



Title	野生ニホンジカ（Cervus nippon）における不動化、成長および繁殖に関する研究
Author(s)	鈴木, 正嗣
Citation	北海道大学. 博士(獣医学) 乙第4545号
Issue Date	1994-03-25
DOI	10.11501/3076865
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/32736">http://hdl.handle.net/2115/32736</a>
Type	theses (doctoral)
File Information	4545.pdf



[Instructions for use](#)

野生ニホンジカ (*Cervus nippon*) における

不働化、成長および繁殖に関する研究

鈴木正嗣



### 口絵：知床のエゾシカ（10月）

交尾期にあたるこの時期、体重は最高レベルに達し、精子形成も盛んに営まれている。（撮影：知床自然センター 山中正実氏）

# 目 次

第1章：緒 言	1
1-1. 本論文の目的と構成	1
1-2. シカ科ならびにニホンジカの分類と生物学的特徴	2
1-3. シカ類の保護管理と研究をめぐる世界的な流れ	3
1-4. 日本におけるシカ類の保護管理と研究の現状	5
第2章：調査地、標本収集、年齢査定および有意差検定の方法	7
2-1. 調査地ならびに標本の採集と処置の方法	7
2-1-1. 北海道斜里町	7
2-1-2. 北海道足寄町	8
2-1-3. 北海道音別町	8
2-1-4. 北海道洞爺湖中島	9
2-1-5. 兵庫県中部	12
2-2. 年齢査定の方法	13
2-3. 有意差検定の方法	13
第3章：化学的不動化方法	17
3-1. はじめに	17
3-2. 材料と方法	18
3-2-1. 捕獲作業ならびに使用した薬品と器材	18
3-2-2. 追い込みわな (drive trap) を併用した方法	19
3-2-3. 吹き矢により直接的に不動化薬を投与した方法	20
3-3. 結果	20
3-3-1. 追い込みわなを併用した場合	20
3-3-2. 吹き矢により不動化薬を直接投与した場合	23
3-4. 考察	25
3-4-1. 塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法の評価	25
3-4-2. 拮抗薬としての塩酸トラゾリンの評価	26
3-5. 小括	27

第4章：胎子の成長と胎齡推定	28
4-1. はじめに	28
4-2. 材料と方法	29
4-2-1. 材料	29
4-2-2. 胎子の計測と観察の方法	29
4-3. 結果	30
4-3-1. 胎子の性	30
4-3-2. 後足長と体重の増加過程	31
4-3-3. 外部形態の変化と被毛発現	36
4-4. 考察	42
4-4-1. 胎子の性比と双胎	42
4-4-2. 胎子の發育、外部形態の変化ならびに被毛の発現	42
4-4-3. 体重にもとづく胎齡推定と受胎日の変異	44
4-4-4. 後足長にもとづく胎齡推定	49
4-5. 小括	52
第5章：体格と枝角の生後成長	53
5-1. はじめに	53
5-2. 材料と方法	54
5-2-1. 材料	54
5-2-2. 計測の方法	55
5-3. 結果	55
5-3-1. 体長と体高、後足長	55
5-3-2. 枝角	60
5-3-3. 体重と内臓抜き体重	62
5-3-4. 性的二型	67
5-4. 考察	68
5-4-1. 体格とその成長過程	68
5-4-2. 性的二型	69
5-5. 小括	71

<b>第6章：オスの繁殖学的特性と枝角のサイクル</b>	72
6-1. はじめに	72
6-2. 材料と方法	73
6-3. 結果	75
6-3-1. 精巣サイズ	75
6-3-2. 精巣と精巣上体の重さ	78
6-3-3. 精巣と精巣上体の組織像	79
6-3-4. 血漿テストステロン濃度	82
6-3-5. 枝角のサイクル	84
6-4. 考察	85
6-4-1. オスの性成熟ならびに精巣と精巣上体の発達過程	85
6-4-2. 精巣と精巣上体に見られる季節性	86
6-4-3. 血漿テストステロン濃度	87
6-4-4. 枝角の季節性	88
6-5. 小括	89
<b>第7章：メスの繁殖学的特性</b>	91
7-1. はじめに	91
7-2. 材料と方法	92
7-2-1. 材料	92
7-2-2. 標本の作成と観察の方法	93
7-3. 結果	94
7-3-1. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）での妊娠状況	94
7-3-2. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）での黄体出現状況	96
7-3-3. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）における黄体の肉眼的所見	97
7-3-4. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）における黄体の組織学的所見	98
7-3-5. ホンシュウジカ（兵庫標本）での分析結果	100
7-4. 考察	102
7-4-1. 初回妊娠年齢と妊娠率	102
7-4-2. メスにおける繁殖の季節性と年齢別推定受胎日	103
7-4-3. 副黄体の出現率と数	104
7-4-4. 一次黄体と副黄体の形態と機能	104
7-4-5. 副黄体の由来	106
7-5. 小括	107

第8章：総括	109
8-1. 本研究の要約	109
8-2. 本研究の問題点と今後の課題	111
8-2-1. 繁殖生理学的研究に関連して	111
8-2-2. 保護管理への応用に関連して	113
謝辞	115
引用文献	116
写真	122
英文要約	136

# 第1章：緒言

## 1-1. 本論文の目的と構成

日本本土に分布するニホンジカでは、繁殖や成長に関する基礎的・実証的データが少なく、種としての特性を総覧した文献も見当たらない。そのため我が国は、ニホンジカを用いて精密な生理学的研究を行う段階に達しておらず、その季節繁殖調節機構を探る研究は諸外国に比べ非常に遅れている。

近年は、ニホンジカによる農林業被害が全国規模で問題化している。しかし、その一方で、開発などにより存続が危ぶまれる個体群も存在する。このため農林業被害の軽減と種の存続とを求める社会的要求は確実に増加しており、保護管理に応用価値の高い繁殖・成長に関する情報の集積が急務となっている。

このような学問的・社会的背景を踏まえ、本論文の目的を次のように設定した。

- 1) エゾシカを中心に、ニホンジカの繁殖や成長に関する特性を明らかにする。
- 2) ニホンジカの繁殖生理学的研究の端緒を開き、その発展の基盤を整備する。
- 3) 繁殖・成長について個体群間の比較を行い、生息環境と繁殖や成長との相互関係を明らかにする。
- 4) 野生個体群のモニタリング手段として、繁殖や成長に関する情報の応用方法を検討する。

本論文は、第1章から第8章に分かれている。各章の主たる内容は、次の通りである。

第1章：ニホンジカの分類学的位置、生物学的特徴ならびに国内外におけるシカ類の研究と保護管理の歴史を概観し、本論文の成り立つ学問的・社会的背景を提示する。



第2章：調査地の状況や標本収集方法、年齢査定方法、統計処理方法など、各章に共通する手順や方法を述べる。

第3章：生体捕獲に不可欠な化学的不動化技術の確立を目的とし、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法の効果と留意点を考察する。

第4章：胎子の性比と成長過程を明らかにし、胎齢推定の方法を検討する。

第5章：体格と枝角の計測結果にもとづき、生後成長の過程、体重の季節的変化ならびに性的二型について論じる。

第6章：オスの繁殖について論議し、精巣の発達過程、性成熟年齢、精子形成期間、受精能の維持期間ならびに血中テストステロン濃度の季節変化などを明らかにする。オスの繁殖と関連が深いと言われる、枝角のサイクルについても論じる。

第7章：メスの繁殖に関する分析を行い、初回妊娠年齢、妊娠率、繁殖状況の年齢差および黄体の形態などについて論議する。

第8章：各章で得られた結果を総括するとともに、ニホンジカの生理学的研究における今後の展望と、保護管理への応用について提言を行う。

## 1-2. シカ科ならびにニホンジカの分類と生物学的特徴

シカ科 (Cervidae) は、偶蹄目に属する反芻類であり、40種あまりに分類されている (Putman, 1988)。現在では熱帯から極地にかけて広く分布しているが、主として寒冷期下の北半球高緯度地域で進化をとげてきた。このグループの特徴は、毎年生え変わる枝角 (英語ではantlerと呼ばれ、ウシなどのhornとは区別される) を持つことである。また、繁殖や代謝、食欲、成長などに、遺伝的に固定された季節的周期性が認められている (Lincoln, 1985 ; Loudon and Brinklow, 1992)。この周期性は熱帯地方に分布する種においても潜在的に認められ、祖先が獲得した習性を残しているものと考えられている (Loudon and Brinklow, 1992)。

ニホンジカ (*Cervus nippon*) は、Cervinae (シカ亜科) の *Cervus* 属に分類され、ベトナムから中国大陸、台湾、朝鮮半島ならびに日本列島とその近隣の島々に生息する (大泰司、1986)。一般に13亜種から14亜種に分類される (Cockerill、1984; 大泰司、1986) が、そのうち4亜種はすでに絶滅したと考えられている (大泰司、1986; Ohtaishi and Gao、1990)。

日本国内にはニホンジカのみが分布し、北海道のエゾシカ (*C. n. yesoensis*)、本州のホンシュウジカ (*C. n. centralis*)、九州と四国のキュウシュウジカ (*C. n. nippon*)、馬毛島のマゲシカ (*C. n. mageshimae*)、屋久島のヤクシカ (*C. n. yakushimae*)、慶良間列島のケラマジカ (*C. n. keramae*) ならびに対馬のツシマジカ (*C. n. pulchellus*) の7亜種に分類されている (三浦、1986; 大泰司、1986)。しかし、分類の基準は必ずしも厳密なものではなく、体格の大きさなど、外見的形態を中心に決められているのが実情である (大泰司、1986)。

ニホンジカの特徴は地理的変異に富んでいることである。この変異は体格や角、社会構造、食性などに見られる (三浦、1986; 大泰司、1986; Putman、1988)。体格を例にとると、最大の亜種であるエゾシカと最小のケラマジカとの体重差は4倍にもおよんでいる (大泰司、1986; 第6章)。なお、体格は環境要因にも左右される (Kaji *et al.*、1988) が、基本的には遺伝的に固定されていると言われている (大泰司、1986)。

### 1-3. シカ類の保護管理と研究をめぐる世界的な流れ

シカ類は、食料や骨角器の供給源あるいはスポーツとして、有史以前から狩猟の対象にされていた (Putman、1988)。そのため、個体群の枯渇を防ぐための法律も古くから制定されていたが、それらはしばしば科学的基盤を欠き、厳格に守られてもいなかった (Dasmann、1984)。産業革命以後は、開発などにより生息環境の破壊が著しく進行し、各地で地域個体群の減少や絶滅が発生した。そのような状況下で1900年代に入り、

Leopold (1933) らによって近代的な野生動物保護管理の発想が提唱された。これは野生動物を社会的な財産・資源とみなし、その生産性の維持と賢明な利用をはかるという発想である (Bailey, 1984)。

野生動物の生産性の維持と賢明な利用という観点から、個体群動態 (population dynamics) が注目され、繁殖学が重視されるようになったのは当然の成り行きであった。個体の繁殖能力や繁殖歴を知ることは、個体群動態の把握や予測に不可欠なためである。そのため欧米では、初回妊娠年齢や妊娠率、1腹あたりの胎子数などを知るために、エルク (*C. canadensis*) やアカシカ (*C. elaphus*)、オジロジカ (*Odocoileus virginianus*)、オグロジカ (*O. hemionus*) などにおいて、卵巣や胎子を用いた研究が盛んに行われた。そして、個体の繁殖能力が、生息環境や生息密度の状況を反映することが示されてきた (Haugen, 1975; McCullough, 1979; Mundinger, 1981; Ratcliffe, 1987; Sadleir, 1987)。この特徴を利用し、アメリカ合衆国や英国では繁殖状況から個体群の質をモニタリングする方法が実用化され (Kirkpatrick, 1980)、その結果は個体群管理策の決定に用いられている (Ratcliffe, 1987)。

