリスクを負うことになる (川道, 1995)。一般に、大型動物であるほど、母親の体重値に対する出生時体重値の割合は減少する傾向にあり、多くの哺乳類ではおよそ 0.05 であると報告されている (仲谷, 1995)。本研究個体の母親の体重値に対する出生時体重値の割合の平均値は、0.022 であったことから、マレーバクの出生仔は他の有蹄類に比べ母親に対するサイズが小さいことが示された。そのため、妊娠期の母親のリスクは低く抑えられると考えられるが、出生仔は、運動能力が不十分な状態で生まれている可能性が示唆された。

一方で、成長速度を示す倍加日数は、予測より早い結果となった。倍加日数は、各動物種の妊娠期間や寿命などと正の相関があると報告 (三宅, 1959) されており、マレーバクは妊娠期間が 400 日、寿

命が 30~40 年であることからウマなどと同様な 60 日と想定された。しかし、本研究個体の平均倍加日数は 14.5 日であり、予測よりもかなり早い成長速度であることが明らかとなった。このことから本種の仔は、他の有蹄類よりも早く身体的に成長し活動するのに十分な運動能力を持つと推察した。

以上のことから、マレーバクは他の有蹄類に比べ小さいサイズで生まれ、出生後に急速に成長し、母仔ともに捕食者に捕まるリスクを減らすための生存戦略をとっていると結論した。

また、本研究によって求められたゴンペルツ式は、3 個体の体重測定値と高い適合性を示したことから、本種における成長速度の解析が可能であると推察された。よって、体重測定が困難な個体においても、より適切な体重変化の推察が可能となり、成長段階を明らかにすることができる考えた。本研究個体において、生後 5 ヶ月齢前後の身体的に急速な成長が示された。

自然界における成長の変動は、個体群密度の増減に伴う餌条件の変動によって起こると報告 (Laidre *et al.*, 2006) されている。そのため、飼育個体においても給餌量は成長速度の変動を引き起こす原因になると考える。よって、本種においても生後 5 ヶ月齢前後は、身体測定などによる成長のモニタリングを行い、適正な成長速度を経ているか否かを明らかにするために大切な時期であると結論した。

第3章 成長に伴う体表模様変化

3.1 緒論

奇蹄目バク科バク属の動物は、マレーバクをはじめ、ブラジルバク (*T. terrestris*)、ベアードバク (*T. bairdii*)、ヤマバク (*T. pinchaque*) の4種が現存していると最近まで報告 (Downer, 2001 ; Lee, 1993 ; Nowak, 1999) されていた。しかし、2013年にアマゾンの熱帯雨林で5種目となる *T. kabomani* の発見報告がなされた。この種の存在は、先住民たちに古くから知られていたが、1865年にベアードバクの実見報告 (Gill, 1865) がされて以来、およそ150年ぶりの正式な発見報告 (Cozzuol *et al.*, 2013) となった。*T. kabomani* は現存するバクの中で最も小さく、体長は130cm、体高は90cm、体重はおよそ110kgであり、ブラジルバクより暗い体色を呈していると報告されている (Cozzuol *et al.*, 2013)。

これまでに報告がある、*T. kabomani* を除いた4種の幼獣時は共通して、茶褐色の体表に白色の斑点と縞模様を持ち、いわゆるウリ坊模様を有している。成長に伴いこの模様は消失し、生後約4ヶ月齢には成獣とほぼ同様の体表模様となる。4種の内マレーバクの成獣のみが、幼獣時のウリ坊模様が消失すると同時期に、胴部の中央に白色の鞍模様を呈し、頭部から前肢までの部分と四肢及び尾部が黒色の白黒模様となる (図3-1)。

動物の体表模様は、主に隠蔽 (保護色) や擬態、もしくは信号と

して機能しており、動物の生活様式や生息環境さらには同所に生息する同種および他種の個体との交流に極めて重要な役割をもつことが分かっている (Cott, 1940)。また、体色が生息環境の背景と同系色または同配色をした動物は、捕食されにくいとされている (Endler, 1978)。

バクの幼獣のウリ坊模様は、草陰や岩の陰で身を潜めることで生息環境の背景に溶け込む保護色効果があると考えられている (Barongi, 1986)。また、成獣時の黒白の対照的な2色で構成された体色は分断色 (disruptive coloration) と呼ばれ、動物の体の輪郭を分かり難くする効果があると考えられている (Merilata, 1999 ; Merilata and Lind, 2005)。さらに、薄暮性であるマレーバクの分断色は夜間の森林内では月明かりにより、周囲の木々と同化して外敵から見づらく難くなり、保護色としての効果もあると考えられている (Lee, 1993)。

以上のように、幼獣と成獣時の体表模様は生息環境に溶け込むための隠蔽効果があるが、成長に伴う役割の変化とともに体表模様の消失および新たな体表模様の発現が確認されている。そのため、本種の体表模様変化をこれまでに得られた体重データと共に解析することで、視覚的に成長段階の推定が可能になると考えた。

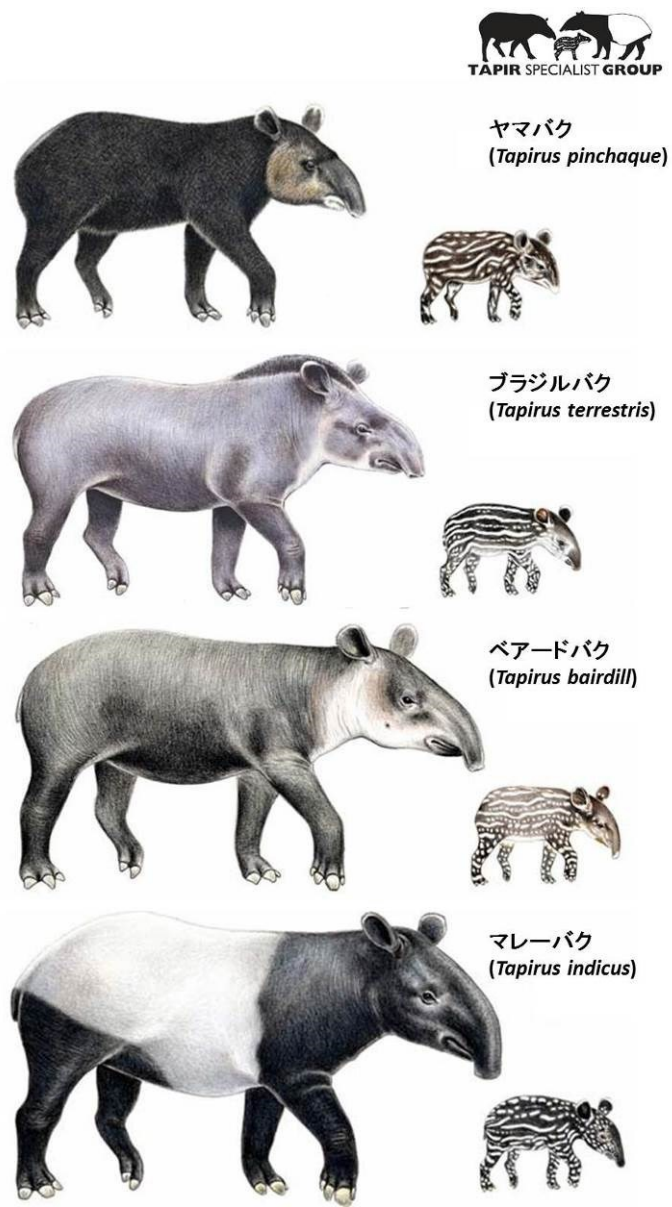


図 3-1 バク科 4 種の成獣および幼獣の体表模様図

(Tapir specialist group, 2008)

3.2 材料と方法

横浜市立繁殖センター（神奈川県横浜市旭区川井宿町）において繁殖研究のため飼育管理されているマレーバクの子 2 個体（2008 年 9 月 3 日生，雄，国内血統番号 No. 97；2008 年 10 月 12 日生，雄，国内血統番号 No. 98）を供試した（表 2-1 と図 2-1）。デジタルカメラ（Panasonic DMC-FZ18）で供試個体の左体側部を週に 1 回ないし 2 回撮影し、測定試料とした。撮影は、野外放飼場で行ない、各個体の出生後約 10 ヶ月間に No.97 は 47 回、No.98 は 46 回の撮影を行った。撮影画像は、色の濃淡を用いる明度により解析するため画像解析ソフト（Adobe Photoshop CS3 Extend）でグレースケール変換した。明度の測定位置は、肩高骨前端部から尾根部を胴長、腰部から腹底部を胴深とし、本画像解析ソフトのアプリケーションである「ものさしツール」を用いて長さを測定する、定位置で行った。測定位置は、幼獣時の縞模様と斑点模様が重ならない茶褐色の体表部分であり、将来白色の鞍模様が出現する 2 箇所を正方形に設定した。設定した測定位置の面積内の明度の平均値を、画像解析ソフトを使用して測定した。撮影日や撮影時の天候などの違いを補正するため、成長に伴う変化が少ない耳の先端部の白色の明度を対象色とし、明度の相対値を算出した。相対値化した値を基準として、明度値が 1 以上を示した場合は、体表模様の変化が完了したものとした。明度値の変化と日齢の関係については、回帰分析を用いて解析した。

3.3 結果

成長に伴う体表模様の変化については図 3-2 に示した。出生時の仔の体表模様（0 ヶ月齢）は、茶褐色の体表に白色の斑点があるウリ坊模様であったが、2 ヶ月齢には、ウリ坊模様を呈したまま成獣時の体表模様である白黒模様が現れた。成獣時の模様は胴部の中央が白色の鞍模様を呈するため、ウリ坊模様に重なって白色の鞍模様が確認できた。その後徐々に、ウリ坊模様の斑点が薄くなり 4 ヶ月齢では、首筋に白色の斑点が残っているが、白黒模様で黒色となる頭部から前肢までの部分と四肢及び尾部の体表の色が濃くなり、白色となる胴部の中央の体表の白色がはっきりと現れより明るくなった。5 ヶ月齢以降では、体表模様の変化は認められなかった。

撮影画像の解析により、本種の明度は出生直後から急激に変化することが明らかとなった（図 3-3）。No.97 は、出生後 119 日齢以前は有意に明度値が増加し（ $R^2=0.902$ 、 $P<0.001$ ）、1 以上となった。また、119 日齢以降は明度値の変化が認められず（ $R^2=0.002$ 、 $P=0.84$ ）、体表模様変化が完了した。No.98 は、出生後 127 日齢以前は有意に明度値が増加し（ $R^2=0.902$ 、 $P<0.001$ ）、1 以上となった。また、127 日齢以降は明度値の変化が認められず（ $R^2=0.164$ 、 $P=0.06$ ）、体表模様変化が完了した。



図 3-2 マレーバクの仔の月齢と体表模様変化

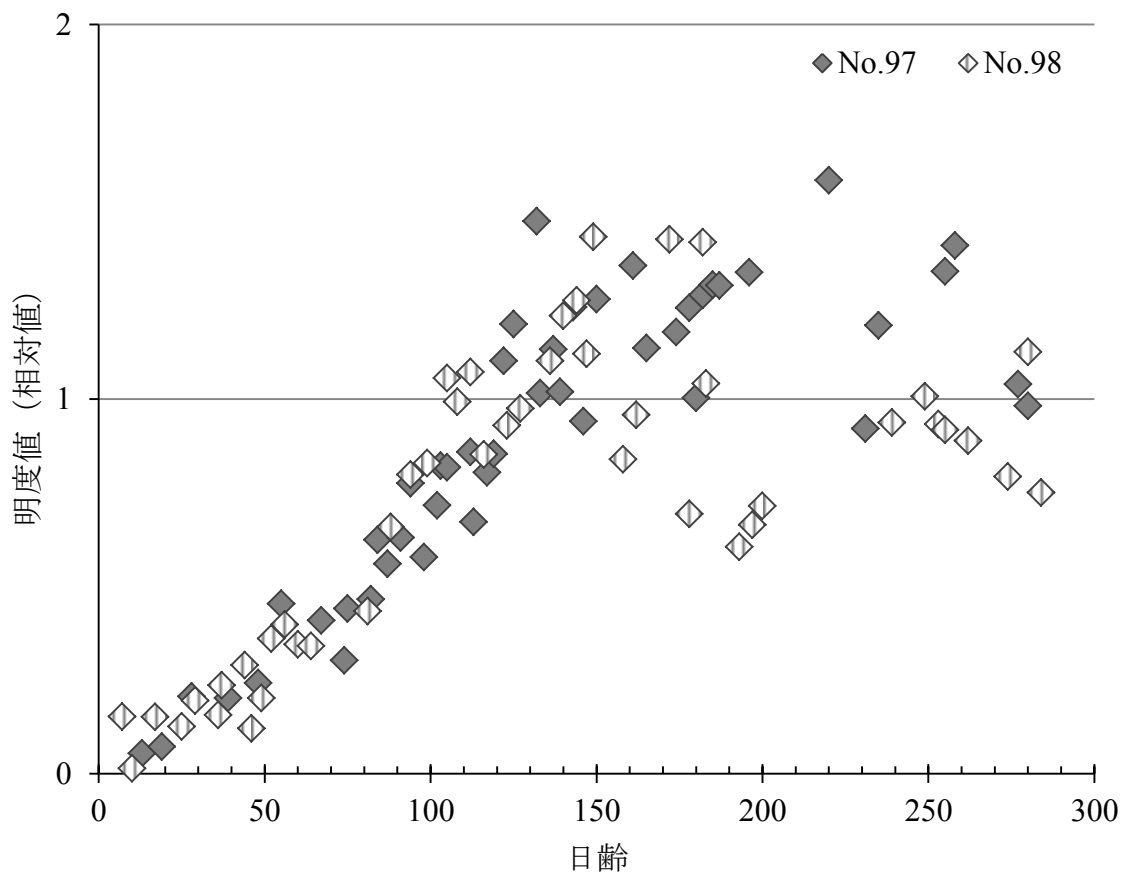


図 3-3 日齢に伴う各個体の明度 (相対値) 変化

3.4 考察

これまでの研究により、体表模様の明度値は出生直後から著しい変化が始まることが明らかとなった。バクの幼獣のウリ坊模様は草陰や岩の陰で身を潜めることで生息環境の背景に溶け込む保護色効果がある (Momin Khan, 1997)。前章において、本種の成長速度は速いことが明らかとなっており、木陰で身を潜めるなどの非活動で有効となるウリ坊模様は、短い期間しか効果を発揮しないためではないかと推察した。さらに、体表模様の明度値が 1 以上となり、体表模様変化が完了した時期は、前章で明らかとなった体重値が著しく変化する時期 (135~179 日齢) 以前に起こった。ウリ坊模様の斑点や縞模様は、体重増加による体表面積の増加により、大きく拡大していったことが考えられた。そのためウリ坊模様は、生息環境に溶け込みにくくなり、保護色としての効果が薄れてしまい、生存に不利になるのではないかと推察した。一方、体表面積が増加することで、成獣時の白黒模様は森林内での保護色としての効果が増すのではないかと考えられる。つまり、体表面積が大きくなる前に体表模様がウリ坊模様から白黒模様に移行したほうが、森林で生息する際に有利であることが推察される。そのため、体重変化が著しく変化する時期以前に、体表模様変化が完了したと考えた。

また、生後 119 日齢および 127 日齢以降には体表模様の明度変化が完了し、著しい体重変化が見られる 135 日齢前に外見が成獣時と変わらないまでに成長したことから、外見だけで身体的成長の終了

を判断するのは、早計であると考えた。

第 4 章 成長に伴う行動発達

4.1 緒論

成長に伴う行動の変化が、多くの種で報告されている。オジロジカ (*Odocoileus virginianus*) では生後 2 週齢の個体は 1 日の 8%しか活動せず多くの時間を休息に費やすが、生後 1 カ月齢には活動量が 2 倍になり、成長に伴う行動量の変化が報告されている (Jackson *et al.*, 1972)。木曾馬 (*Equus caballus*) の社会行動を対象とした研究では、親馬との距離が離れ仔馬の単独行動が増えるにつれ、探索行動の発現が認められたと報告されている (辻井と山崎, 2007)。マレーバクにおいても成長に伴う行動発達が考えられる。しかし、マレーバクは東南アジアの熱帯雨林や水辺付近の森林で生活する薄暮性動物であるため (Novarino, 2005)、野外における詳細な観察は困難である。そのため、これまで同一個体の幼獣から成獣に至るまでの行動変化を継続観察した研究はなく、成長に伴う行動発達は明らかにされていない。そこで本章では、飼育下繁殖個体を対象として、出生直後から 1 年間にわたり仔の行動観察を行い、成長に伴う行動量および行動タイプの変化を明らかにすることを研究目的とした。

4.2 材料と方法

横浜市立繁殖センター（神奈川県横浜市旭区川井宿町）において繁殖研究のため飼育管理されているマレーバクの仔 1 個体（2006 年 8 月 31 日生，雄，国内血統番号 No. 094）を供試した（表 2-1 と図 2-1）。

飼育施設は、屋内寝室 2 室（1 室あたり 5.2m×4.2m）と屋外放飼場（10.0m×10.2m）から構成されており、後者にはプール（2.8m×2.5m，深さ 0.8m）が設置されていた（図 4-1）。日中は屋外放飼場への出入りが自由であり、両方の利用が可能であった。同施設は非公開で道路や住宅からも隔離されていることから、人間による干渉や騒音等のストレスは比較的少ない。

2006 年 8 月 31 日の誕生日から翌年 9 月 1 日までの 1 年間にわたり、終日、仔の行動を寝室に設置した高感度ビデオカメラ（TK-S850，Panasonic）で撮影し（図 4-2）、別室に配置したビデオデッキ（AG-6740，Victor）を用いて録画した。録画は 5 倍速で行われ、24 時間分の映像を 1 本のテープ（5 時間/本）に収録した。出産月は連日、出産 1 ヶ月からは週に 1 回か 2 週に 1 回の間隔で撮影を行った。本研究では、1 日齢から 119 日齢までの間に録画された 4 本、120 日齢から 239 日齢までの 4 本、240 日齢から 365 日齢までの 2 本の、計 10 本（240 時間分）を選択し解析に供した。ビデオテープに録画された映像はビデオ・コンバーター（PcastTM，BUFFALO 社）を用いて MPEG 形式に変換し、行動の質的分析支援ソフトである mivurix（荒川，2005）

を用いて解析した。

録画された仔の行動をモニター画面上で予備観察し、解析に適した行動タイプを抽出してエソグラムを作成した（表 4-1）。行動タイプは大きく、“休息（rest）”と“活動（activity）”に分類した。さらに“活動”を、“吸乳（sucking）”、“摂食（eating）”、“静止（standing）”、“移動（locomotion）”、“探索（exploration）”に細分化し解析した。なお、エソグラムの作成には Anne（1984）および Brent *et al.*（2003）の研究を参考にした。

行動解析は、24 時間/1 本の映像データごとに、各行動タイプの発現時間（分）および発現時間帯を記録し行った。日内割合は、各日齢で観察された全行動タイプの総発現時間に対する各行動タイプの発現時間を百分比（当該行動タイプの日内発現時間/総発現時間×100）として表した。

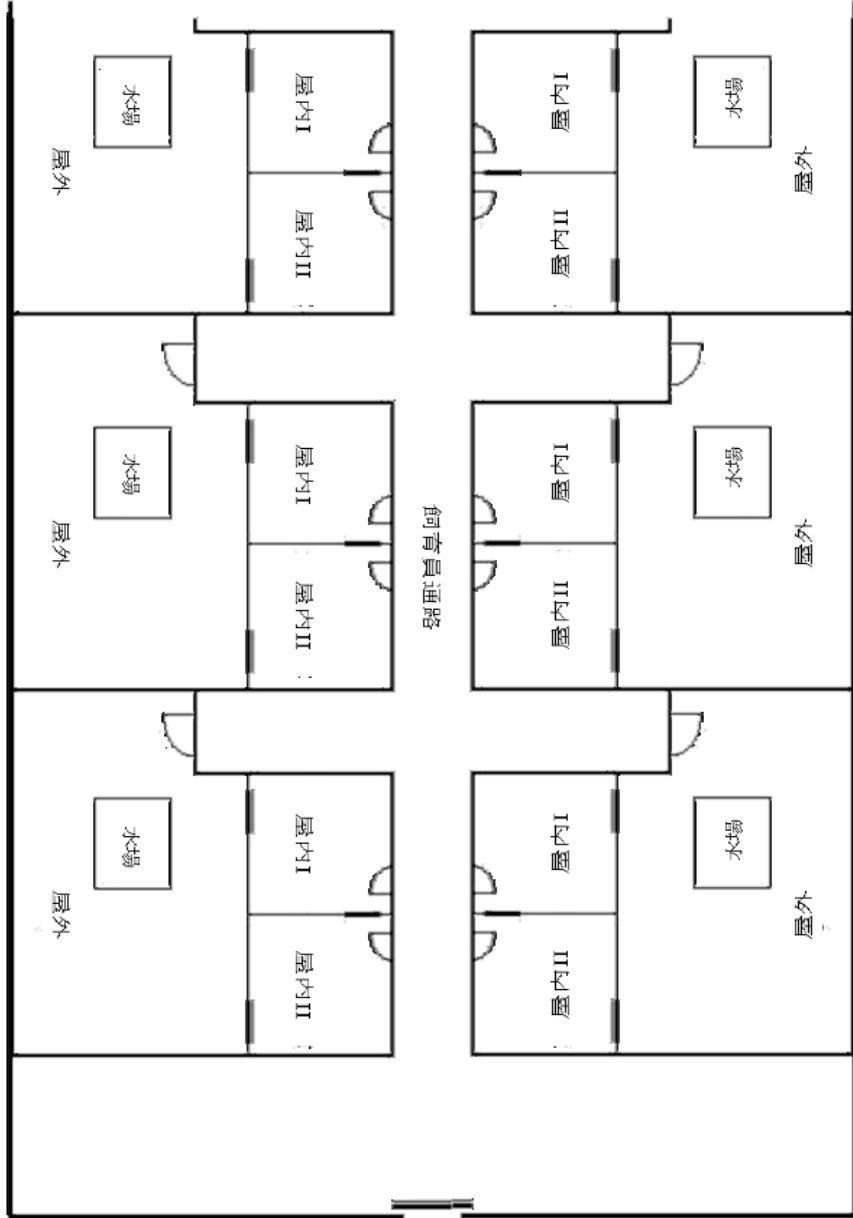


図 4-1 横浜市立繁殖センターのマレーバク飼育施設



図 4-2 高感度ビデオカメラとバク舎の屋内寝室
(横浜市立繁殖センター)

表 4-1 行動タイプの種類と各行動タイプの定義（エソグラム）

行動タイプ	定義	
休息 resting	1) 特に動きがない 2) 座位、伏臥位、横臥位の姿勢	
吸乳 sucking	1) 乳首を吸う 2) 伏臥位の姿勢で母乳付近に顔をうずめる	
摂食 eating	1) 餌を食べる、水を飲む 2) 口元に食べ物があり口を盛んに動かす	
活動 activity	静止 standing	1) 特に動きがない 2) 立位の姿勢
	移動 locomotion	1) 場所を移動する、向きを変える 2) 歩く、走る
	探索 exploration	1) 匂いを嗅ぐ 2) 周囲を見渡す 3) 頭を下げ鼻を地面に向ける 4) 頭を上げ鼻を持ち上げる

4.3 結果

成長に伴い“活動”の日内割合が増加し、逆に“休息”の日内割合は減少した。出生後の1ヶ月間は、“休息”の日内割合が高く、30日齢においても50%以上を占めていた。“活動”の日内割合は出生後増加傾向を示し、120日齢頃に最も高い割合(60.1%)を示した。120日齢以降は再び“休息”の日内割合が増加し、“活動”の日内割合が減少した(図4-3)。

1. 休息

回帰分析を用いて、成長に伴う“休息”の行動量の変化を解析した。1日齢では1日の72.8%を“休息”に費やしたが、その後減少傾向を示し、120日齢で示された最小値の39.9%まで、有意に減少した($P<0.05$)。しかし、120日齢以降は360日齢の57.4%にかけ、有意に増加した($P<0.05$) (図4-3)。また、1日齢、120日齢および360日齢の“休息”の持続時間量を比較した。1日齢は昼夜の区分なく“休息”が見られ、1回の持続時間量の最大は83分だった。120日齢は、1日齢と同様に昼夜の区分なく“休息”が見られたが、持続時間量が増加し1回の持続時間量の最大は131分だった。360日齢は、“休息”の時間帯が主に飼育作業が終了する夕方6時から翌朝の6時に集中し、1回の持続時間量の最大は264分だった(図4-4)。