近年の繁殖学的研究の方向性は、さらに多岐にわたっている。たとえば、瀕危種の保存を目的とした繁殖学的研究も進められている。これは絶滅の危機にある種を人工的に繁殖させようとする試みで、ヘラジカ (*Alces alces*) やアカシカなどで人工授精や受精卵移植の技術が開発されている (Krzywinsky, 1987)。また、繁殖や代謝、食欲、被毛、成長などに見られる季節性のメカニズムを探る研究も盛んになっている。これらの研究には内分泌学的手法が用いられるが、シカ類の進化や繁殖成功度、季節に対する適応様式など、生理学的な枠組を越えた考察がなされている場合が多い (Lincoln, 1985; Loudon and Brinklow, 1992)。ニュージーランドや英国では、養鹿における生産性の向上を目的とした畜産学的な研究も行われている。シカ肉や袋角に対する世界的需要の高まりにより、養鹿専門の研究所も設立され、人工授精や受精卵移植、産子数の増加、出産期の調節などを目的とした研究が進められている (Fennessy et al., 1991; Kelly et al., 1987)。

#### 1-4. 日本におけるシカ類の保護管理と研究の現状

日本においても、古来からシカ猟は盛んに行われ、先史時代の遺跡からは大量の骨片や骨角器が出土している（小金沢、1989；大泰司、1980；Koike and Ohtaishi、1985）。中世以後は、娯楽や軍事訓練を目的とする大規模な狩猟や、農林業被害対策としての駆除もしばしば行われていた（小金沢、1989）。しかし、明治以後は山林開発や開拓、狩猟圧の増加などにより生息数が激減したため、禁猟の措置が取られた地域が多い（北海道、1991；小金沢、1989；高槻、1992）。現在ではオスジカに限定された狩猟が各地で認められ、イノシシとならび代表的な大型狩猟獣と目されている。農林業被害の多い地域では、有害鳥獣駆除の対象にもされている。

北海道のエゾシカも、明治時代の乱獲と豪雪とによって絶滅に近い状態となった。そのため1890年以後、短期的な解禁を除き、基本的には禁猟の状態が続けられてきた。しかし、農業被害の増加により、1952年から各地で有害鳥獣駆除や狩猟が認められるようになっていく。近年では北海道東部を中心に被害が急増し（1989年の被害総額は14億円以上）、有害鳥獣駆除が認められている町村は64におよんだ（北海道、1991）。被害急増の直接的な原因はエゾシカの生息数増加と分布域の拡大とされているが、その背後には現行の狩猟制度や森林施業、山林開発の方法に問題があることも指摘されている（梶、1990；中川・山中、1990）。

このように日本では、生息数と被害発生状況に応じて禁猟と解禁が繰り返されたのみで、明確な目標を据えた保護管理は実行されてこなかった。そのため個体群動態学研究は十分に発展せず、成長や繁殖に関する情報の重要性も認識されるに至らなかった。しかし、一方ではニホンジカの行動や生態、形態に注目した研究は着実に進められてきた（古林・丸山、1977；川村、1971；丸山、1981；三浦、1978；大泰司、1971）。繁殖や成長に関連する情報も、このような研究を通じて明らかにされた経緯がある。ただし、これらの情報には聞き取りや野外観察のみを基盤にしているものもあり、生理学的実証性を欠いている場合が少なくない。

1980年代に入ると、小泉（1988）やKaji *et al.*（1988）によってエゾシカの個体群動態学的研究が行われ始めた。小泉（1988）は捕獲個体の切歯（年齢査定の材料）を回収し、狩猟によって個体群の年齢構成が変化することを明かにした。Kaji *et al.*（1988）は、生息密度の増加と栄養状態の低下により繁殖力の低下と体格の縮小が起こることを示した。これらの研究は、個体群動態把握の手段として、年齢構成ならびに繁殖や成長の状況が応用できることを実証的に示すことになった。そのため北海道庁は捕獲個体の回収に着手し、その分析にもとづき個体群の状態を推定する方法を模索し始めている（北海道、1991；北海道、1992）。

1980年以降は、獣医学的観点からもニホンジカの繁殖学的研究が行われるようになり（山内ら、1984；山内ら、1982；山内ら、1983）、生殖器の発達や形態について基礎的データが提出された。ただし、これらの研究は事故などにより不定期に死亡した個体を材料としたため、例数も少なく、内分泌機構や胎子成長にはほとんど言及していない。しかし、最近になり浜（1990）、浜ら（1991）、浜ら（1989）および増田（1992）により、生体や多数例を材料とした研究が行われたため、繁殖生理学的知見のさらなる蓄積が始まりつつある。

## 第2章：調査地、標本収集、年齢査定および有意差検定の方法

### 2-1. 調査地ならびに標本の採集と処置の方法

#### 2-1-1. 北海道斜里町

斜里町は知床半島のオホーツク海側に面した地域に位置している（図2-1）。半島の先端部は知床国立公園に指定され、この地域での狩猟や有害鳥獣駆除は認められていない。一方、半島基部の山裾には農地が広がり、馬鈴薯やビート、小麦、牧草などが栽培され、農業被害対策としてエゾシカの駆除が実施されている。半島基部では狩猟も認められ、調査期間中では、1987年度と1992年度の猟期にオスジカの可猟区とされていた。

斜里町では、1987年9月から1992年12月にかけて標本を収集した。収集は知床自然センターと知床博物館をベースとし、同町内で死亡した個体を対象とした。収集に先立ち、写真2-1に示すパンフレットを町役場や警察署、猟友会支部などに配付し、捕獲や死体発見の際の連絡を依頼した。回収された個体の死亡原因には、有害鳥獣駆除や狩猟、密猟、交通事故などがあつた。標本の不足分は、環境庁の許可による学術研究捕獲によって補った。以下、この地域で集まった標本を斜里標本とする。斜里標本のうち、性や年齢が判明し、分析に供したものは表2-1に一覧する。

死体においては、原則として体重と体長、体高、後足長などを計測し、生殖器（オスでは精巣と精巣上体、メスでは卵巣と子宮、胎子）を採取した。右側の精巣と精巣上体はBouin液で固定し、組織学的検索に用いた。精巣と精巣上体（左側）ならびに卵巣と子宮は10%ホルマリン中で保存し、実験室で必要な処置を施した（各章を参照）。胎子も10%ホルマリン中で保存したが、一部の標本は冷凍保存を経由している。個体に関する情報は、すべて図2-2に示す様式で記録した。

なお、銃や交通事故による死亡個体では、体の一部が欠損していた場合もあつたため、

全個体で標本や計測値が完備しているわけではない。死亡後かなりの時間を経て回収されたため、組織学的検索に耐えなかった標本もある。斜里標本は、今回行ったすべての分析に使用している（表2-3）。

### 2-1-2. 北海道足寄町

足寄町は、図2-1に示すとおり北海道中央部に位置している。この地域には、エゾシカがほとんど絶滅状態となった時期にも少数が生き残っていた（小泉、1988）。足寄町でも馬鈴薯やビート、牧草などを栽培する畑に被害が出ており、駆除が実施されている。オスジカの狩猟は1950年代より解禁されているが、町の中心部にある九州大学演習林は鳥獣保護区に指定されており禁猟とされている。

この地域では、1991年には3月13日から18日、5月21日から26日、7月30日から8月3日、10月1日から6日、10月26日から30日に、1992年には2月21日から26日に捕殺された個体を収集した。1991年3月と1992年2月の捕獲は、環境庁の許可による学術研究捕獲に、それ以外は有害鳥獣駆除にもとづいている。なお、1992年の調査は、北海道環境科学研究センターにより実施されたものである。この地域で集めた標本は足寄標本と呼び、性や年齢の内訳は表2-2に示す。

足寄標本では、外部計測と生殖器採取は斜里標本に準じて行い、内臓摘出後の体重も計測している。卵巣と子宮、胎子の固定と保存には10%リン酸緩衝ホルマリンを用いた。なお、足寄標本では精巣の分析は行わず、1992年に得られたものについては胎子のみを使用した（表2-3）。

### 2-1-3. 北海道音別町

音別町は太平洋に面し（図2-1）、白糠丘陵に続く比較的平坦な地域である。町内には、山林のほか広大な牧草地と原野が広がっている（北海道、1991）。この地域でも牧草などに対するエゾシカの被害があり、有害鳥獣駆除が実施されている。オスジカの狩猟は1988年度から1991年度まで解禁されていた。1986年以来、町内の牧草地を中心に、

地元猟友会員によるエゾシカのセンサス調査が行われており、そのカウント数は年々増加している（北海道、1991）。

捕獲は1992年4月11日と12日に行った。この調査は、環境庁の許可による学術研究捕獲にもとづき、北海道環境科学研究センターが実施したものである。死体の収集や計測方法ならびに標本の採取と保存方法は足寄標本と同じである。以下、この標本を音別標本と呼び、その内訳は表2-2に示す。

音別標本からは、一部の外部計測値と胎子を用いた。外部計測値は、他地域で得られた標本との間で、母獣の体格に差がないことの確認にのみ使用している（表2-3）。

#### 2-1-4. 北海道洞爺湖中島

中島は、洞爺湖（図2-1）に浮かぶ大小4つの島の総称である。島の総面積は5.2km<sup>2</sup>で、陸地からは約3km離れている。この島のエゾシカは、1957年と1958年、1965年に人為的に移植された3頭を祖先としている。移植されたエゾシカは57.5頭/km<sup>2</sup>にまで増加した時点（1983年の秋）で個体群崩壊を起こし、現在はおよそ26頭/km<sup>2</sup>の密度で安定している（梶ら、1991）。

洞爺湖中島では、1988年3月18日から21日、6月23日から26日、8月23日から25日、10月23日から24日、11月8日と25日、12月22日から24日ならびに1989年2月25日から27日に生体捕獲を行った。捕獲にはワナや突き槍、吹き矢を使用し、化学的不動化の経過は可能な限り記録した（第3章）。捕獲個体においては、頸静脈からの採血と精巣組織（右側）のbiopsyを行った。血液は、採取後速やかに遠心分離（3,000r.p.m.、30分）と冷却を施し、血漿は-20℃以下で冷凍保存した。精巣のbiopsyには市販の穿刺針を用い、得られた組織はBouin液で固定した。これらの標本は中島標本と呼び、血漿テストステロン濃度の測定と精巣組織の検索に用いた（表2-3）。なお、捕獲個体と標本の内訳は、第3章と第6章に記している。



表 2 - 1. 斜里標本における性と年齢の内訳

性	年 齢	頭 数
オ ス	0	19
	1	108
	2	25
	3	10
	4	8
	5	7
	6	5
	7	1
	8	3
	9	2
	10	0
	11	0
	12	1
オ ス 小 計		189
メ ス	0	27
	1	53
	2	21
	3	14
	4	10
	5	3
	6	3
	7	2
	8	2
	9	3
	10	2
メ ス 小 計		140
合 計		329

表2-2. 足寄標本と音別標本における性と年齢の内訳（捕獲期間別）

		足 寄 標 本						音別標本	
		1991年				1992年		1992年	
性	年齢	3/13~18	5/21~26	7/30~8/3	10/1~6	10/26~30	2/21~26	足寄標本小計	4/11~12
オ ス	0	5	2	1	4	0	0	12	0
	1	6	2	9	4	5	0	26	0
	2	6	2	1	1	4	0	14	0
	3	1	1	1	1	1	0	5	0
	4	2	1	0	0	0	0	3	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	1	0	1
オス小計		21	8	12	10	11	0	62	0
メ ス	0	6	4	1	1	2	3	17	4
	1	5	1	6	3	2	2	19	6
	2	5	2	3	2	0	6	18	3
	3	5	0	0	1	2	3	11	4
	4	5	1	0	0	0	2	8	2
	5	1	1	0	0	0	2	4	2
	6	1	0	0	1	0	3	5	1
	7	0	0	0	0	0	1	1	2
	8	1	0	0	0	0	2	3	2
	9	0	0	0	0	0	1	1	2
	10	0	0	0	0	0	2	2	1
	11	0	0	0	0	0	1	1	0
	12	0	0	0	0	0	1	1	1
	13	0	0	0	0	0	0	0	1
メス小計		29	9	10	8	6	29	91	31
合 計		50	17	22	18	17	29	153	31