2. 吸乳・摂食

生後1週齢以降は、“吸乳”と“摂食”が活動を最も多く占める行動であり、120日齢まで増加傾向を示した(46.9%)。“吸乳”は成長に伴い増加傾向を示し、120日齢で最大値(31.0%)を示した後、減少傾向を示した。“摂食”は、成長に伴い増加傾向を示し、230日齢で最大値(19.6%)を示したが、160日齢から360日齢間の変化はわずか0.8%の増加であった(図4-3)。

3. 静止

生後1年間を通して増減を繰り返し認められる行動であったが、最大でも1日の4.2%(360日齢)しか占めない行動であった(図4-3)。

4. 移動・探索

“移動”は生後1カ月齢以内で多く認められ、30日齢では最大値(15.4%)を示した。“探索”は、生後1カ月ではほとんど認められない行動であったが、80日齢で最大値(9.8%)を示した。“移動”と“探索”の間にはスピアマンの順位相関係数の検定により負の相関が認められた($\rho = -0.915$ 、 $P < 0.01$)。80日齢で“移動”よりも“探索”の割合が多くなったが(“移動”：4.1%、“探索”：9.8%)、120日齢および160日齢で“探索”が減少し、“探索”よりも“移動”の割合が多くなった。その後、再び“探索”の割合が増加した(図4-3)。

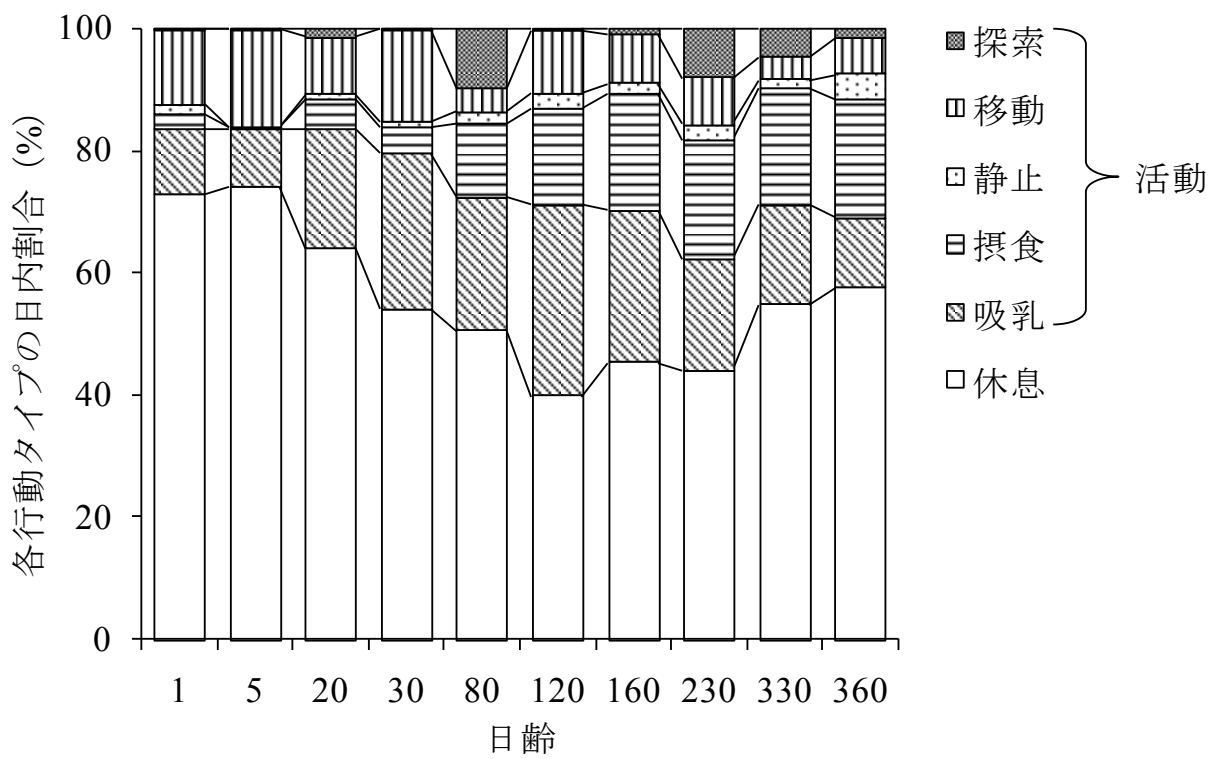


図 4-3 各日齢の総観察時間内に認められた各行動タイプの発現時
間割合 (日内割合)

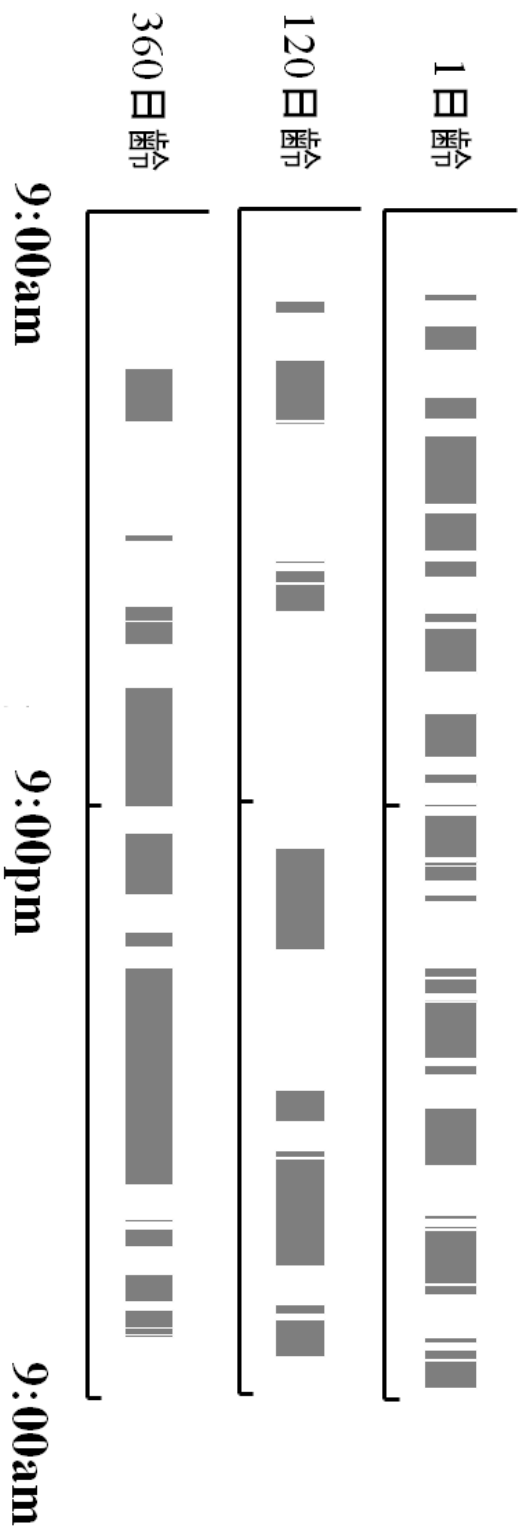


図 4-4 出生後 1 日齢、120 日齢および 360 日齢における“休息”の持続時間量の変化

■ “休息”している時間

4.4 考察

本観察結果により 1 個体のみの結果ではあるが、生後 1 年間でみられる飼育下マレーバクにおける、行動の日内割合の変化など行動発達の過程が明らかになった。

本研究期間中に、“休息”と“吸乳”、“摂食”で大きな変化が認められ、これら 3 つの行動タイプは生後 1 年間を通して、本研究個体の主な行動であると考えられた。“静止”は最大でも 4.2%しか認められない行動であった。“移動”と“探索”の間は、負の相関が認められ、この 2 つの行動タイプの相互関係が占めされた。

30 日齢までは“休息”が主であり、1 日の 5 割以上を占めていた。生後 1 週間のオジロジカ (*Odocoileus virginianus*) は、日内活動割合が 8%以下であり、それ以外は草陰の中に身を潜めコヨーテ (*Canis latrans*) などからの捕食を避けていることが明らかにされている

(Jackson *et al.*, 1972)。マレーバクも、幼獣期における“休息”の占める高い割合は、森林内で外敵から身を隠す生存戦略に関係していると考えられる。しかし、外敵の存在しない飼育下でも、この時期に“休息”が大きな割合を占めていることから、単に保身のみならず、身体的および心理的発達に必須な生得的行動であると推察される。このことは、必ずしも“活動”が適切な飼育環境を反映したものではなく、ある時期においては“休息”、つまり動かないことも個体にとって大切な行動であることを示唆している。今後、成長期の仔の内分泌や休息時の母仔間距離を研究することで、幼獣期にお

ける“休息”の意義が解明されることを期待したい。野生のマレーバクは薄暮型の行動を示し18時から4時の時間帯に活動すると報告されている（Novarino, 2005）。また、野生の草食獣はごく短い眠りをわずかにとるだけと報告されている（Meddis, 1975）。しかし、本研究個体において360日齢に、“休息”が夕方6時から翌朝の6時の間に集中する傾向が認められ、さらに1回の持続時間量の増加が認められた。このことから、野生個体に認められている薄暮型の行動パターンは、遺伝的に固定されたものではなく、動物園などの外敵から守られた安全な状況においては、容易に変化する行動パターンであり、外敵の存在という環境要因に対応する学習的適応であると考えられる。

“吸乳”の日内割合は120日齢まで増加傾向を示したが、その後成長に伴い減少した。“摂食”の日内割合は、生後1年を通して増加傾向を示し、20日齢には母乳以外の餌を食べる採餌行動が多く認められた。同じ奇蹄類である木曾馬では、成長に伴い仔馬の吸乳回数減少が認められている。また、30日齢より餌を食べ始め、60日齢には母親と同様な採餌行動を見せることから、この時期には母乳に対する依存度が減少すると考えられている（辻井, 1986）。本研究個体は、120日齢までは“吸乳”の日内割合が増加しており、さらに230日齢には“吸乳”よりも“摂食”が高い日内割合を示していたことから、摂食欲求が優位になってきたと考えられた。よって、少なくとも230日齢には、母乳もしくは乳首に対する依存度が低下して

いると考えられる。ヒツジ (*Ovis aries*) では、人工哺育や早期に母獣と離された幼獣は、成熟してからも高頻度に吸乳行動が見られるなど、心理的発達の不安定さが観察されている (Napolitano *et al.*, 2002)。さらに、早期に強制的に母獣と分離された実験用マウス (Balb/c mice) は、攻撃的行動が多く見られ (Kikusui *et al.*, 2004)、ヒツジは指吸いや他個体もしくは無機質な物体に対する過剰な吸乳行動などの異常行動の発現が知られている (Napolitano *et al.*, 2008)。このように、母親との早期分離は、仔の心理面に大きな影響を与え、健全な発育を妨げる可能性がある。マレーバクにおいても、母乳もしくは乳首に対する依存度が低下する 230 日齢以降に母仔分離を行う必要があると考える。飼育環境が行動に与える影響は大きく、ニホンザル (*Macaca fuscata*) やシシオザル (*Macaca silenus*) では、給餌方式を変えることで採餌行動に変化が見られている (柳原ら, 1994)。外敵が存在しないで餌が定時的に提供される飼育下では、給餌に依存して“摂食”の行動パターンが変化すると考えられている (Hosey, 1989 ; Smith *et al.*, 1989)。一方、飼育下動物は、概して行動パターンが単純になり、季節による変化も少なくなると報告されている (Morimura and Ueno, 1998)。“摂食”に関する行動パターンの多様化を図るには、“吸乳”から“摂食”に移行する 230 日齢頃の給餌方式 (朝夕 1 回の定時給餌) を再考する必要があると考える。

30 日齢に“移動”が最大値 (15.4%) を示した。これは、母親との随伴行動時間の長さが反映されていると考えられる。80 日齢まで

随伴行動の割合が高く、未だ授乳と保護を必要とする仔が母親の生活リズムに合わせて行動していることを示している。80日齢に満たない仔を、展示や搬出等を目的として母親と分離することは、健全な心理的発育の観点から慎重に計画する必要があると考える。

80日齢および230日齢において“探索”の日内割合の増加が認められた。“探索”の増加は母親への随伴行動が減少し、母親以外の外界への興味が増加したために起こったと考えられ、これまでのように母親からの保護を必要とせず、外部環境に対して積極的に関与してゆく心理面での発達が推察される。野生マレーバクの行動圏は、幼獣で0.52km²、成獣の雄で12.75 km²であり、1日に移動する距離は、平均0.32kmと報告されている(Williams, 1979)。Clubb and Mason (2003)は、野生における行動圏の広さと、飼育下における常同行動の発現率は、比例していることを明らかにした。このことから、飼育下における施設面での限界はあるが、成長に伴う行動範囲の拡大に対応し、探索欲求を充足できる変化に富んだ環境作りが大切であると考える。野生のマレーバクは他個体と行動圏を共有しており(Williams, 1979)、面積的に制限される施設では、成長に伴い他個体の運動場や寝室との交換(Coe, 1995)、仔が興味を示すような遊具の用意(応答環境の整備)などの工夫も考えられる。

本研究において、マレーバクの成長に伴う身体的および心理的な発達が明らかになり、生後1年以内での離乳の可能性が示唆された。しかし、本研究期間中は終日、仔と母親が同居しており、明確な離

乳は確認されず、仔の行動のみでは、離乳時期を特定できなかった。ヒトを含む多くの哺乳類で、授乳や離乳が仔の心理面にさまざまな影響を及ぼすことが分かっており（中尾ら，2001；Napolitano *et al.*，2002；Kikusui *et al.*，2004；Napolitano *et al.*，2008）、健全な心理的発育には、適切な離乳時期と離乳方法を講ずる必要があると考えられている。飼育下マレーバクにおいて、栄養面と心理面を共に考慮した適切な離乳時期は未だ明らかになっていない。出生仔を次世代以降の繁殖に参加させるためには、発達面で問題が生じない離乳時期の特定が不可欠である。今後、離乳時期が異なる個体の行動を少なくとも性成熟後まで長期間モニタリングし、成長に伴う行動発達の比較を行う必要がある。

第 5 章 成長に伴う吸乳回数の変化

5.1 緒論

哺乳動物は、出生後に母親からの哺乳によって成長するという特徴をもつ（宮本，1989）。そのため、哺乳時に見られる吸乳行動は幼獣特有の行動であると考えられる。実際、ウマ（*Equus caballus*）において発育すると吸乳回数の減少が報告されている（Waring, 1983）。マレーバクにおいても同様な変化が考えられるが、これまで本種において吸乳回数に関する研究報告例はない。

そこで本章では、“吸乳”を対象としたマレーバクの成長に伴う行動変化を明らかにすることを研究目的とした。

5.2 材料と方法

母親との同居が生後 1 年間行われたマレーバクの子 3 個体（2006 年 8 月 31 日生，雄，国内血統番号 No. 094；2008 年 9 月 3 日生，雄，国内血統番号 No. 97；2008 年 10 月 12 日生，雄，国内血統番号 No. 98）を供試した（表 2-1 と図 2-1）。

各個体で出生後 1 年間、ビデオ撮影を行った。撮影方法は、第 4 章で示した方法と同様である。No. 94 の個体は計 25 本（600 時間分）、No. 97 は計 12 本（288 時間分）、No. 98 は計 7 本（168 時間分）のビデオを解析に用いた。ただし、No.98 は出生後 225 日齢で母親が死亡したため、本個体のみを経時的な吸乳回数変化の解析は除いた。

“吸乳”は、母親が横臥位の姿勢を取った状態で、仔が母親の乳房付近に、顔を寄せるまたは埋める行動と定義した。吸乳回数は、仔が“吸乳”の行動を見せてから第 4 章で記した他の行動タイプを発現するまでを 1 回と数えた。また、乳房付近から顔を上げるなど、乳房から顔を離す行動が 1 分以上続いた場合も回数を分けて数えた。

吸乳回数は、1 日の合計回数の経時変化と、主に飼育作業が行われる朝 9 時から夕方 6 時までの 9 時間を日中、夕方 6 時から翌朝 9 時までの 15 時間を夜間とした、時間帯別回数の経時変化を解析した。

吸乳回数の変化は、最小二乗法を用いた回帰直線の傾きから判断した。また傾きの有意性は、回帰の有意性の検定を用いて判定した。

5.3 結果

出生後 1 年間の吸乳回数の変化は、No.94 および No.97 の両個体において、成長に伴い減少が認められた (No.94 : $P < 0.005$ 、No.97 : $P < 0.005$) (図 5-1)。また 3 個体の吸乳回数の変化を時間帯別で解析したところ、出生後 1 年間を通して日中の吸乳回数は有意に減少したが ($P < 0.001$)、夜間の吸乳回数は、変化が認められなかった ($P = 0.06$) (図 5-2)。夜間の吸乳において回数の変化は見られなかったが、成長に伴い 1 回あたりの吸乳の時間が長くなり、仔が吸乳中に突然、横臥して休息する行動が確認された他、母親が授乳を中断させるなどの消極的な態度も見られた。

日中の吸乳回数は、とくに 90 日以降に有意に減少した ($n = 26$ 、 $t = -2.863$ 、 $P < 0.01$) (図 5-3)。また、各個体の出生後約 1 年間における日中と夜間を合計した 1 日の平均吸乳回数は、No.94 が 10.2 回 (範囲 : 5~22 回)、No.97 が 7.6 回 (範囲 : 1~12 回)、No.98 が 10.0 回 (範囲 : 8~12 回) であった。

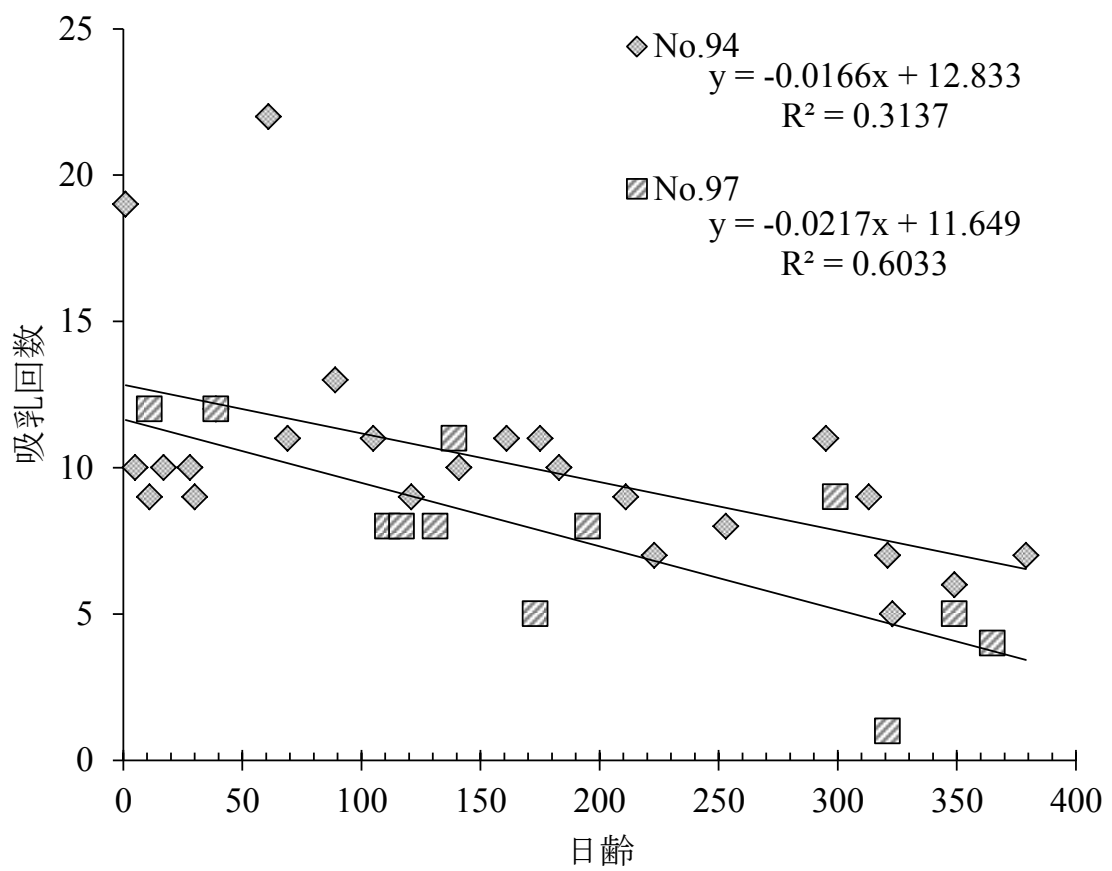


図 5-1 出生後 1 年間の吸乳回数の変化 (個体 : No.94、No.97)

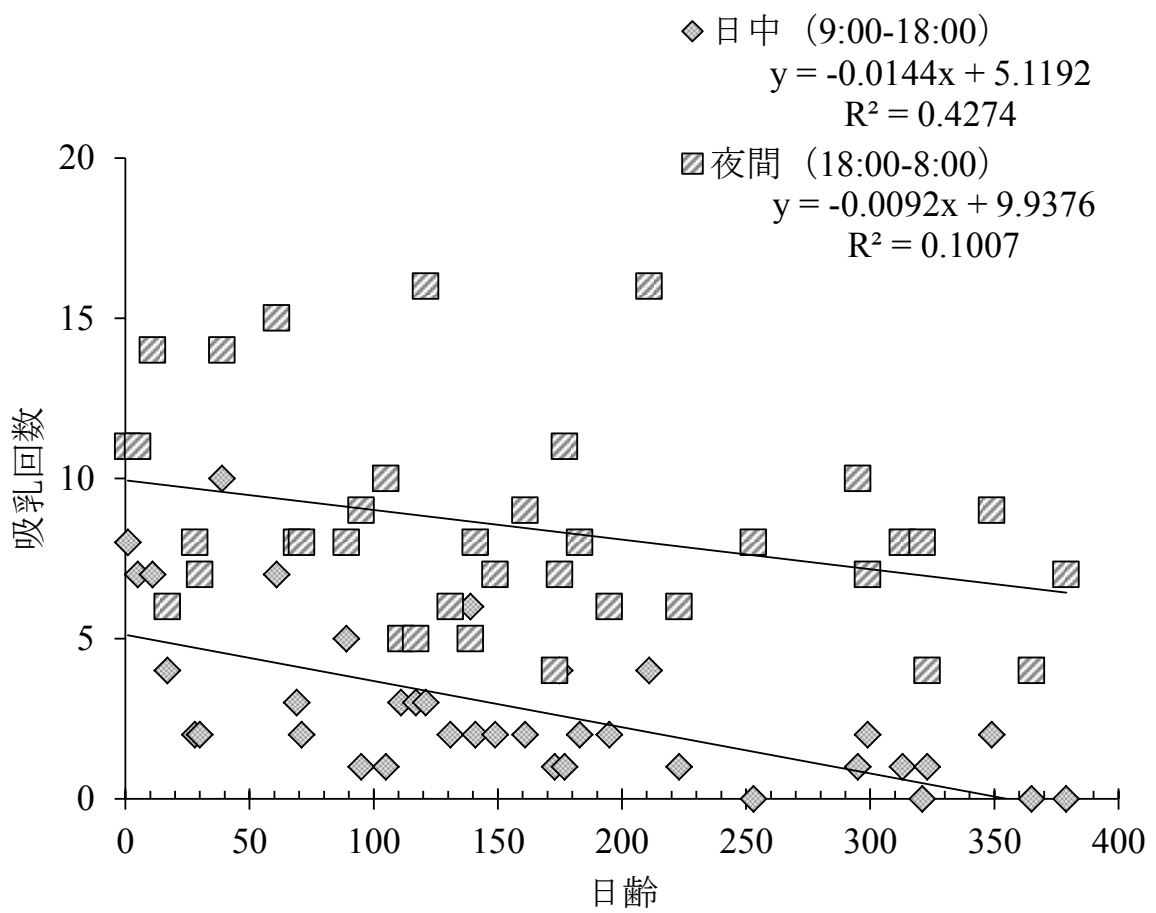


図 5-2 時間帯別の出生後 1 年間の吸乳回数の変化 (3 個体分)