## 2-1-5. 兵庫県中部

調査地とした兵庫県中部（朝来町、生野町、大屋町、山東町、和田山町、養父町および八鹿町）は、全体の約85%が山林におおわれ、ホンシュウジカによる農林業被害が深刻な地域でもある。そのため、狩猟や通常の有害鳥獣駆除に加え、林業被害が頻発する2月と3月には大規模な「特別有害鳥獣駆除」が行われている。

兵庫標本は、上記の7町（図2-3）において、1989年2月26日、3月4日から5日、3月11日から12日ならびに3月18日に特別有害鳥獣駆除で射殺された個体から採取した。この調査は、農林水産省森林総合研究所を中心に企画されたものである。使用した標本は62頭分（年齢が判明したのは45個体）の卵巣（表2-3）で、いずれも10%ホルマリンにより固定されていた。

表2-3. 各分析における標本の使用状況（---：採取または使用しなかったもの）

標本群	外部計測	胎子分析	精巣の観察		卵巣の観察	
			肉眼的	組織学的	肉眼的	組織学的
斜里標本 <sup>a)</sup>	使用	使用	使用	使用	使用	使用
足寄標本	使用 <sup>b)</sup>	使用	---	---	使用	使用
音別標本	使用 <sup>c)</sup>	使用	---	---	---	---
洞爺湖標本	---	---	使用	使用	---	---
兵庫標本	---	---	---	---	使用	---

a): 組織学的分析には死後変化の少ない標本のみを用いた

b): 1991年のデータだけを分析に使用した

c): 母獣の体格に、地域差が認められないことの確認にのみ使用した

## 2-2. 年齢査定の方法

年齢は、大泰司（1980）ならびにKoike and Ohtaishi（1985）の方法にしたがって査定した。すなわち、2～3歳までの若齢個体では歯牙の萌出と交換により、それ以上の年齢では、第1切歯の第2セメント質に出現するヘマトキシリン好染性の層板数により査定した。ただし、3か月におよぶ出生時期の変異が示唆されている（第4章）ため、0歳の月齢は表示していない。なお、すべて6月1日生まれと仮定した満年齢で表示しているため、同世代であっても6月1日を境に年齢が繰り上がっていることに注意する必要がある。

中島標本については、生体捕獲のためセメント質の検索を行うことができなかった。そこで、歯牙の萌出交換と磨耗の状況から、0歳、1歳、2歳、3歳および4歳以上に区分した。

## 2-3. 有意差検定の方法

野外材料は変異が大きく、採取条件の一律化も困難である。そのため、観察値が正規分布し試料間の分散も等しいという、 $t$ -検定法に必要な条件を期待できない。したがって、本研究での有意差検定には、原則としてMann-Whitneyの $U$ -検定法を用いた。この検定法は、 $t$ -検定法に劣らぬ検出力を持っているためである（石居、1975）。ただし、多試料の場合は、 $U$ -検定と同様にノン・パラメトリック検定であるKruskal-Wallisの検定法を用いた。観察値が類別変数の場合には、二項検定法を適用した。

なお、いずれの検定においても、危険率が5%以下（ $p \leq 0.05$ ）の場合に有意差があると判定した。

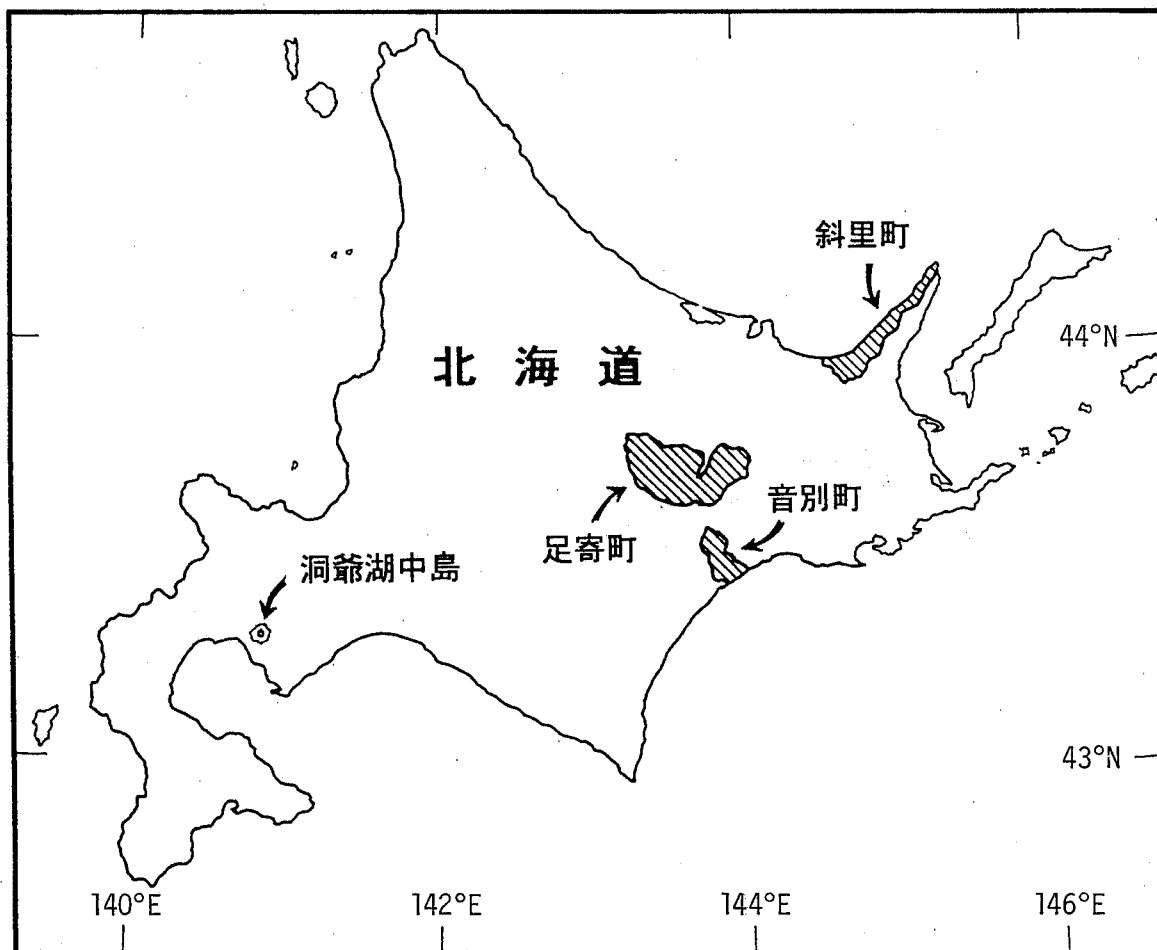
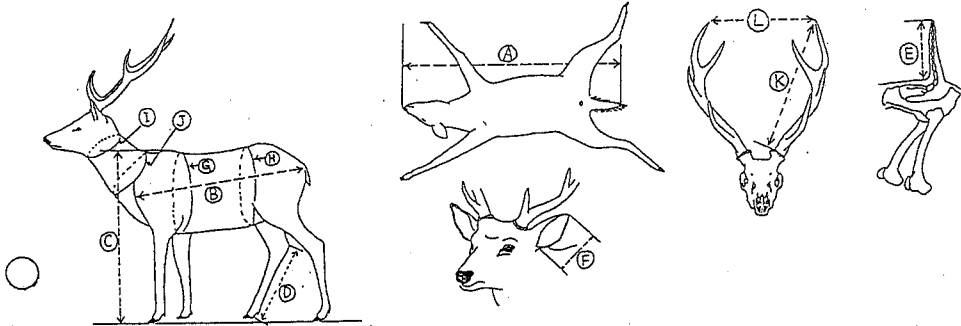


図2-1. 斜里町、足寄町、音別町ならびに洞爺湖中島の位置

SIKA DEER STUDY  
MEASUREMENT and SAMPLING FORM

Deer No.: \_\_\_\_\_ Date captured: \_\_\_\_\_ Observer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_  
 Method captured: Hunting \_\_\_\_\_ Control \_\_\_\_\_ Others \_\_\_\_\_  
 Hunter: Name \_\_\_\_\_ Address \_\_\_\_\_ Phone \_\_\_\_\_  
 Sex: M · F. Est. age: Fa · Ju · Ad. Determ. age: \_\_\_\_\_ Photo.: Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 Location: \_\_\_\_\_  
 Environment: \_\_\_\_\_



MEASUREMENT (in cm or kg):

Est. wt. \_\_\_\_\_ Scale wt. \_\_\_\_\_ ♂ → ANTLER  
 A. Total length \_\_\_\_\_ Antler condition. Casting · Velvet · Hard  
 B. Body length \_\_\_\_\_ Number of points R. \_\_\_\_\_  
 C. Height \_\_\_\_\_ L. \_\_\_\_\_  
 D. Length of hind foot (R·L) \_\_\_\_\_ K. Length of main shaft R. \_\_\_\_\_  
 E. Tail length \_\_\_\_\_ L. \_\_\_\_\_  
 F. Ear length \_\_\_\_\_ L. Antler spread \_\_\_\_\_  
 G. Girth 1. \_\_\_\_\_ H. Girth 2. \_\_\_\_\_  
 I. Neck circ. 1. \_\_\_\_\_ J. Neck circ. 2. \_\_\_\_\_

APPARENT REPRODUCTIVE STATUS:

♀ → Accompanied by fawn: Yes \_\_\_ No \_\_\_ ? \_\_\_  
 Fetus: Yes \_\_\_ No \_\_\_ ? \_\_\_  
 Lactating: Yes \_\_\_ No \_\_\_ ? \_\_\_

SAMPLE:

Tooth taken: Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 Skull: Presented · Borrowed \_\_\_\_\_ Skull measured: Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 → Hunter name \_\_\_\_\_, Date borrowed \_\_\_\_\_, Date returned \_\_\_\_\_  
 Reproductive tracts: ♂: Testis collected. Yes \_\_\_ No \_\_\_ Biopsy. Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 ♀: Ovary · Uterus · Fetus. Vaginal smear. Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 Thingbone collected: Yes \_\_\_ No \_\_\_  
 Kidney collected: Yes \_\_\_ No \_\_\_

NOTE:

図 2-2. 捕獲個体の記録カード

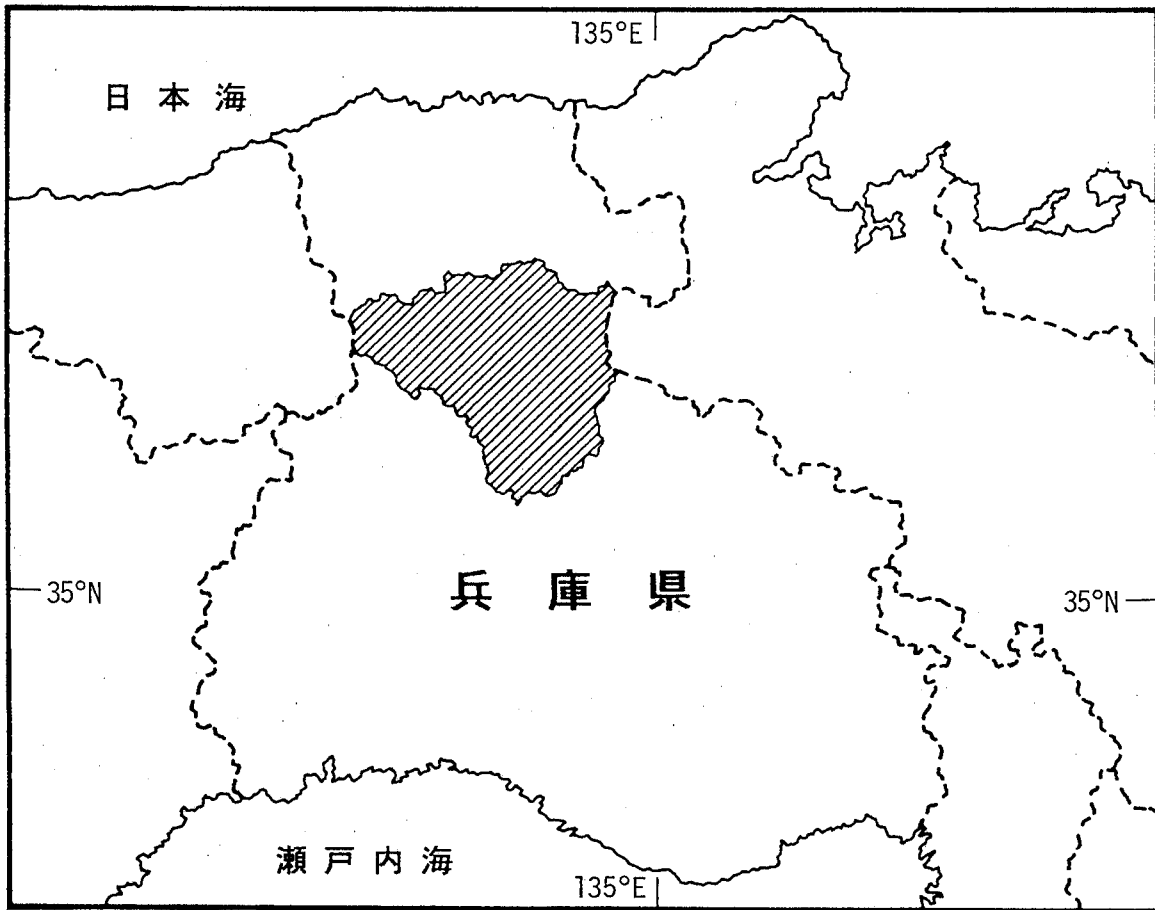


図 2-3. 兵庫県中央部の調査地 (斜線部)

## 第3章：化学的不動化方法

### 3-1. はじめに

薬剤を用いる野生動物の化学的不動化（以下、単に不動化と称する）は、発信機や標識の装着、外部計測、血液や臓器の生検材料採取、保護収容や移動、投薬などを目的として行われ、保護管理上の技術として不可欠なものである。

しかし、野外での作業が多く、家畜の場合とは別の問題が存在する。たとえば、不動化薬に対する感受性は、同一種であっても性や年齢、季節によって変化する（Jacobsen *et al.*, 1976 ; Seal and Bush, 1987）。携行できる設備も限定されるため、呼吸停止や負傷などの緊急事態に対応できない恐れもあり、場合によっては対象動物の死亡を招くこともある（Seal and Bush, 1987）。

不動化より、血液の生化学的性状や血中ホルモン濃度が変化する例が、シカ類でも報告されている（Maede *et al.*, 1990 ; Seal and Bush, 1987）。血液性状や血中ホルモン濃度は、個体の栄養状態や繁殖状況把握の目的で注目されるため、これらの変化がより少ない不動化方法が求められている（Seal and Bush, 1987）。

シカ類の不動化に関しては、これまでに多くの報告がなされており、塩化サクシニルコリン（succinylecholine chloride）をはじめ塩酸キシラジン（xylazine hydrochloride）、塩酸エトルフィン（etorphine hydrochloride）、ジアゼパム（diazepam）、塩酸フェンサイクリジン（phencyclidine hydrochloride）などが適用されている（Jacobsen *et al.*, 1976 ; Mech *et al.*, 1985 ; Scanlon and Brunjak, 1984など）。とくに、北米産のオジロジカに対する技術はほぼ確立され、方法や注意点を詳細に解説した文献も出版されている（Scanlon and Brunjak, 1984）。また、シカ類の不動化に起因する血液性状の変化については、Seal and Bush (1987) がレビューしている。



ニホンジカの不動化は、小松 (1981)、増井 (1971)、増井ら (1968)、瀧澤・安井 (1979) ならびに唐原ら (1974) により報告され、塩酸キシラジンや塩化サクシニルコリン、フェンタニル (fentanyl)、臭化パンクロニウム (pancuronium bromide) などが試用されている。しかし、ニホンジカの場合は動物園での使用例が多く、野生個体に対する実験報告はほとんどない。不動化に起因する血液性状の変化については、Maede *et al.* (1990) の報告がある。

近年野生動物の不動化に関し、塩酸ケタミン (ketamine hydrochloride) -塩酸キシラジン混合法が好成績をおさめているとの報告が多く (橋崎ら、1980; 河野ら、1981)、シカ類についても例外ではない (DelGiudice *et al.*, 1986; Mech *et al.*, 1985; Kreeger *et al.*, 1986)。また、この方法に対する塩酸ヨヒンビン (yohimbine hydrochloride) や塩酸トラゾリン (tolazoline hydrochloride) の優れた拮抗効果も報告されている (Mech *et al.*, 1985; Kreeger *et al.*, 1986)。そこで本章では、野生のエゾシカに対し塩酸ケタミンと塩酸キシラジンを用いた不動化を試行し、その有用性の検討を行った。さらに、塩酸トラゾリンの拮抗効果についても検討した。

## 3-2. 材料と方法

### 3-2-1. 捕獲作業ならびに使用した薬品と器材

不動化実験は、1988年3月18日から21日にかけて北海道洞爺湖中島で行った (第2章)。捕獲した個体に対しては、およそ60分をかけて外部形態と体重の計測、標識装着、採血、精巣組織のbiopsy (オス) ならびに超音波診断装置による妊娠鑑定 (メス) を行った。作業終了後は、不動化より回復した個体から順次放逐した。なお、捕獲にあたっては、わなを併用する方法と吹き矢で直接的に薬剤を投与する方法との二通りを採用した。これらについては、次の3-2-2ならびに3-2-3に詳細を記す。

用いた薬品は、硫酸アトロピン (atropine sulfate)、塩酸キシラジン、塩酸ケタミン

および塩酸トラゾリンである。硫酸アトロピンと塩酸キシラジンについては、それぞれ市販の0.5%製剤と5.0%製剤を使用した。塩酸ケタミンは、20%エタノールに溶解した25.0%溶液として使用した。このような高濃度の薬液が必要とされたのは、容量の限られた吹き矢を使うためである。塩酸トラゾリンは、Kreeger *et al.* (1986) にしたがって生理的食塩水に溶解した2.0%溶液として用いた。

塩酸キシラジンと塩酸ケタミンの投与には、Scanlon and Brunjak (1984) にしたがって、突き槍式の注射器あるいは吹き矢を用いた。投薬量は、Kaji *et al.* (1988) の報告をもとに、0歳を25kg、オス1歳を50kg、オス成獣70kg、1歳以上のメス40kgを推定体重として算出した。算出の基準は捕獲方法により異なるので、次の3-2-2ならびに3-2-3に記述している。硫酸アトロピンは麻酔前投与剤であるが、野生動物では前投与が困難な場合も多い。そこで導入（接触刺激に対し反応を示さなくなった時点）直後に、0.5mg/頭を静脈内あるいは筋肉内に投与した。塩酸トラゾリンは、15頭で作業終了後に頸静脈より投与した。また、放逐の直前には、筋肉内に抗生剤（benzylpenicillinとdihydrostreptomycinの混合製剤）を注射した。

不動化の経過は、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合薬の投与を始点とし、導入ならびに起立（最初に自力で立ち上がった時点）に至るまでの時間を秒単位で記録した。

### 3-2-2. 追い込みわな (drive trap) を併用した方法

追い込みわなは、エゾシカの越冬地を挟むように高さ2mのネットを漏斗状に張り、漏斗先端部にコラル (corral trap) を設置した構造を持っている (梶ら、1991)。

捕獲は、横並びになった勢子がネット内のエゾシカをコラルに追い込むことにより行われる。不動化薬は、コラル内に入ったシカに対して投与した。したがって、この方法は、興奮状態にある個体に対する不動化と行うことができる。不動化薬の量は、前記の推定体重にもとづき、塩酸キシラジンが1.0mg/kg、塩酸ケタミンが10.0mg/kgとなるように算出した。実際の体重は推定通りではないため、投与された薬量は予定と異なる場合が多かった。塩酸トラゾリンについては、投与時間と投与量とを特定しなかった。

この方法では33頭を捕獲したが、そのうち4頭が負傷ならびに死亡した（梶ら、1991）。また、6頭が投薬量不明（投与時の薬液漏れによる）となり、7頭は時間経過を追跡できなかった。これらを除外したため、実際に分析に供したのは16頭（オス7頭、メス9頭）となった。塩酸トラゾリンを投与したのは、そのうち6頭（オス2頭、メス4頭）である。

### 3-2-3. 吹き矢により直接的に不動化薬を投与した方法

洞爺湖中島のエゾシカは人慣れしており、餌を見せると近づいてくる。そのため、吹き矢の射程内に入った個体に対しては、直接的に不動化薬の投与が可能である。これを利用したのが二番目の方法であり、オスのみを9頭捕獲した。いずれの個体においても、投薬前後に走行や興奮が見られなかったため、安静状態での不動化と行うことができる。

投薬量は前記の方法と同様、推定体重にもとづき算出した。最初の2頭については塩酸キシラジンが1.0mg/kg、塩酸ケタミンが1.7mg/kgとなるよう調整した。しかし、この薬量でも十分な不動化が得られたため、以後の投薬量は徐々に減少させた。体重が推定と異なることによる投与量の変動は、わなを併用した場合と同様である。塩酸トラゾリンは、計測した体重をもとに約2.0mg/kgを全頭に投与した。塩酸トラゾリンの投与時間は、不動化薬投与からおおよそ60分後を目安とした。

## 3-3. 結果

### 3-3-1. 追い込みわなを併用した場合

この方法を適用した全個体の経過は、表3-1（塩酸トラゾリン非投与群）ならびに表3-2（塩酸トラゾリン投与群）に一覧する。また、投薬量、導入時間、塩酸トラゾリンの投与時間（表3-5のみ）ならびに起立時間は表3-3から表3-5に示す。

表 3-1. わな併用で捕獲した個体の投薬量と経過の一覧（塩酸トラゾリン非投与群）

個体番号	性	年齢	体重 (kg)	塩酸キシラジン 投与量(mg/kg)	塩酸ケタミン 投与量(mg/kg)	導入時間 (時:分:秒")	起立時間 (時:分:秒")
P7	オス	3	59.2	1.18	11.82	0:08'33"	3:57'19"
P4	オス	4+	62.3	1.12	11.24	0:20'45"	3:37'15"
P5	オス	4+	68.8	1.02	10.17	0:09'00"	3:02'00"
P6	オス	4+	65.8	1.06	10.64	0:03'39"	2:17'19"
P10	オス	4+	62.8	1.11	11.15	0:02'47"	2:49'32"
P21	メス	1	43.3	0.92	9.24	0:03'55"	2:08'45"
P23	メス	1	40.7	0.98	9.83	0:05'20"	0:36'40"
P28	メス	2	41.2	0.97	9.71	0:03'40"	2:26'55"
P13	メス	4+	53.0	0.76	7.55	0:04'17"	1:34'17"
P15	メス	4+	64.2	0.62	6.23	0:03'25"	1:13'10"