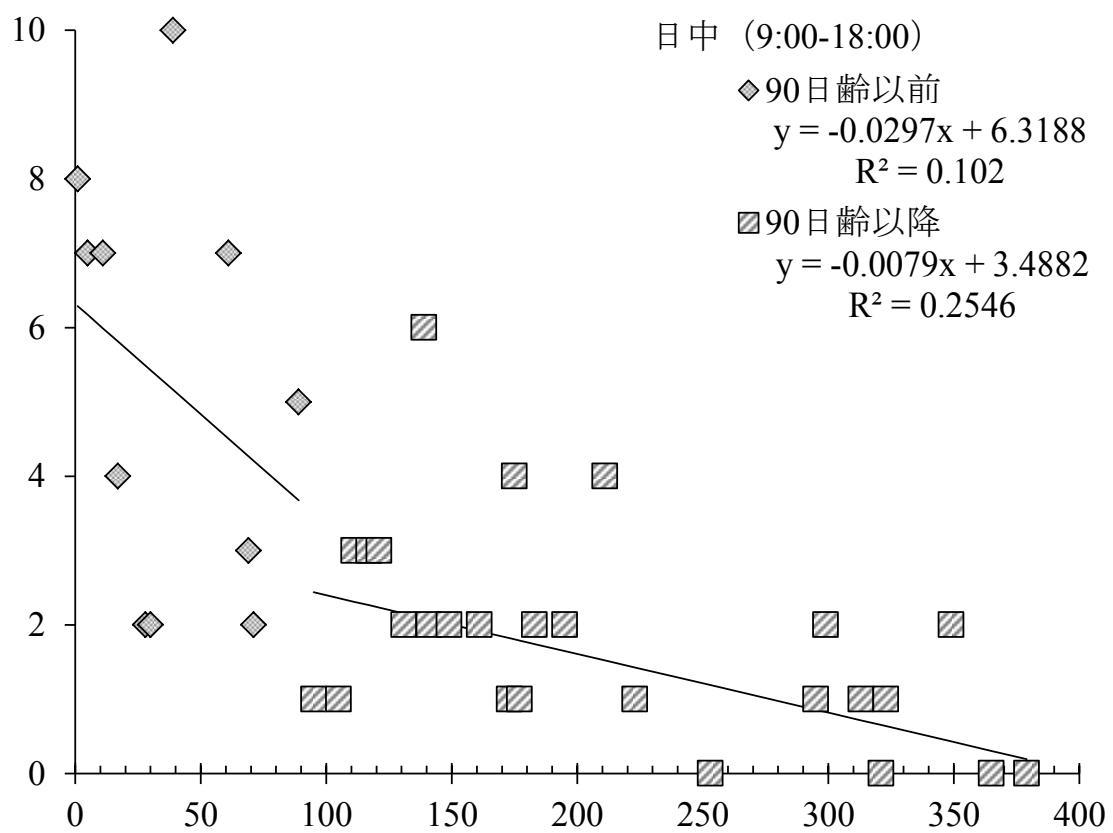


図 5-3 日中の出生後 1 年間の吸乳回数の変化 (3 個体分)

5.4 考察

本研究個体において、生後1年間で吸乳の減少が認められた。木曾馬において吸乳回数の変化は、仔の採餌行動および行動発達に伴い減少すると報告（辻井と山崎，2007）されていることから、吸乳回数の変化は仔の行動発達の指標となる行動と考えられる。本研究個体において、日中の吸乳回数が、生後90日齢以降に有意に減少したことから、生後90日齢以降は吸乳による母乳からの栄養摂取などの役割が減少していると考えられた。さらに、このように日齢に伴う吸乳回数の変化が確認されたことから、日中の吸乳回数を指標とした行動発達の判定が可能であることが示された。

しかし、生後1年間を通して夜間の吸乳回数は変化が認められず、仔が母親のお腹を鼻先で押して授乳を要求し、“吸乳”を行う様子が確認された。この行動は、第4章で明らかにした“摂食”の日内割合が増加し、母乳以外からも十分に栄養摂取が行えていると考えられる時期においても見られた。そのため、栄養摂取以外の目的で“吸乳”を行う、乳首への心理的依存が残っていると考えた。ヒツジにおいて、幼獣時に十分なおしゃぶり行為が行われなかった個体が成熟してからも高頻度でおしゃぶり行為を行う（Naplitano *et al.*, 2002）。また、実験用マウスにおいては早期に強制離乳された個体には攻撃的行動が多く見られ、指吸いや他個体もしくは無機質な物体に対する過剰な吸引行動などの異常行動が多く発現する（Kikusui *et al.*, 2004 ; Napolitano, 2008）という報告がある。以上のことから、不安

などの精神的ストレスを緩和させるためだけでなく、正常な心理面の発達のためには、確認が容易な日中の吸乳回数のみで、仔の心理的面で発達を判断することはできないと結論した。

第6章 乳中タンパク質（TP）値変化

6.1 緒論

哺乳動物の母乳は、仔を正常に成育させる上で重要な役割を担い（片岡，1992）、主に水分、全固形分、脂肪、タンパク質、ラクトースそして灰分から成る。特に、タンパク質はもっとも重要な栄養成分に位置づけられている（仁木，1996）。その成分含量は、動物の種や産仔数、食性、育仔方法等によりさまざまであり、1.0%から23.7%の範囲に及んでいる（Jenness and Sloan，1970）。また、多くの動物では、泌乳期に乳中の成分含量が段階的に変化することが分かっている（Green *et al.*，1980；小林ら，1986；Klobasa *et al.*，1987；Adkins *et al.*，1997；2001；Zhang *et al.*，2005；Riek and Gerken，2006）。そのため、母乳が出生仔の栄養供給源としての役割を担う時期を理解するには、泌乳期間中の継続的な乳成分の測定が必要であるが、ケルダール法や色素法、ビウレット法などの従来タンパク質測定方法では、多量の乳試料が必要である（吉川と小池，1990；文部科学省，2005；本間ら，2012）。一方、多くの飼育下野生動物では、育仔期に母体に触ることが困難な動物種が多く、たとえ母体から乳を採取できたとしても乳量が少量であるなどの制限要因があるため、家畜のように多量試料を用いた乳成分分析を継続的に行うことは困難である。微量な乳試料で短時間に測定が可能なドライケミストリー法による乳中タンパク質値の測定は、従来測定法による結果と高

い相関関係が認められており（本間ら，2012）、飼育下野生動物においては微量試料を用いた乳成分の経時的な変化を明らかにできる点で有用な方法と考えられる。

そこで本研究では、乳成分やその経時的変化に関する報告が少なく、泌乳期における成分含量の変化が明らかにされていない絶滅危惧種であるマレーバクを対象として、ドライケミストリー法を用いた泌乳期間中における乳中総タンパク質（Total Protein，以下 TP と表記する）値測定の有効性を評価すると共に TP 値の変化について調べ、母親側から見た仔の成長発達を明らかにすることを目的とした。

6.2 材料と方法

測定に供した乳汁試料は、横浜市立繁殖センター（神奈川県横浜市旭区川井宿町）において繁殖研究のため飼育されているマレーバクの雌 2 個体（1993 年 1 月 6 日生，国内血統登録番号: No.060、1995 年 12 月 12 日生，国内血統登録番号: No.061、以下，個体名は No.060 と No.061 と表記する）から採取した（表 6-1，図 6-1）。乳汁採取は、2 回/週から 1 回/月の間隔で行った。乳汁試料は、No.060 において出産日（2008 年 9 月 3 日）から出産後 355 日の間に計 51 検体を採取し、No.061 において出産日（2006 年 8 月 31 日）から出産後 352 日の間に計 30 検体および出産日（2008 年 10 月 12 日）から出産後 225 日の間に計 35 検体を採取した（以下、No.060 からの乳汁試料を No.060 ①、No.061 の 2006 年の乳汁試料を No.061①および 2008 年の乳汁試料を No.061②と表記する）。乳汁試料の採取は無保定下で行われ 50ml のコニカルチューブに採取後、測定時まで-24℃で凍結保存した（図 6-2）。乳中 TP 値の測定は、全乳を用いて、生化学自動分析装置（富士ドライケム 3030，（株）富士フィルム）によるドライケミストリー法を用いて行った。

表 6-1 母親の個体情報

No.	個体名	性別	生年月日	出生地	繁殖歴
60	ミミ	雌	1993年1月6日	ゲンビバラロカ動物園(インドネシア)	2008/9/3(2産目)
61	マヤ	雌	1995年12月12日	セマラング動物園(インドネシア)	2006/8/31(1産目) 2008/10/12(2産目)

※No. : 国内血統登録番号



図 6-1 横浜市立繁殖センターで飼育管理していたマレーバク
(母親 (上 : No.060、下 : No.061))



図 6-2 乳汁試料の採取風景（上）および授乳の様子（下）

6.3 結果

泌乳期の進行に伴い、乳中 TP 値に変化が認められた。出産日に乳汁採取が可能であった No.061 の乳中 TP 値は、No.061①が 9.2g/dl、No.061②が 10.3g/dl であった。両値とも、出産後 1 年間で最も高い値であった。その後乳中 TP 値は著減し、24 時間以内に No.061①は 4.1g/dl、No.061②は 3.6g/dl を示した。出産後から平均 158 日の間は（範囲：140～173 日）、No.060①、No.061①および No.061②において、乳中 TP 値に顕著な変化が認められなかった（平均±標準偏差：3.7±0.5g/dl、範囲：2.1～5.4g/dl）。しかしその後、No.060①は出産後 306 日までの間、No.061①は出産後 328 日までの間および No.061②は出産後 225 日までの間、緩やかな増加傾向（それぞれ $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.02$ ）が認められ、各乳中 TP 値は 6.8g/dl、8.0g/dl および 5.8g/dl を示した（図 6-3）。

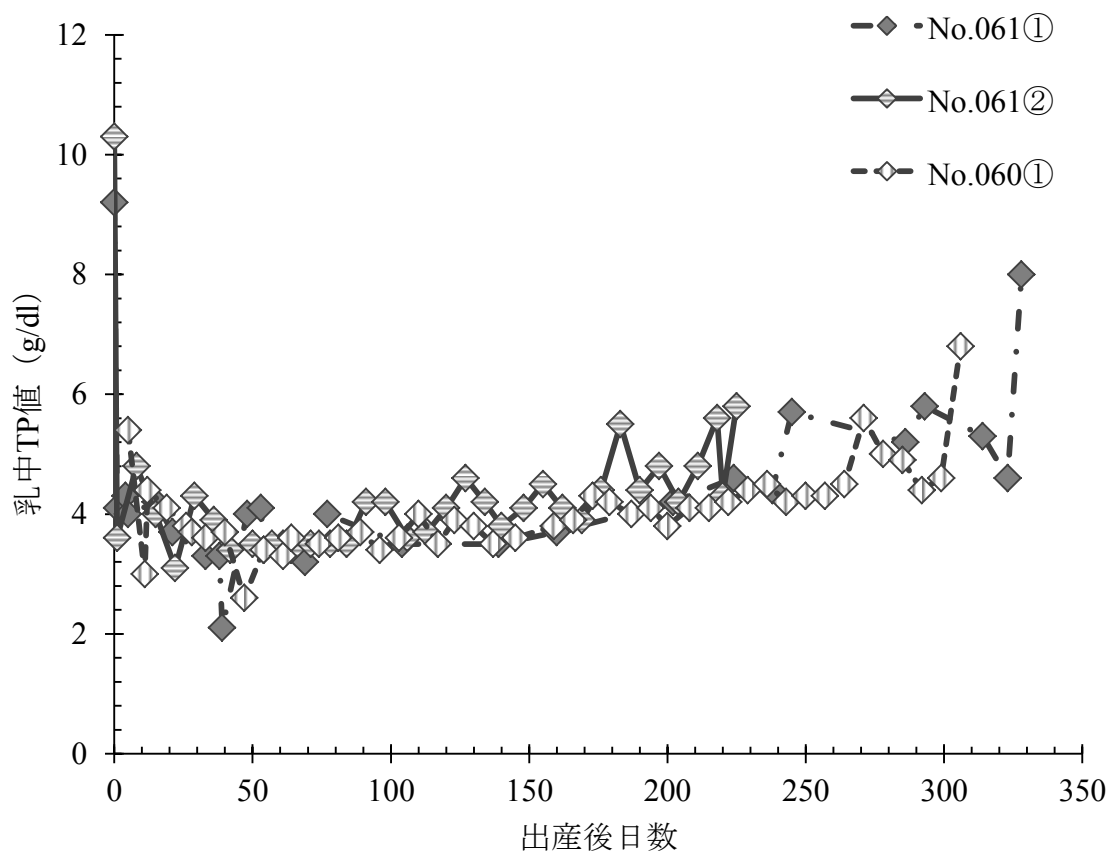


図 6-3 出産後 1 年間の乳中 TP 値変化

6.4 考察

各種動物の初乳は、乳中 TP 値が高く免疫グロブリンを多く含んでおり、仔が初乳の採取により受動免疫を獲得し、感染防護に大きな役割を果たしている（吉田ら，1998；William, 1999）。仔への免疫グロブリンの移行様式は種により異なり、初乳中に多くの免疫グロブリンが含まれる期間は、ウシ（*Bos taurus*）やヤギ（*Capra hircus*）で 24 時間、ブタ（*Sus scrofa domesticus*）やウマ（*Equus caballus*）で 24～36 時間、イヌ（*Canis lupus familiaris*）やネコ（*Felis silvestris catus*）で 24～48 時間と報告されている（藤原，1981）。マレーバクにおいても、初乳中の乳中 TP 値が最も高い結果となり、免疫グロブリン含量によることが示唆された。さらに、24 時間で 55～65%の顕著な減少が認められたことから、本種における仔への免疫グロブリンの移行期間が少なくとも出生後 24 時間であり、そのため本期間の母乳が免疫システムを獲得するために重要であると考えた。各種家畜では泌乳期に乳中 TP 値が変化することが報告されており、ブタやラマ（*Lama glama*）では出産後 1 日または数日で乳中 TP 質は低値を示し、泌乳末期になると増加傾向を示すことから、この増加が泌乳期終了の指標となっている（Klobasa *et al.*, 1987；Riek and Gerken, 2006）。マレーバクにおいても同様な TP 質の変化が確認され、本種では出産 140～173 日以降が泌乳期の終了であると示唆された。このことから、マレーバクでは少なくとも出生後約 5 ヶ月間は授乳が必要であると考えた。

適切な授乳期間は、正常な仔の発育において欠かせない。授乳が短期間しか行われなかった場合、成熟後も不安行動や攻撃行動を多く発現し、過剰なおしゃぶり行動等の異常行動を発現する可能性がある（Napolitano *et al.*, 2002 ; 2008 ; Kikusui *et al.*, 2004）。マレーバクにおいても乳中 TP 値の経時的測定は、離乳時期や分娩後の繁殖を判断する上で参考になる検査項目であり、適切な授乳期間を明らかにするための重要なデータであることから、繁殖管理や域外保全を行う上で有用であると結論した。

第7章 乳中プロゲステロン (P₄) 値変化

7.1 緒論

動物の性周期や妊娠状態を知る上でプロゲステロン (P₄) 値の測定は有用である (中尾, 1986)。測定用試料としては、主に血液が用いられるが、糞尿や乳汁試料が用いられることもある。家畜では、血中 P₄ 値との相関が高いとされる乳中 P₄ 値の測定が発情判定、妊娠診断、分娩後の卵巢機能回復状態および卵巢疾患の診断などに利用されている (Hoffmann *et al.*, 1976)。飼育下野生動物においても、非侵襲的に採取可能な試料として乳汁試料の利用が考えられる。そこで、マレーバクを対象として乳中 P₄ 値の測定を試みた。本研究では、飼育下マレーバクの EIA 法による乳中 P₄ 値測定の評価と分娩後の乳中 P₄ 値変動を明らかにし、出産後の生理的变化に伴う母親への適切な飼育管理に役立てることを目的とした。

7.2 材料と方法

測定に供した乳汁試料は、横浜市立繁殖センター（神奈川県横浜市旭区川井宿町）において繁殖研究のため飼育されているマレーバクの雌 2 個体（1993 年 1 月 6 日生，国内血統登録番号: No.060、1995 年 12 月 12 日生，国内血統登録番号: No.061、以下，個体名は No.060 と No.061 と表記し、No.060 からの乳汁試料を No.060①、No.061 の 2006 年出産時の乳汁試料を No.061①および 2008 年出産時の乳汁試料を No.061②と表記する）から採取した（表 6-1，図 6-1）。乳汁採取は、2 回/週から 1 回/月の間隔で行った。乳汁試料は、No.060①において出産後 5 日から 355 日の間に計 32 検体を採取し、No.061①において出産後 1 日から 352 日の間に計 40 検体を採取し、No.061②において出産後 7 日から 180 日の間に計 24 検体を採取した。乳汁試料の採取は無保定下で行われ 50ml のコニカルチューブに採取後、測定時まで -24°C で凍結保存した（図 6-1）。

乳中 P_4 値の測定は、自作プレートを作成し酵素免疫測定法（EIA 法）で行った。乳汁試料は 10 倍に希釈し測定に供した。あらかじめヤギ抗ウサギ IgG（生化学工業）を固層化したマイクロプレート

（353915，BD Falcon™）に、測定試料または P_4 の標準液 $20\mu\text{l}$ 、HRP 標識抗原および P_4 の抗体 $100\mu\text{l}$ を混合し攪拌後、 4°C 下で 24 時間競合的抗原抗体反応を起こさせた。0.002M テトラメチルベンジン添加クエン酸溶液で 40 分間発色反応を起こさせた後、4N 硫酸で発色を停止した。測定プレートはマイクロプレートリーダー（Model550，

BioRad) を用いて波長 450nm で吸光度を測定した。P₄ の標準液は 8 段階の倍々希釈を行い、測定範囲は 0.04~10ng/ml であった。各試薬の使用時の希釈倍率は、HRP 標識抗原 (Progesterone-3-CMO-HRP, FKA301 (コスモバイオ)) が 10 万倍、抗体 (Anti-Progesterone-3(E)CMO-BSA IgG, FKA302-E (コスモバイオ)) が 50 万倍とした。

自作プレートの測定精度は、添加回収試験および希釈試験により判断した。添加回収試験は、10 倍に希釈した乳汁試料に対し 4 段階の各標準液 (0.16~1.23ng/ml) を同量添加し行い、回収率を算出した。希釈試験は、10 倍に希釈した乳汁試料をさらに 20 倍、40 倍、80 倍、160 倍に希釈し直線性の有無を検討した。

7.3 結果

添加回収試験時の乳中 P₄ 値測定の測定内変動係数は、 $4.86 \pm 2.5\%$ (平均±標準偏差)であり、添加回収率は $95.73 \pm 8.03\%$ であった(表 1)。希釈試験時の乳中 P₄ 値測定の測定内変動係数は、 $3.77 \pm 2.6\%$ であり、単回帰直線の決定係数は 0.9965 であった(図 7-1)。

各個体の測定内変動係数は、No.060①が $4.26 \pm 2.47\%$ 、No.061①が $5.07 \pm 2.86\%$ 、No.061②が $5.26 \pm 2.62\%$ であった。さらに各個体の乳中 P₄ 値変化について、No.060①の平均 P₄ 値は 19.53ng/ml (範囲：3.94～77.40 ng/ml) (図 7-2)、No.061①の平均 P₄ 値は 17.45ng/ml (範囲：2.86～71.18 ng/ml) (図 7-3)、No.061②の平均 P₄ 値は 10.51ng/ml (範囲：2.64～77.41 ng/ml) (図 7-4) であった。各個体の乳中 P₄ 値は出産後低値を示したが、その後増加傾向が示された。No.060①は出産後 90 日 (48.67 ng/ml) に増加が認められ、113 日には最大値を示した。No.061①は出産後 146 日 (26.58 ng/ml) に増加が認められ、205 日には最大値を示した。No.061②は出産後 144 日 (36.17ng/ml) に増加が認められ、172 日には最大値を示した。

表 7-1 添加回収試験における P₄ の添加濃度および回収結果

P ₄ の添加濃度 (ng/ml)	試料1			試料2		
	測定濃度 (ng/ml)	回収率 (%)	変動係数 (%)	測定濃度 (ng/ml)	回収率 (%)	変動係数 (%)
0	3.18		4.05	1.92		9.45
0.16	1.37	82.25	2.32	0.97	93.13	3.63
0.31	1.64	94.06	9.4	1.17	104.91	2.4
0.63	1.95	102.49	4.18	1.14	90.03	3.86
1.25	2.34	105.38	4.42	1.48	93.62	4.87
各試料						
		96.05	4.87		95.42	4.84
		10.375	2.663		6.522	2.722
全体						
					95.73	4.86
					8.029	2.539

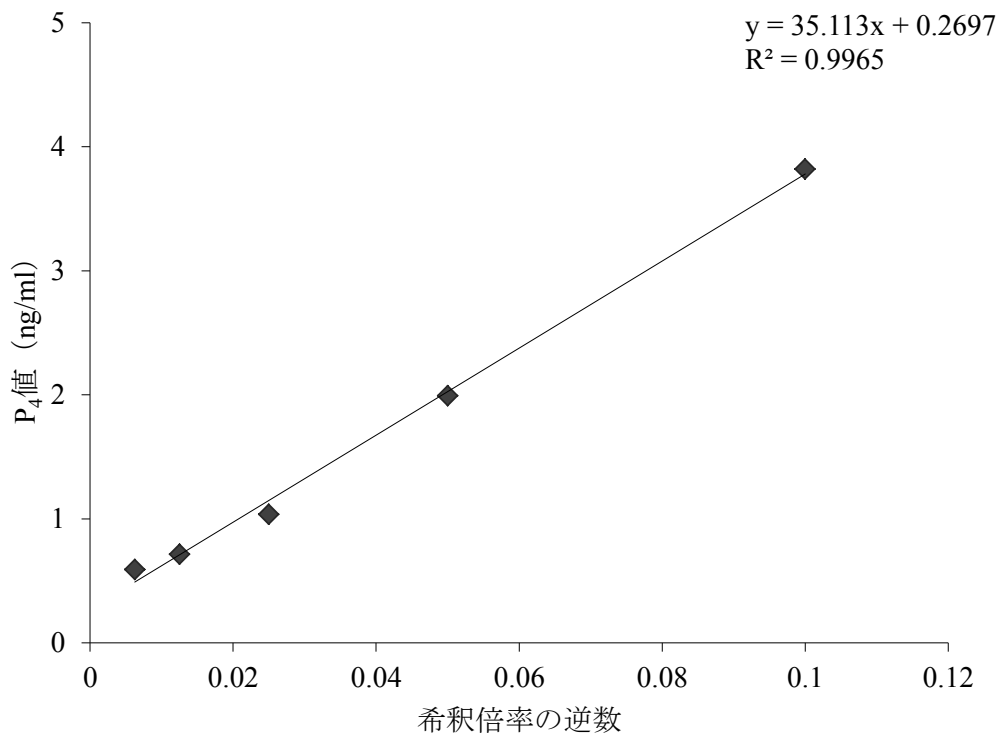


図 7-1 希釈試験結果

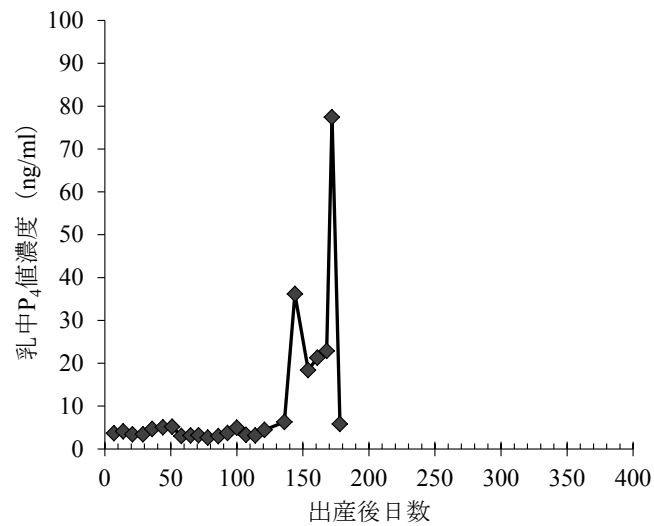
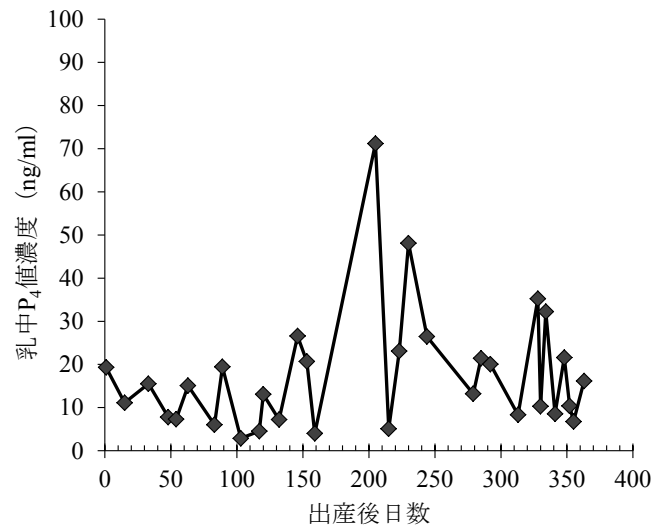
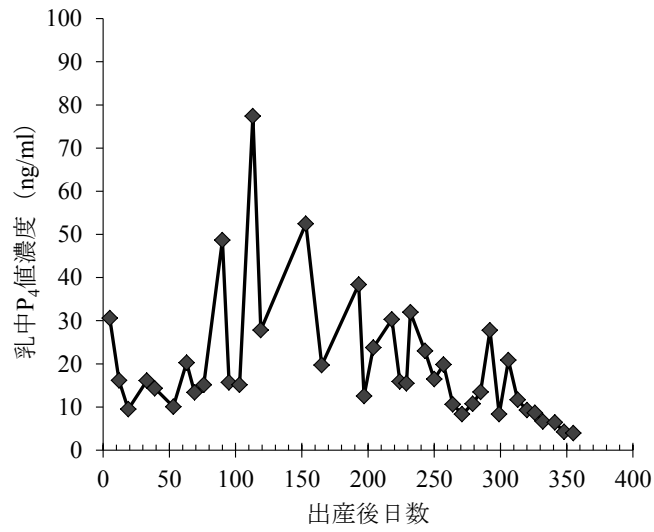