表 3-2. わな併用で捕獲した個体の投薬量と経過の一覧（塩酸トラゾリン投与群）

個体番号	性	年齢	体重 (kg)	塩酸キシラジン 投与量(mg/kg)	塩酸ケタミン 投与量(mg/kg)	塩酸トラゾリン 投与量(mg/kg)	導入時間 (時:分:秒")	塩酸トラゾリン 投与時間(時:分:秒")	起立時間 (時:分:秒")
B21	オス	0	22.6	1.11	11.06	1.00	0:03'05"	1:31'00"	1:33'53"
B23	オス	0	17.5	0.97	9.71	1.94	0:02'15"	0:18'10"	0:36'33"
R23	メス	0	18.2	0.93	9.34	1.98	0:02'40"	0:27'35"	0:45'15"
P17	メス	3	44.8	0.89	8.93	1.50	0:02'25"	1:33'57"	1:35'26"
P24	メス	3	58.0	0.69	6.90	0.97	0:03'30"	0:46'00"	0:58'00"
P25	メス	4+	59.8	0.67	6.69	1.91	0:04'25"	0:47'20"	0:59'21"

表 3-3. わな併用で捕獲した個体の投薬量と導入時間 (塩酸トラゾリン投与個体も含む)

性	頭数	塩酸キシラジン投与量 (mg/kg)	塩酸ケタミン投与量 (mg/kg)	導入時間 (分)
		平均±標準偏差 (範囲)	平均±標準偏差 (範囲)	平均±標準偏差 (範囲)
オス	7	1.08±0.07 (0.97~1.18)	10.83±0.71 (9.71~11.82)	7.15±6.61 (2.25~20.75)
メス	9	0.83±0.14 (0.62~0.98)	8.27±1.42 (6.23~9.83)	3.74±0.89 (2.41~5.33)
雌雄差検定結果		p<0.01で有意差あり	p<0.01で有意差あり	有意差なし

表 3-4. わな併用で捕獲した個体の投薬量と導入時間、起立時間 (塩酸トラゾリン非投与個体のみ)

性	頭数	塩酸キシラジン投与量 (mg/kg)	塩酸ケタミン投与量 (mg/kg)	導入時間 (分)	起立時間 (分)
		平均±標準偏差 (範囲)	平均±標準偏差 (範囲)	平均±標準偏差 (範囲)	平均±標準偏差 (範囲)
オス	5	1.10±0.06 (1.02~1.18)	11.00±0.63 (10.17~11.82)	8.95±7.17 (2.78~20.75)	188.68±39.47 (137.32~237.32)
メス	5	0.85±0.16 (0.62~0.98)	8.51±1.57 (6.23~9.83)	4.12±0.75 (3.42~5.33)	95.96±43.90 (36.67~146.92)
雌雄差検定結果		p<0.01で有意差あり	p<0.01で有意差あり	有意差なし	p<0.05で有意差あり

表 3-5. 塩酸トラゾリン投与群(上)と非投与群(下)間での投薬量と導入時間、起立時間の比較 (わな併用捕獲のメスのみ)

頭数	塩酸キシラジン投与量(mg/kg)	塩酸ケタミン投与量(mg/kg)	導入時間(分)	塩酸トラゾリン投与量(mg/kg)	起立時間(分)
	平均±標準偏差(範囲)	平均±標準偏差(範囲)	平均±標準偏差(範囲)	平均±標準偏差(範囲)	平均±標準偏差(範囲)
5	0.85±0.16(0.62~0.98)	8.51±1.57(6.23~9.83)	4.12±0.75(3.42~5.33)	-----	95.96±43.90(36.67~146.92)
4	0.80±0.13(0.67~0.93)	7.97±1.36(6.69~9.34)	3.25±0.91(2.42~4.42)	1.59±0.46(0.97~1.98)	64.51±21.57(45.25~95.43)
検定結果	有意差なし	有意差なし	有意差なし	-----	有意差なし

表3-3には、塩酸トラゾリンを投与した個体も含め、投薬量と導入時間における雌雄差の検定結果も表示した。塩酸キシラジンと塩酸ケタミンの投薬量はメスの方が有意に少なかったが、導入時間に差は認められなかった（Mann-WhitneyのU-検定法）。しかし、起立時間（塩酸トラゾリン非投与群）では、メスの方が有意に短かった（表3-4、Mann-WhitneyのU-検定法）。メスのみの比較（オスは少数例のため除外）ではあるが、塩酸トラゾリンの非投与群と投与群（塩酸キシラジンと塩酸ケタミンの投薬量に有意差はない）との間には、導入時間と起立時間のいずれにも有意差は認められなかった（表3-5、Mann-WhitneyのU-検定法）。

不動化中の個体には、しばしば一時的な呼吸停止とチェーン・ストークス呼吸が認められた。Scanlon and Brunjak (1984)の指摘通り、開眼状態の場合も多く、放置すると角膜乾燥の恐れがあった。塩酸トラゾリンの投与時には、若干の呼吸数増加が観察されたが、その他の状態に顕著な変化は認められなかった。最初の起立後に再度座り込み、そのまま数時間が経過した個体も多く認められた。

### 3-3-2. 吹き矢により不動化薬を直接投与した場合

この方法を適用した個体の不動化経過は表3-6に一覧する。また、投薬量、導入時間、塩酸トラゾリン投与時間ならびに起立時間は表3-7に示す。表3-7には、導入時間の比較のため、追い込みわなを併用して捕獲した5頭のオスのデータも併記した。

わなを用いた方法に比べ、塩酸キシラジンの投与量は同程度であるが、塩酸ケタミンの量は平均で10.8%に過ぎない。しかし、導入時間に有意差は認められなかった（表3-7、Mann-WhitneyのU-検定法）。塩酸トラゾリン投与から起立までの時間は、平均22.22分であった。

こちらの捕獲方法においても、しばしば呼吸停止とチェーン・ストークス呼吸が見られた。塩酸トラゾリン投与時の呼吸数増加は顕著で、眼裂の拡大ならびに一時的な四肢の運動も観察され、投与直後から頭部を上げている個体も認められた。最初の起立後に、ふたたび長時間座り込むことも観察されなかった。

表3-6. 不動化薬を直接投与した個体の投薬量と経過の一覧

個体番号	性	年齢	体重 (kg)	塩酸キシラジン 投与量(mg/kg)	塩酸ケタミン 投与量(mg/kg)	塩酸トラゾリン 投与量(mg/kg)	導入時間 (時:分:秒)	塩酸トラゾリン 投与時間(時:分:秒)	起立時間 (時:分:秒)
P35	オス	1	41.8	1.67	1.44	1.96	0:16'00"	1:05'36"	1:14'55"
P36	オス	1	44.1	1.13	1.36	1.86	0:09'00"	1:01'38"	2:21'30"
P40	オス	1	49.2	0.81	0.81	1.99	0:18'20"	1:02'47"	1:15'00"
P41	オス	1	45.5	0.88	0.88	1.98	0:06'45"	1:11'19"	1:43'27"
P37	オス	3	56.1	1.24	1.07	2.00	0:07'30"	1:03'07"	1:18'57"
P33	オス	4+	71.0	0.99	1.69	2.14	0:05'00"	1:01'55"	1:08'02"
P34	オス	4+	70.6	0.99	1.70	2.12	0:06'00"	1:02'23"	1:04'30"
P38	オス	4+	69.7	1.00	0.86	2.01	0:08'00"	1:07'06"	1:35'50"
P39	オス	4+	65.2	1.07	0.92	1.99	0:04'00"	1:03'20"	1:16'58"

表3-7. わな併用捕獲個体（塩酸トラゾリン非投与）と不動化薬直接投与捕獲個体間での、薬量と導入時間の比較（オスのみ）

頭数（方法）	塩酸キシラジン 投与量(mg/kg) 平均±標準偏差(範囲)	塩酸ケタミン 投与量(mg/kg) 平均±標準偏差(範囲)	導入時間 (分) 平均±標準偏差(範囲)	塩酸トラゾリン 投与量(mg/kg) 平均±標準偏差(範囲)	塩酸トラゾリン 投与時間(分) 平均±標準偏差(範囲)	起立時間 (分) 平均±標準偏差(範囲)
5 (わな併用)	1.10±0.06(1.02~1.18)	11.00±0.63(10.17~11.82)	8.95±7.17(2.78~20.75)	-----	-----	188.68±39.47(137.32~237.32)
9 (直接投与)	1.09±0.25(0.81~1.67)	1.19±0.36(0.81~1.69)	8.95±4.93(4.00~18.33)	2.00±0.08(1.86~2.14)	64.35±3.16(61.63~71.32)	86.57±24.08(64.50~141.50)
検定結果	有意差なし	投与量は平均10.8%	有意差なし	-----	-----	-----*

\* 複数の条件が異なるので、検定を行わなかった

### 3-4. 考察

#### 3-4-1. 塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法の評価

今回試行したエゾシカの不動化では、興奮時にも安静時にも平均して10分以内に導入し、遅くとも4時間以内には起立に至った。導入時間や起立時間が、平均に比べて著しく延長した例もまれであった。したがって、今回採用した方法は、作業時間が60分程度の捕獲の場合には適切なものと考えられる。

ニホンジカに対する塩酸キシラジン単独投与の場合、飼育個体でも1~3mg/kgの量で軽度の鎮静しか得られず（唐原ら、1974）、不動化には2mg/kg以上の投与が必要とされている（Seal and Bush、1987）。しかし、塩酸ケタミンを併用した場合、1mg/kg前後の塩酸キシラジンでも短時間で導入し、十分な不動化を得ることができた。したがって、塩酸ケタミンの混合によって、塩酸キシラジンの必要量を減少させることが可能と考えられた。この混合法における同様の利点は、橋崎ら（1980）や米倉（1978）によっても報告されている。

しかし、塩酸ケタミンを10mg/kg程度投与した個体では起立までの時間が長く、起立後の状態も良好ではなかった。安静状態であれば、1mg/kgの投与でも十分な不動化が得られたことも考慮すると、10mg/kgという量は明らかに過多であった。興奮状態での使用であっても、より少量の投与が望ましいと考えられる。ただし、10mg/kgという投与でも死亡例が少なかった（梶ら、1991）ことは、塩酸ケタミンの広い安全域を示している。したがって、不動化が不完全な場合の塩酸ケタミンの追加投与は、少なくとも10mg/kgを越えない範囲で許容されることが考えられる。

副作用としては、一時的な呼吸停止とチェーン・ストークス呼吸が出現したが、これらは胸部を軽く叩くことにより容易に回復した。不動化中の開眼状態による角膜の乾燥と感染の防止には、眼軟膏の点眼が有効であった。

以上のことから、エゾシカの不動化における塩酸キシラジンと塩酸ケタミンの混合投与法は、「即効性であること」ならびに「少量投与でも有効なこと」、「安全域が広い



こと（塩酸ケタミンのみ）」、「副作用が少ないこと」の4点で、野生動物捕獲用の不  
動化薬の条件（Scanlon and Brunjak, 1984）を満たしていることが明らかになった。し  
たがって、今後は塩酸キシラジンの投与量を1mg/kg程度とし、塩酸ケタミンの適切な混  
合比を模索していく価値は十分にあると考えられる。

しかし、この方法には、感受性の個体変異という点で問題が残るかもしれない。わな  
を用いた捕獲では、メスの方が投薬量が少なかったにもかかわらず、導入時間に雌雄差  
が認められなかった。また、塩酸ケタミン投与量が大幅に異なった興奮時投与と安静時  
投与の間でも、導入時間は変わらなかった。これらの観察結果は、塩酸キシラジンや塩  
酸ケタミンに対する感受性が、性や精神状態に影響されることを示唆している。この影  
響がどの程度あるかについては、今後検討すべき課題である。