図 7-2 出産後 1 年間の乳中 P₄ 値変化

(上 : No.060①、中 : No.061①、下 : No.061②)

7.4 考察

添加ホルモンの回収実験において平均 95.73%の回収率が得られ、さらに希釈試験から高い直線性が得られたことから、本測定法の精度が確認され、本測定法を用いたマレーバクの乳中 P₄ 値測定は可能と考えた。

各試料で出産後 90 日、146 日、144 日以降に乳中 P₄ 値の増加が認められた。家畜ウシでは、出産後に乳中 P₄ 値が増加し、1ng/ml 以上を示した場合、発情が回帰したと判断すると報告されている（中尾, 1986）。また本種は、行動観察から出産後およそ 5 カ月で交尾を行うことが分かっている（Read, 1986）。これらから本研究で、出産後約 3~5 ヶ月におけるマレーバクの発情回帰の発現が推察された。また第 5 章において、出産後 5 ヶ月以降の泌乳期終了が示され、本章においては出産後約 3~5 ヶ月での乳中 P₄ 値の上昇による乳汁分泌の終了時期が示された。以上のことからこの時期は、栄養補給としての授乳の意義はなくなっていたと推察された。

しかし第 5 章において、出産後 1 年間にわたり仔による吸乳の継続が確認されている。離乳時期を過ぎても吸乳が継続されることで、吸乳刺激による発情回帰の遅延が起こり（花田ら, 2006）、母親が妊娠の準備段階に入れず、新たな出生仔の誕生が望めない。そのため、出産後 3 ヶ月以降に適切な母仔分離を行う必要があると考えた。

第8章 総括

本研究において、マレーバクの出産から次の妊娠準備までの間の出生仔の身体的成長や外見的、行動学的変化、さらには母親の内分泌的变化を明らかにした（図 8-1）。体表模様の明度値が 1 になり、成獣と変わらない外見になった時期（出生後 119～127 日）に、仔は最も行動的になり活動の割合が最大値を示した（出生後 120 日）。その後、体重が著しく増加し身体的成長が認められた（出生後 135～179 日）。仔の急速な身体的成長が認められた頃には、母親の内分泌的变化が確認され、次の出産に向けての繁殖機能の回復（出産後 90～146 日）、さらには泌乳期の終了が確認された（出産後 140～175 日）。また、母親の発情回帰時期は、出産後 90 日、146 日、144 日と個体間で幅があったが、これらのズレはそれぞれの出生仔による吸乳回数の違い（7.6 回、10.2 回、10.0 回）が影響したと推察された。

仔が十分に成長し、母親から行動学的にも生理学的にも、独立するまでの間は、母仔間で相互的に影響し合う関係が成立していると考えられる。そのため、仔の身体的および心理的に健全な成長過程を明らかにするためには、仔のみならず母親に対しても適切な飼育環境を与える必要がある。

本研究において明らかとなり上記に示した、出生仔の成長発達に伴う、仔および母親の時間的なさまざまな変化を基に、飼育管理の検討を行う必要があると考える。仔の体重が著しく増加する時期に入

る前（出生後 135 日以前）に、仔への給餌量を増やす、より高カロリーで栄養価の高い餌を与えるなど、仔への給餌内容に留意する必要がある。さらに、休息の日内割合が高い 80 日齢までは利用できる飼育施設のスペースを限り、活動の日内割合が増加する時期（出生後 120 日以降）に飼育施設を最大限に開放し活動可能なスペースを広げるなどして、生活空間に変化をもたらす方策の検討が挙げられる。また、行動が活発になるにつれ探索など、外界への興味も増加することから、他個体の運動場や寝室との交換や仔が興味を示すような遊具の用意を行うことで、成長に伴う行動変化に適した飼育環境作りが行えると考える。乳汁試料の解析から明らかにされた、母親の発情回帰時期（出産後 90～146 日）や泌乳期終了時期（出産後 140～175 日）は、母親が妊娠の準備段階に入ることが可能になった時期を示しているだけでなく、仔が母親から独立するための準備段階に入ったことも示唆していると考えられる。そのためこの時期には、日中のみ母仔を分離して飼育するなど、徐々に母仔の距離を広げていく方策が必要であると考えられる。

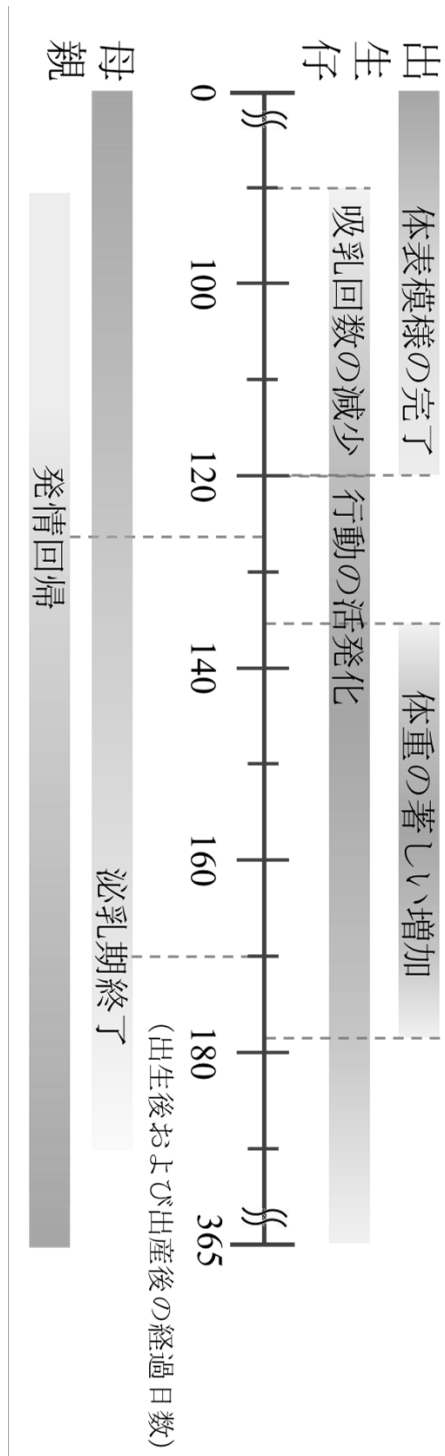


図 8-1 ヲレーバクの出生後および出産後の時系列変化

謝 辞

本研究を行うにあたり、終始にわたりご指導を賜り、多大なるご尽力と御助言をいただきました日本大学大学院生物資源科学研究科の村田浩一教授に深謝いたします。また、本研究に対して多くの有益な御助言を賜りました、本学大学院同研究科長谷川功教授、甲斐藏教授、五十嵐正夫教授ならびに上田眞吾教授に深謝いたします。

行動観察や乳汁試料などマレーバクの貴重な試料を収集するにあたり、多大なるご協力とご支援を頂きました、元横浜市立繁殖センターの山本倫世氏および佐藤英雄氏を始めとする横浜市立繁殖センター関係者の皆さまに感謝の意を表します。

行動観察のご指導を頂いた早稲田大学人間科学学術院発達行動学研究室の根ヶ山光一教授、行動観察用のソフトを提供していただいた武蔵野美術大学の荒川歩専任講師、乳成分測定のきっかけを頂いた広島市安佐動物公園の野田亜矢子先生、乳中ホルモンの測定方法をご教授いただいた岐阜大学応用生物科学部動物繁殖学研究室の楠田哲士准教授に感謝の意を表します。

日本大学野生動物学研究室の小林里世さんには、体表模様の解析やデータ収集の面で多大なるご協力をいただきました。また、共に励まし合い研究を進めてきた同研究室の皆様にも心から感謝申し上げます。

引用文献

Adkins, Y., Zicker, C. S., Lepine, A. and Lönnerdal, B. (1997) : Changes in nutrient and protein composition of cat milk during lactation. *AJVR*, 58 (4) : 370-375.

Adkins, Y., Lepine, A. and Lönnerdal, B. (2001) : Changes in protein and nutrient composition of milk throughout lactation in dogs. *AJVR*, 62 (8) : 1266-1272.

Anne, E. M. (1984) : Activity Budgets and Use of Exhibit Space by South American Tapir (*Tapirus terrestris*) in a Zoological Park Setting. *Zoo Biol.*, 3: 35-46.

荒川 歩 (2005) : 映像データの質的分析の可能性:mivurixによる指折り行動の分析から. 質的心理学研究, 4: 66-74.

Barongi, R. (1986) : Husbandry and conservation of tapirs *Tapirus spp.* *International Zoo Yearbook*, 32.

Brent, C. W., Lisa, A. H., Jodi, A. F., Steve, T. and Jennifer, L. L. E. (2003) : Activity Based Exhibition of Five Mammalian Species:

- Evaluation of Behavioral Changes. *Zoo Biol.*, 22 (3) : 269-285.
- Clubb, R. E. and Mason, G. (2003) : Animal Welfare : Captivity effects on wide-ranging carnivores. *Nature* (425) : 473-474.
- Coe, J. C. (1995) : Zoo Animal Rotation: New Opportunities from Home Range to Habitat Theater. *AZA Annual Proceedings 1995*, Wheeling, WV, : 77-80.
- Cott, H. B. (1940) : Adaptive colouration in animals. Methuen, London
- Downer, C. C. (2001) : Tapirs. *In The New Encyclopedia of Mammals: 474-475*, Macdonald D. (ed), Oxford University Press, UK.
- Endler, J. A. (1978) : A predator's view of animal colour patterns. *Evolutionary Biology* 11: 319-364.
- 藤原 公策 (1981) : 第 13 章 母子免疫 1. 母子免疫の比較生物学. *In. 獣医領域における免疫学* : 533-553. 伊沢 久夫編. 近代出版.
- Gill, T. (1865) : The Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia. 17: 183.

Gittleman, L. J. and Oftedal, T. O. (1987) :Comparative growth and lactation energetics in carnivores. Symp. Zool. Soc. Lond., 57 : 41-77.

Green, B., Newgrain, K. and Merchant, J. (1980) : Changes in Milk Composition during Lactation in the Tammar Wallaby (*Macropus eugenii*). Aust. J. Sci., 33: 35-42.

花田 智子, 内田 さえ, 堀田 晴美, 會川 義寛 (2006) : 女性生殖器官の調節に関わるホルモンや自律神経に及ぼす皮膚刺激の効果 : ラットを用いた研究. 生活工学研究, 8 (1) : 148-151.

Hoffmann, B., Gunzler, O., Hamburger, R. and Schmidt, W. (1976) : Milk progesterone as parameter for fertility control in cattle; methodological approaches and present status of application in Germany. Br. Vet. J., 132 (2) : 469-476.

本間 和宏, 若菜 宣明, 裏木 喜久江, 山村 節子, 清川 正章, 牛島 廣治, 田中 越郎 (2012) : 母乳栄養素の微量・短時間測定法としてのドライケミストリー法の有用性. 日健医誌, 21 (2) : 101-104.

Hosey, G. R. (1989) : Behavior of the mayotte lemur, *Lemur fulvus mayottensis*, in captivity. *Zoo Biol.*, 8 (1) : 27-36.

IUCN (2013) : IUCN Red List of Threatened Species. Available from <http://www.iucnredlist.org/details/21472/0>, Downloaded on 1 Dec 2013.

Jackson, R. M., White, M. and Knowlton, F. F. (1972) : Activity Patterns of Young White-tailed Deer Fawns in South Texas. *Ecol.*, 53 (2) : 262-270.

Jenness, R. and Sloan, R. E. (1970) : The composition of milks of various species: a review. *Dairy Science Abstracts*, 32 (10) : 599-612.