#### 3-4-2. 拮抗薬としての塩酸トラゾリンの評価

塩酸トラゾリンは、塩酸キシラジンの拮抗薬として、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン  
混合法により不動化されたオジロジカの回復時間を、劇的に早めることが知られている  
（Kreeger *et al.*, 1986）。今回の実験では、塩酸トラゾリン投与により、呼吸数増加な  
どの回復の兆候が急激に発現した（ただし、塩酸ケタミン量を1mg/kg前後用いた場合）。  
したがって、エゾシカにおいても、塩酸トラゾリンにより不動化からの回復時間が早め  
られるものと推測された。

塩酸ケタミン投与量が過多の場合、塩酸トラゾリンの効果も認められなかった点には  
留意する必要がある。塩酸トラゾリンが塩酸キシラジンの拮抗薬であることを考えると、  
これは当然かもしれない。塩酸トラゾリンが劇的な効果をおさめたKreeger *et al.* (1986)  
の場合でも、塩酸ケタミンの量は平均4.75mg/kgであった。したがって、塩酸ケタミン  
の混合比を算出する場合には、塩酸トラゾリンの効果も考慮に入れる必要があると思わ  
れる。

### 3-5. 小括

洞爺湖中島に生息するエゾシカ25頭に対し、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合薬による不働化を行った。さらに、15頭については塩酸トラゾリンも投与し、塩酸キシラジンに対する拮抗効果を検討した。この実験の結果、以下に示す事項が明らかとなった。

- 1) エゾシカの不働化には、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法は適切なものと判断された。
- 2) 安静状態下にあるオスならば、1mg/kgの塩酸キシラジンと1mg/kgの塩酸ケタミンとの混合投与で不働化が可能である。
- 3) 2) の薬量で不働化が不完全な場合には、塩酸ケタミンの増量ならびに追加投与が可能である。
- 4) 塩酸キシラジンと塩酸ケタミン混合薬に対するエゾシカの実受性は、性や精神状態に影響されることが示唆された。
- 5) 不働化中にしばしば発生する呼吸停止やチェーン・ストークス呼吸は、胸部を軽く叩くことによって回復する。
- 6) 不働化中に開眼状態にあることが多いので、眼軟膏を用意する必要がある。
- 7) 塩酸キシラジンの拮抗薬である塩酸トラゾリンの投与により、不働化からの回復が早められると推測された。
- 8) 塩酸ケタミンの投与量が多いときには、塩酸トラゾリンの効果は発現しにくい。

## 第4章：胎子の成長と胎齢推定

### 4-1. はじめに

シカ類では、個体群の質や気候条件が、受胎日<sup>(注1:52ページ参照)</sup>に影響を与えることが知られている。たとえば、オジロジカでは、生息密度の高い個体群の平均受胎日は、低密度のものに比べて遅れることが報告されている (McCullough, 1979)。アカシカでは、温暖な年や良好な生息環境の場合には、平均受胎日が早まることも確認されている (Clutton-Brock *et al.*, 1982)。このようなことから受胎日の変異は、個体群の質を把握するための指標として有効であると考えられている (McCullough, 1979)。

また、アカシカでは、平均的な出産時期に生まれた新生子の生存率が、それ以外の時期に生まれた個体より有意に高いことが確認されている (Blaxter and Hamilton, 1980; Clutton-Brock *et al.*, 1982)。これが季節繁殖進化の究極要因になったと考えられるため、受胎日の変異は、シカ類の進化史と関連づけて論議されることも多い (Loudon and Brinklow, 1992)。

このように受胎日の変異は、シカ類の生物学上注目される現象となっている。しかし、野生の個体群では、受胎日を直接的に知ることは不可能に近い。そこで、出産日からの逆算や胎子の推定胎齢にもとづいて受胎日が算出される場合が多い。そのため、胎子の大きさや形態から胎齢を推定する手法が開発されている (McCullough, 1979; Mitchell and Lincoln, 1973; Morrison *et al.*, 1959; Salwasser and Holl, 1979)。

国内に産するニホンジカでは、浜 (1990)、浜ら (1991) ならびに浜ら (1989) により胎子成長に関する研究が行われている。受胎日の変異については、三浦 (1980)、Koizumi (1991) および浜ら (1991) の報告がある。しかし、北海道東部に分布するエゾシカの胎子に関しては、ほとんど研究が行われていない。この地域のエゾシカは、ニ

ホンジカの中で最大級の亜種であり（第1章；第5章）、栄養状態も極めて良好である（横山、私信）。したがって、胎子成長の過程や受胎日の変異が、他地域のニホンジカと異なることが推測される。そこで本章は、エゾシカの胎子の成長過程を明らかにし、胎齢推定の基準を作成することを目的として分析を進めた。

## 4-2. 材料と方法

### 4-2-1. 材料

材料として用いた胎子は、斜里町産の21頭、足寄産の47頭および音別町産の22頭である（第2章）。これらはいずれも、10%ホルマリンあるいは10%リン酸緩衝ホルマリン中に保存されていた標本である（ただし、斜里標本の一部は冷凍保存を経由している）。足寄町産の双胎1例については、体格や性比に関する分析から除外した。双胎の場合には、妊娠期間の延長が認められる（盛、1992）ためである。

### 4-2-2. 胎子の計測と観察の方法

胎子の性は、体重64 g 以上の場合には外部生殖器の形態により容易に判定できた。しかし、それよりも小さい4頭（2.01 g 以下）では性別不明とした。

家畜の胎子では、体長の目安として頭尾長を用いるのが一般的である（星・山内、1982）。しかし、エルクにおいて頭尾長を用いた場合、胎子の形態や姿勢が成長にともなって変化するため、胎齢により計測方法を変更する必要性が生じている（Morrison *et al.*, 1959）。胎子の置き方や保存中の変形によっても、人為的計測誤差の生じる恐れがある（Salwasser and Holl, 1979）。本研究の材料でも、保存中に本来の姿勢が変化してしまった胎子が見られた。したがって、成長過程が未知で、研究者自身が採材に立ち会えない場合も多い野生動物では、頭尾長は適切な計測値と考えられない。そこで、今回は原則として頭尾長を採用せず、後足長と体重を用いることにした。後足長は、

Salwasser and Holl (1979) ならびにMorrison *et al.* (1959) にしたがって、踵骨隆起の先端より蹄尖部までの直線距離とし、ノギスを用いて測定した。ただし、体重2.01 g以下の4頭では、測定位置の特定が困難であったため後足長の計測は行っていない。体重は、臍帯を除去後、台ばかりあるいは電子天秤で測定した。

胎齢推定には、体重の3乗根と胎齢との間ならびに後足長と胎齢との間に認められる直線回帰関係 (Armstrong *et al.*, 1969 ; Chapman and Chapman, 1975 ; Huggett and Widdas, 1951 ; Mitchell and Lincoln, 1973 ; Morrison *et al.*, 1959 ; Salwasser and Holl, 1979) を応用した。

胎子の外部形態観察では、吻部と眼窩部の触毛や睫毛の萌出、鼻鏡と蹄の黒化、口や鼻孔、耳孔、眼の開口、斑紋の出現、乳切歯の萌出、精巣下降 (オス) に注目し、それらの肉眼的所見を記録した。被毛については、頭頂部、顔面部、頸部、上腕部、肘部、前腕部、中手部、前肢蹄冠部、胴部背側部、胴部腹側部、腰部、大腿部、脛部、中足部、中足腺部、後肢蹄冠部、臀部ならびに尾部での発毛状況を記録した。

なお、足寄標本と音別標本 (短期間に集中して採材しているため成長の影響を無視できるため) を用いMann-Whitney のU- 検定を行ったところ、胎子の後足長や体重に有意な雌雄差は認められなかった。また、新生子サイズに影響する母獣の体格 (Robbins and Robbins, 1979) に地域差が認められなかった (第5章) 。したがって、本章では性と産地を問わず、すべての胎子を一括して取りあつかった。

### 4-3. 結果

#### 4-3-1. 胎子の性

胎子の性比は、斜里標本では9 : 10、足寄標本では23 : 22、音別標本では11 : 11であり、合計すると43 : 43となった。二項検定法を用いて検討したところ、いずれの場合も性比が1 : 1であるという帰無仮説を捨てることはできなかった。なお、足寄標本に認め

られた双胎 (91-A-31) は、片方がオス、もう片方がメスであった。

#### 4-3-2. 後足長と体重の増加過程

図4-1は、横軸に死亡月日、縦軸に後足長 (cm) をとり、各個体の計測値をプロットしたものである。死亡月日をX (10月31日からの日数で表示)、後足長をYとすると、

$$Y = -11.043 + 0.172X, r^2 = 0.806$$

の回帰式が得られた。この式のX切片は、64.203 (1月3日に相当) と算出された。

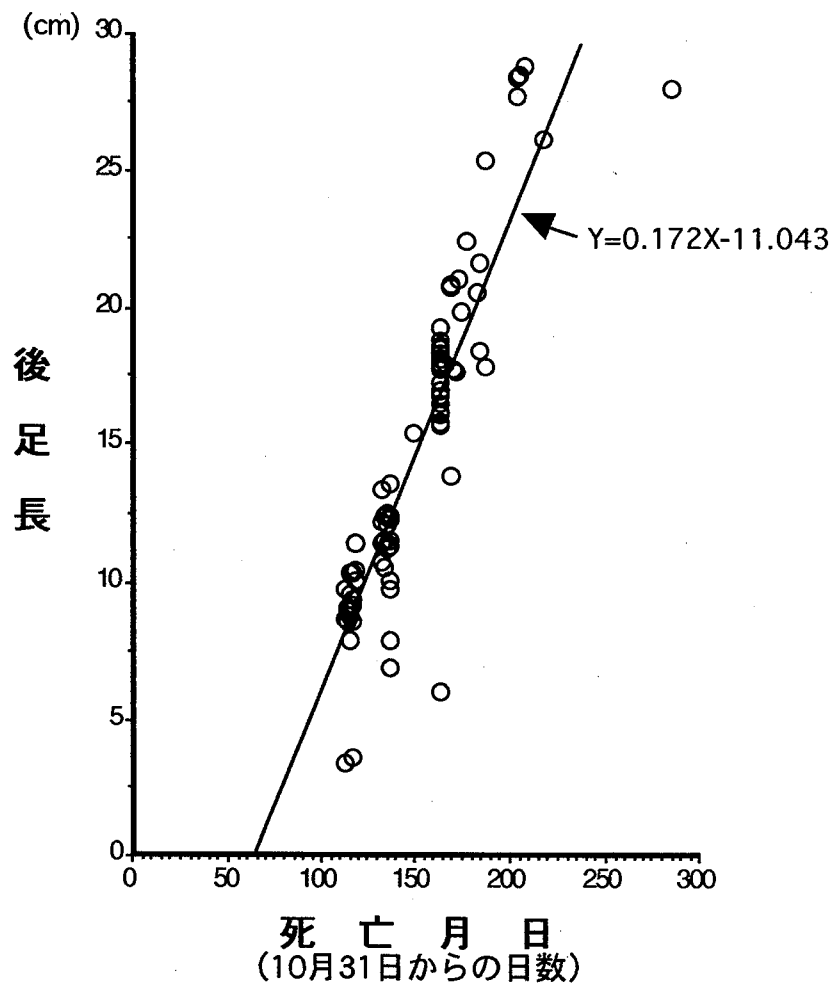


図4-1. 死亡月日と後足長の関係

後足長は変異に富んでおり、2月（足寄標本）と3月（足寄標本）、4月（音別標本）の平均値と標準偏差は、表4-1に示すとおりであった。5月以降に得られた最大級の胎子（90-S-47、91-S-42、91-A-55、91-A-61）の後足長は、28cm以上に達していた。

表4-1. 胎子後足長 (cm)の平均値と標準偏差

月	標本群	頭数	平均	標準偏差
2月	足寄標本 (1992年)	20	8.84	1.99
3月	足寄標本 (1991年)	20	11.27	1.64
4月	音別標本 (1992年)	22	17.11	2.69

図4-2は横軸に死亡月日、縦軸に体重（g）をとり、各個体についてプロットしたものである。体重と死亡月日間の回帰式は、受胎日の推定に関連するので後述する。体重も変異に富み、2月（足寄標本）および3月（足寄標本）、4月（音別標本）の平均値と標準偏差は表4-2のとおりであった。最大級の胎子（91-A-55や91-A-61）の体重は、6,000g近くに達していた。

表4-2. 胎子体重 (g)の平均値と標準偏差

月	標本群	頭数	平均	標準偏差
2月	足寄標本 (1992年)	22	540.07	292.83
3月	足寄標本 (1991年)	20	950.75	288.18
4月	音別標本 (1992年)	22	2136.36	508.86

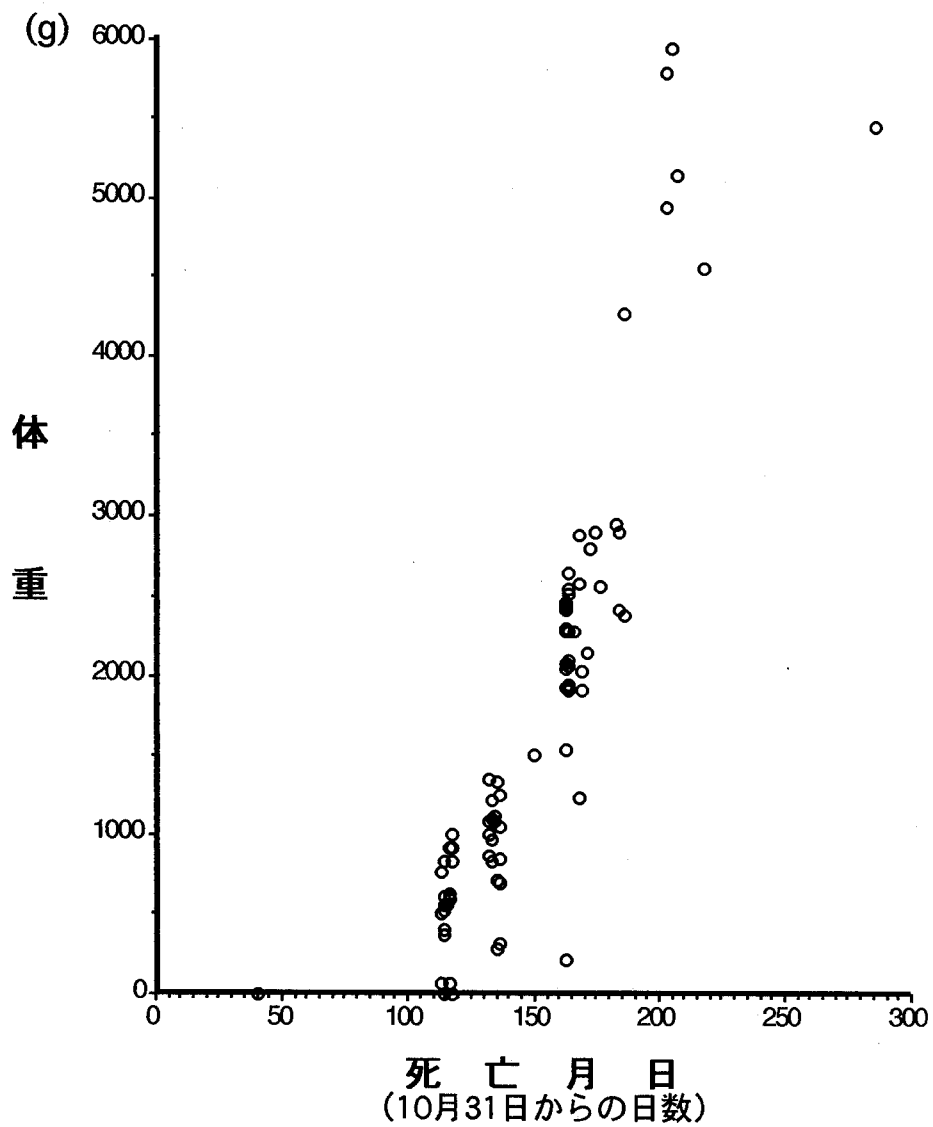


図4-2. 死亡月日と体重との関係



図4-3は、Huggett and Widdas (1951) ならびにMitchell and Lincoln (1973) にしたがって、体重から受胎日を推定するために作成したグラフである。縦軸には体重 (g) の3乗根、横軸には死亡月日をとっている。横軸には胎齢をとるべきであるが、本研究ではそれが不明なため、Chapman and Chapman (1975) にならひ死亡月日で代用した。死亡月日をX (10月31日からの日数)、体重の3乗根をYとすると、

$$Y = -2.604 + 0.091X, \quad r^2 = 0.751$$

の回帰直線が得られた。この直線のX切片は28.615となり、実際の月日としては11月28日に相当していた。

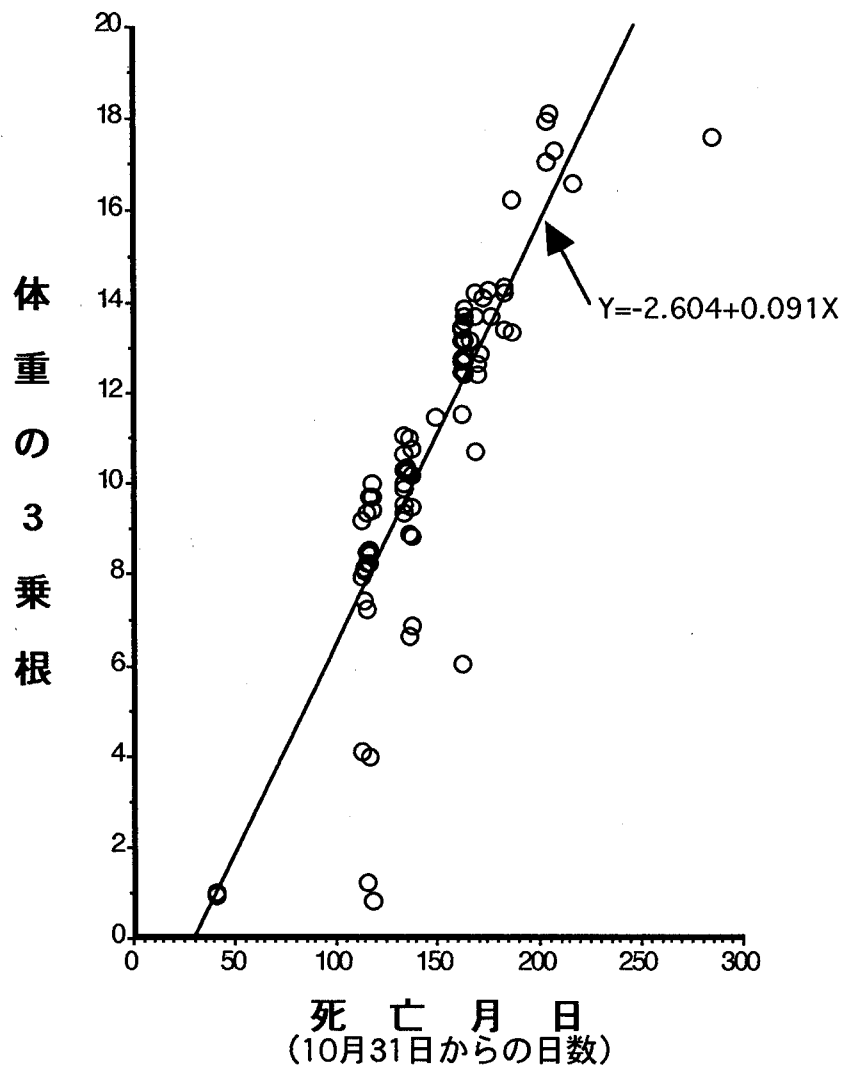


図4-3. 死亡月日と体重の3乗根との関係

さらに、後足長 (cm) と体重 (g) との間には図 4-4 に示す関連が認められ、後足長を X、体重を Y とすると、

$$Y = -480.053 + 113.63X - 0.259X^2 + 0.126X^3$$

の回帰式が得られた。

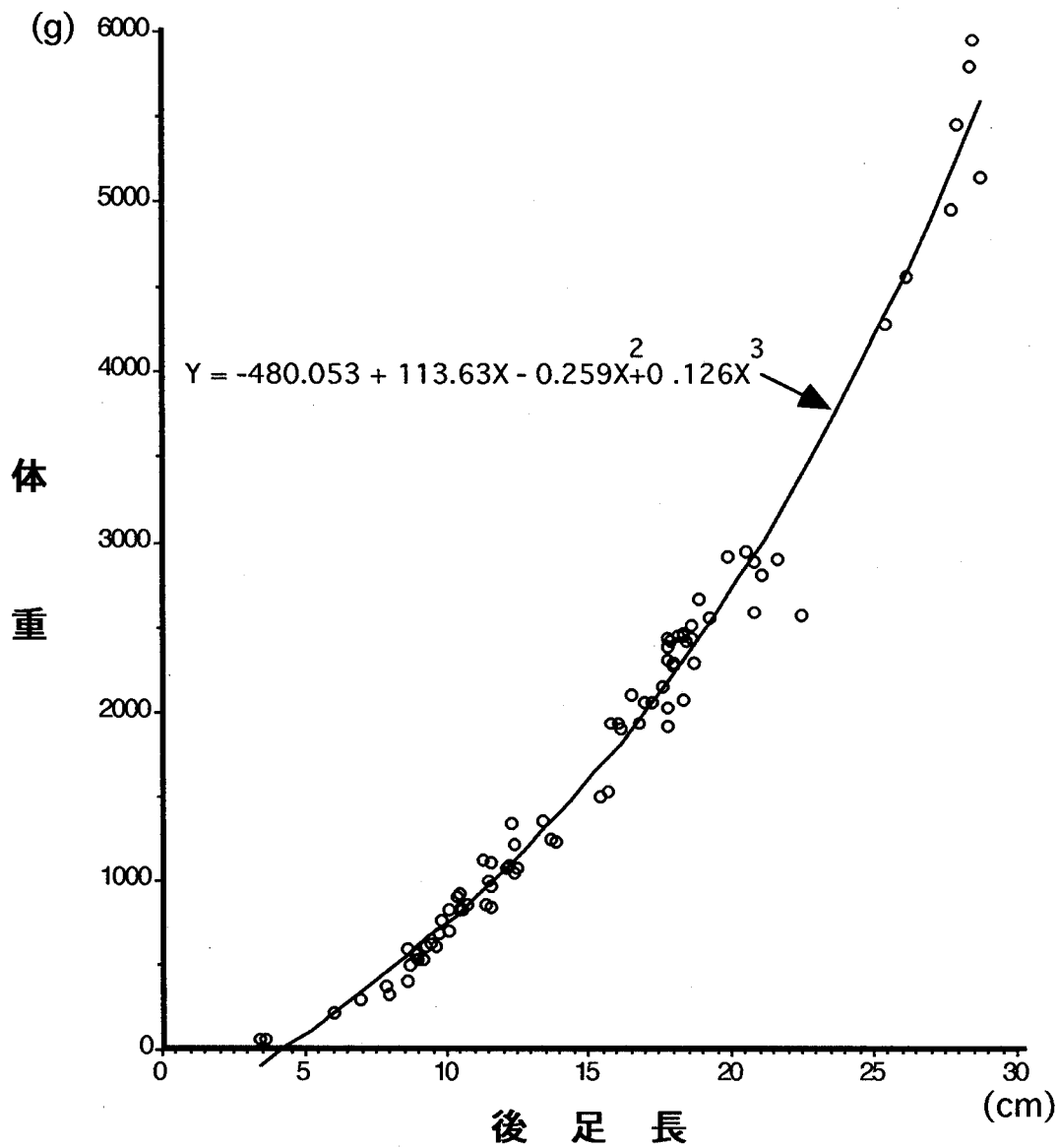


図 4-4. 後足長と体重の関係

#### 4-3-3. 外部形態の変化と被毛発現

表4-3は、外部形態の変化を示すために、64g以上の胎子を体重順にならべたものである。64gの胎子では、すでに口は開いており、陰のうも確認できた。鼻孔は200g代、耳孔は400g代で完全に開口していた。開眼はかなり遅れ、2,800gから3,000gにかけて起こっていた。