川道 武男 (1995) : 哺乳類の多子性に関わる条件. *哺乳類科学*, 35 (2) : 173-175.

片岡 啓 (1992) : 人に利用されていない哺乳動物の乳. *In* ミルク総合辞典 : 12-14. 山内 邦男, 横山 健吉編. 朝倉書店.

Kikusui, T., Takeuchi, Y. and Mori, Y. (2004): Early weaning induces anxiety and aggression in adult mice. *Physiol. Behav.*, 81: 37-42.

Klobasa, F., Werhahn E. and Butler, E. J. (1987) : Composition of Sow Milk During Lactation. *J. Anim. Science*, 64: 1458-1466.

小林 弘昌, 井越 敬司, 有馬 俊六郎, 伊東 保之 (1986) : ジャージー牛の初乳から常乳への乳成分の変化について. *九州東海大農紀要*, 5 : 99-103.

小島 成斎 (1974) : 糞食_レ夢. *In* 日本随筆大成 第二期第 15 卷 : 361-362. 日本随筆大成編集部編. 吉川弘文館.

コウノトリ野生復帰推進計画策定委員会 (2012) : コウノトリ野生復帰推進計画 (2 期) ~コウノトリと共生する地域づくりを目指して~.

熊沢 信吉, 宗近 功 (1971) : マレーバクの誕生. *In* どうぶつと動物園, vol. 23. 402-405.

Kusuda, S., Ikoma, M., Morikaku, K., Koizumi, J., Kawaguchi, Y., Kobayashi, K., Matsui, K., Nakamura, A., Hashikawa, H., Kobayashi, K., Ueda, M., Kaneko, M., Akikawa, T., Shibagaki, S. and Doi, O. (2007) : Estrous cycle based on blood progesterone profiles and

- changes in vulvar appearance of Malayan tapirs (*Tapirus indicus*). J. Reprod. Dev., 53: 1283-1289.
- Kusuda, S., Ishihara, K., Ikoma, M., Doi, O., Uetake, K. and Tanaka, T. (2008) : Male and Female Behaviors Related with Estrus and Copulation in the Captive Malayan Tapir, *Tapirus indicus*. Jpn. J. Zoo Wildl. Med., 13 (2) : 45-50.
- Laidre, K. L., Estes, J. A., Tinker, M. T., Bodkin, J., Monson, D. and Schneider, K. (2006) : Patterns of growth and body condition in sea otters from the Aleutian archipelago before and after the recent population decline. J. Anim. Eco., 75 : 978-989.
- Layne, J. N. (1968) : Ontogeny. In Biology of *Peromyscus* : 148-253. King, J. A (ed.). Amer. Soc. Mamm., Spec. Publ.
- Lee, A. (1993) : Tapirus (*Tapirus* sp). In Management guidelines for welfare of zoo animals. The Federation of Zoological Gardens of Great Britain and Ireland, London.
- 増井 光子 (1996) : 飼育下における種保存計画. J.Reprod. Develop., 42 (5) : 63-67.

Meddis, R. (1975) : On the function of sleep. *Anim. Behav.*, 23: 676-691.

Merilata, S. (1999) : Optimization of cryptic coloration in heterogeneous habitats. *Biol. J. Linn. Soc.*, 67 : 151-161.

Merilata, S. and Lind J. (2005) : Background-matching and disruptive coloration, and the evolution of cryptic coloration. *Proc. R. Soc. London. Ser. B.*, 272 : 665-670.

Milne, A. J. (1987) : The effect of litter and maternal size on reproductive performance of grazing. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, 57 : 189-201.

三宅 宗雄 (1959) : 生後体重の成長速度に就て. 京都府立大学学術報告, 3 (1) : 139-140.

宮本 邦雄 (1989) : ラットにおける授乳—吸乳行動を中心とした母子相互作用の研究. 東海女子大学紀要, 9: 103-120.

Mohd. Khan bin Momin Khan (1997) : Status and Action Plan of the Malayan Tapir (*Tapirus indicus*) . In Status Survey and Conservation Action Plan Tapirs: 23-28, Daniel M., Brooks, Richard E., Bodmer,

Sharon M. (ed.), IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.

文部科学省 科学技術・学術審議会・資源調査分科会（2005）：五訂
増補日本食品標準成分表。 Available from
[http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/050318
02.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm).

Monson, D. H., Estes, J. A., Bodkin, J. L. and Siniff, D. B. (2000) : Life
history plasticity and population regulation in sea otters. *Oikos* 90,
457-468.

Morimura, N. and Ueno, Y. (1998) : Behavior patterns of 9 mammals in
the zoo: The comparison among species, and different environments.
Jpn. J. Anim. Psychol., 48 (1) : 33-45.

中尾 敏彦 (1986) : 乳牛における乳汁中黄体ホルモン測定 of 臨床的
応用. *家畜診療*, 282 : 5-19.

中尾 優子, 前田 規子, 宮原 春美 (2001) : 「卒乳」 ... 乳離れ・
離乳・断乳との概念関係に関する一考察. *Bulletin of Nagasaki
University School of Health Science*, 14 (2) : 65-69.

仲谷 淳 (1995) : 有蹄類における多子性について. 哺乳類科学, 35
(2) : 172-173.

Napolitano, F., Braghieri, A., Cifuni, F. G., Pacelli, C. and Girolami, A.
(2002) : Behaviour and meat production of organically farmed
unweaned lambs. Small Rum. Res., 43: 179-184.

Napolitano, F., De Rosa, G. and Sevi, A. (2008) : Welfare implications of
artificial rearing and early weaning in sheep. Appl. Anim. Behav. Sci.,
110: 58-72.

日本動物園水族館協会 (2013) : Available from <http://www.jazga.or.jp/>.
Downloaded on 31 Aug 2013.

仁木 良哉 (1996) : タンパク質. In 乳の科学 : 10-18. 上野川 修
一編. 朝倉書店.

Novarino, W. (2005): Population monitoring and study of daily activities
of Malayan Tapir (*Tapirus indicus*) : Through the use of the camera
trapping technique in Taratak forest reserve, Sumatra, Indonesia. 31pp.
Rufford Small Grant (for Nature conservation) and Whitley Laing
Foundation, Indonesia.

Nowak, R. M. (1999) : Tapirs. *In* Walker's Mammals of the World Sixth Edition, 1 : 1025-1028, Ernest, P. W. (ed.), The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Olney, P. J. S. (1992) : Census of rare animals in captivity 1991. International Zoo Yearbook, 31 (1) : 374-417.

Read, B. (1986) : Breeding and management of the Malayan tapir *Tapirus indicus* at St Louis Zoo. Int. Zoo Year book, 24: 294-297.

Riek, A. and Gerken, M. (2006) : Changes in Llama (*Lama glama*) Milk Composition During Lactation. J. Dairy Sci., 89: 3484-3493.

佐々木 時雄, 佐々木 拓二 (1977) : ロンドン動物園のコレクション. *In* 続動物園の歴史 (世界編) : 123-152. 西田書店

佐藤 英雄 (2012) : バク科全種国内血統登録 (2012.1.1~2012.12.31). 日本動物園水族館協会.

Smith, A., Lindburg, D. G. and Vehrencamp, S. (1989) : Effect of food preparation of feeding behavior of lion-tailed macaques. Zoo Biol., 8:

57-65.

高島 春雄 (1986) : バク. *In* 動物物語 : 95-101. 八坂書房.

竹箇平 昭信 (2000) : マレーバクの飼育レポート—過去3年間の問題点—. とべZOO, 11 (5) : 10-13.

Tapirus specialist group (2008) : Available from <http://www.tapirs.org/>.

Downloaded on 31 Aug 2010.

辻井 弘忠 (1986) : 木曾馬の吸乳行動について. 信州大学農学部紀要, 23 (2) : 57-64.

辻井 弘忠, 山崎 朱美 (2007) : 木曾仔馬の成長に伴った社会行動. 信州大学環境科学年報, 29 : 55-58.

Volf, J., Kus, E. and Prokopova, L. (1991) : General studbook of the Przewalski horse. Zoological Garden Prague, Prague.

Waring, G. H. (1983) : Horse Behavior. Noyes Publications, 46-88.

William, O. R. (鈴木 勝士, 徳力 幹彦訳, 1999) : 泌乳. *In* 明解

哺乳類の生理学：353-365. 学窓社.

Williams, K. D. (1979) : Radio-tracking tapirs in the rainforest of west Malaysia. *Malay nat. J.*, 32: 253-258.

柳原 芳美, 松林 清明, 松沢哲郎 (1994) : ニホンザルにおける飼育環境のエンリッチメント:給餌方法とケージ環境の検討. 霊長類研究, 10 : 95-104.

吉田 仁, 森田 稔, 小林 憲忠, 竹内 修, 脇田 史朗, 蜂巢 達之, 原 真人, 鈴木 達夫 (1998) : 免疫ミルクを用いたウイルス感染防御効果の検討. 感染症学雑誌, 73 (2) : 122-129.

吉川 明男, 小池 通夫 (1990) : 乳汁 B. 一般検査. 検査と技術, 18 (6) : 580-585.

Zhang, H., Yao, J., Zhao, D., Liu, H., Li, J. and Guo, M. (2005) : Changes in Chemical Composition of Alex Bactrian Camel Milk During Lactation. *J. Dairy Sci.*, 88: 3402-3410.

業 績

論文

- 1) 金澤朋子, 山本倫世, 佐藤英雄, 村田浩一 (2012): 飼育下マレーバクの出生後1年間にわたる体重と行動の変化—“吸乳”, “摂食”および“休息”の変化について—, 動物園水族館雑誌, 53, 6-14.

- 2) 大峯麻希, 吉川温子, 金澤朋子, 細田孝久, 宮田桂子, 中村壮澄, 小宮輝之, 村田浩一 (2013): フタユビナマケモノ属2種における毛の形態学的特徴, 動物園水族館雑誌, in press.

学会およびシンポジウム発表

- 1) 金澤朋子, 尹政相, 木倉有佳里, 馬場真裕美, 辻井花菜, 半澤紗由里, 村田浩一 (2013): 飼育下インドゾウの夜間における睡眠行動と各種環境要因との関係. 第19回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 149.

- 2) 辻井花菜, 金澤朋子, 半澤紗由理, 村田浩一 (2013): 飼育下インドゾウの環境エンリッチメント～給餌回数と給餌内容の変更による行動量変化について～. 第19回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 150.

- 3) 堀千夏, 金澤朋子, 川口芳矢, 横田真啓, 村田浩一 (2013) : 飼育下フランソワルトンの行動割合. 第 19 回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 151.
- 4) 金澤朋子, 佐藤英雄, 村田浩一 (2012) : 飼育下マレーバクの出産後 1 年間における乳中プロゲステロン値およびコルチゾール値の変動. 第 18 回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 94.
- 5) 金澤朋子, 佐藤英雄, 山本倫世, 村田浩一 (2011) : 飼育下マレーバクの成長に伴う休息量の変化. 第 17 回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 142.
- 6) Kanazawa T., Sato H., Yamamoto M., Murata K. (2011) : Postpartum milk progesterone concentration in captive Malayan tapirs (*Tapirus indicus*). *Internet Journal of Environmental Enrichment*, 5(1), E68.
- 7) 田和優子, 金澤朋子, 佐藤英雄, 五十嵐隆, 田中正之 (2011) : 飼育下マレーバクの母子の活動の変化. SAGA14 要旨集, 16.
- 8) Kanazawa T., Yamamoto M., Sato H., Murata K. (2010) : Study on the growth and behavioral development in the first year for the Malayan tapir in captivity. The 4th meeting of Asian Society of Zoo and

Wildlife Medicine, 87-89.

- 9) 金澤朋子, 佐藤英雄, 山本倫世, 村田浩一 (2010): 飼育下マレーバクの泌乳期における乳中 TP 値の変化. 第 16 回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 86.
- 10) 金澤朋子, 佐藤英雄, 山本倫世, 村田浩一 (2010): 飼育下マレーバクの乳汁を用いた分娩後プロゲステロン値の測定とその評価. SAGA13 要旨集, 1.
- 11) 金澤朋子, 山本倫世, 佐藤英雄, 村田浩一 (2009): 飼育下マレーバクの出生直後から 1 年間の行動および生理的变化に関する研究. 第 15 回日本野生動物医学会大会・講演要旨集, 52.

その他著作

- 1) 金澤 朋子 (2012): マレーバク—子どもの発達経過—. ZOO よこはま, 83: 4-7.