吻部や眼窩部の蝕毛は、体重300g代で発現していた。睫毛の発現は600g代から900g代で起こり、変異が大きかった。鼻鏡と蹄の黒化は、それぞれ200g代と400g代で始まっていた。斑紋、すなわち「鹿の子模様」と呼ばれる白斑は、800gから1,200g代にかけて背側正中線の左右に一例ずつ出現した(写真4-1)。次いで、腰部から大腿部にかけて広がり、1,500g以上になると胸部から肩甲骨部に至る体側全域に認められるようになった(写真4-2)。

精巣下降と乳切歯萌出は、それぞれ4,200g代と4,500g代で確認された。しかし、3,000gから4,000gにかけての標本が欠落しているため、これらが起こる時期の特定は困難であった。

表4-4は体表各部位の被毛発現状況を示している。この表は被毛発現の期間を中心に、1,300g代から2,800g代の胎子を体重順に列挙している。

発毛は頭頂部、肘部、大腿部、脛部、臀部、尾部ならびに蹄冠部から始まり、その時期は体重にして1,500g代であった。2,000g代に入ると他の部位での発毛も始まり、胴部背側部の発毛が最も遅かった(2,200g代~2,500g代)。中足腺部の発毛は、中足部の他の部分に比べて早い傾向にあった。2,500g代を越えた個体では、ほぼ全身の被毛が生えそろっていた。なお、1例ずつではあるが、体重に比して著しく被毛が発達している個体(91-S-33)と、発達していない個体(92-O-23)とが認められた。

表 4-3 (1). 外部形態の発達過程 (次ページに続く)

個体番号	体重	後足長	吻部触毛	眼窩触毛	睫毛	鼻鏡	蹄	斑紋	口	鼻孔	耳孔	眼裂	切歯	精巢
92-A-22	64	3.61	未萌出	未萌出	未萌出	未黒化	未黒化	未発達	開口	閉鎖	閉鎖	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-5	69	3.44	未萌出	未萌出	未萌出	未黒化	未黒化	未発達	開口	閉鎖	閉鎖	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-4	225	6.03	未萌出	未萌出	未萌出	未黒化	未黒化	未発達	開口	開口	閉鎖	閉鎖	未萌出	—
91-A-30	294	6.94	未萌出	未萌出	未萌出	黒化	未黒化	未発達	開口	開口	閉鎖	閉鎖	未萌出	—
91-A-44	322	7.94	未萌出	未萌出	未萌出	黒化	未黒化	未発達	開口	開口	閉鎖	閉鎖	未萌出	—
92-A-12	378	7.89	萌出	萌出	未萌出	黒化	未黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-7	406	8.59	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-4	499	8.66	萌出	未萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-8	525	8.99	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-6	531	9.13	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-19	560	8.82	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-14	562	8.99	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-21	591	8.63	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-25	602	9.23	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-16	604	9.60	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-24	624	9.39	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-A-20	625	9.41	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-40	693	9.73	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-36	702	10.07	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-3	769	9.79	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-9	820	10.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-8	824	10.51	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-27	827	10.06	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-46	842	11.52	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-42	853	11.34	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-4	859	10.72	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-23	910	10.31	萌出	萌出	未萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-28	918	10.41	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	未発達	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-31	925	11.84	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—

表 4-3 (2) . 外部形態の発達過程 (次ページに続く)

個体番号	体重	後足長	吻部触毛	眼窩触毛	睫毛	鼻鏡	蹄	斑紋	口	鼻孔	耳孔	眼裂	切歯	精巢
91-A-9	971	11.50	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-A-26	995	11.48	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-2	1001	11.44	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-31	1035	12.20	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-38	1048	12.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-17	1080	12.08	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-22	1080	12.47	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-3	1090	12.19	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-13	1099	11.53	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-18	1115	11.25	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-12	1210	12.38	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中のみ	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-16	1230	13.85	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-39	1243	13.62	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-A-29	1334	12.30	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-A-1	1355	13.38	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	背側正中と大腿	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-S-6	1500	15.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-2	1530	15.70	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-18	1905	16.20	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-S-17	1910	17.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-6	1930	16.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-24	1930	16.10	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-31	1940	15.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-20	2030	17.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-26	2050	17.30	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-27	2060	17.00	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-8	2080	18.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-19	2100	16.50	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-23	2150	17.65	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-10	2280	18.00	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降

表 4-3 (3) . 外部形態の発達過程

個体番号	体重	後足長	吻部触毛	眼窩触毛	睫毛	鼻鏡	蹄	斑紋	口	鼻孔	耳孔	眼裂	切歯	精巢
92-O-7	2290	18.70	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-21	2290	18.00	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-15	2300	17.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-S-12	2380	17.85	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-33	2410	18.45	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-3	2420	17.95	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-1	2430	17.85	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-14	2430	18.60	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-5	2450	18.35	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-20	2450	18.20	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-11	2460	18.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-10	2510	18.60	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
92-O-29	2560	19.30	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-S-6	2570	22.50	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-S-15	2590	20.85	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-O-23	2660	18.90	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	未下降
91-S-24	2810	21.15	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-S-14	2890	20.88	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
91-S-36	2900	21.70	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	未萌出	—
92-S-4	2910	19.90	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	未萌出	未下降
92-S-8	2950	20.62	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	閉鎖	未萌出	—
92-S-11	4280	25.45	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	未萌出	下降
91-S-45	4560	26.20	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	下降
91-A-53	4950	27.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	下降
91-S-42	5150	28.80	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	—
90-S-47	5460	28.00	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	下降
91-A-55	5800	28.40	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	下降
91-A-61	5950	28.50	萌出	萌出	萌出	黒化	黒化	全 域	開口	開口	開口	開口	萌出	下降

- ・「体重」の単位はg、「後足長」の単位はcm
- ・「精巢」において—と記した個体はメス

表 4-4 (1) . 被毛の発現過程 (頭頂部～前肢蹄冠部)

個体番号	体重	後足長	頭頂部	顔面部	頸部	肩部	上腕部	肘部	前腕部	中手部	前肢蹄冠
91-A-29	1334	12.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-A-1	1355	13.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-S-6	1500	15.40	±	—	—	—	—	±	—	—	—
92-O-2	1530	15.70	±	—	—	—	—	±	—	—	±
92-O-18	1905	16.20	±	—	—	—	—	±	—	—	±
91-S-17	1910	17.80	±	—	—	±	±	±	—	—	±
92-O-6	1930	16.80	±	—	—	—	—	±	—	—	±
92-O-24	1930	16.10	±	—	—	—	—	±	—	—	±
92-O-31	1940	15.80	±	—	—	—	—	±	—	—	±
91-S-20	2030	17.80	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-26	2050	17.30	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-27	2060	17.00	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-8	2080	18.40	++	±	±	±	±	+	+	±	+
92-O-19	2100	16.50	±	—	—	—	—	±	—	—	±
91-S-23	2150	17.65	++	±	±	±	±	±	±	±	+
91-S-10	2280	18.00	++	+	±	±	±	++	+	+	++
92-O-7	2290	18.70	++	±	±	±	±	+	+	±	+
92-O-21	2290	18.00	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-15	2300	17.80	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-S-12	2380	17.85	++	+	±	±	±	+	+	+	++
91-S-33	2410	18.45	++	+	+	+	+	++	++	++	++
92-O-3	2420	17.95	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-1	2430	17.85	++	±	±	±	±	+	+	±	+
92-O-14	2430	18.60	++	+	±	±	±	++	+	+	++
92-O-5	2450	18.35	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-20	2450	18.20	++	+	±	±	±	++	+	+	++
92-O-11	2460	18.40	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-10	2510	18.60	++	±	±	±	±	±	±	±	+
92-O-29	2560	19.30	++	+	±	±	±	++	+	+	++
92-S-6	2570	22.50	++	++	++	++	++	++	++	++	++
91-S-15	2590	20.85	++	+	+	+	+	++	++	++	++
92-O-23	2660	18.90	++	±	±	±	±	+	+	±	+
91-S-24	2810	21.15	++	++	++	++	++	++	++	++	++
91-S-14	2890	20.88	++	++	++	++	++	++	++	++	++

「体重」の単位は g、「後足長」の単位は cm

—：発毛なし

±：発毛開始期

＋：皮膚が見える程度に発毛

++：皮膚が見えない程度に発毛

ただし「頭頂部」では被毛の発達速度が早いため、—、± および ++ にのみ分類した

表 4-4 (2) . 被毛の発現過程 (背部～尾部)

個体番号	体重	後足長	背部	腹部	腰部	大腿部	脛部	中足部	中足腺部	後肢蹄冠	臀部	尾部
91-A-29	1334	12.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-A-1	1355	13.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91-S-6	1500	15.40	—	—	—	±	±	—	—	±	±	±
92-O-2	1530	15.70	—	—	—	—	±	—	—	±	±	±
92-O-18	1905	16.20	—	—	—	—	±	—	—	±	±	±
91-S-17	1910	17.80	—	—	—	±	±	—	—	±	±	±
92-O-6	1930	16.80	—	—	—	—	±	—	—	±	±	±
92-O-24	1930	16.10	—	—	—	—	±	—	±	±	±	±
92-O-31	1940	15.80	—	—	—	—	±	—	—	±	±	±
91-S-20	2030	17.80	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-26	2050	17.30	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-27	2060	17.00	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-8	2080	18.40	—	±	±	±	±	±	+	+	++	++
92-O-19	2100	16.50	—	—	—	—	±	—	±	±	±	±
91-S-23	2150	17.65	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
91-S-10	2280	18.00	±	±	±	±	±	+	++	++	++	++
92-O-7	2290	18.70	—	±	±	±	±	±	+	+	++	++
92-O-21	2290	18.00	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-15	2300	17.8	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-S-12	2380	17.85	±	±	±	±	±	+	++	++	++	++
91-S-33	2410	18.45	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++
92-O-3	2420	17.95	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-1	2430	17.85	—	±	±	±	±	±	+	+	++	++
92-O-14	2430	18.60	±	±	±	±	±	+	++	++	++	++
92-O-5	2450	18.35	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-20	2450	18.20	±	±	±	±	±	+	++	++	++	++
92-O-11	2460	18.40	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-10	2510	18.60	—	±	±	±	±	±	+	+	+	+
92-O-29	2560	19.30	±	±	±	±	±	+	++	++	++	++
92-S-6	2570	22.50	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
91-S-15	2590	20.85	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++
92-O-23	2660	18.90	—	±	±	±	±	±	+	+	++	++
91-S-24	2810	21.15	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
91-S-14	2890	20.88	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

「体重」の単位はg、「後足長」の単位はcm

—：発毛なし

±：発毛開始期

＋：皮膚が見える程度に発毛

++：皮膚が見えない程度に発毛



## 4-4. 考察

### 4-4-1. 胎子の性比と双胎

エゾシカの胎子の性比は統計学的に1:1とされ、実数値としても43:43であった。流産もまれであるため（第7章）、出生時の性比も1:1と考えて良い。ただし、スコットランド産のアカシカでは、繁殖力の高い個体群ほど胎子性比がオスに片寄る傾向がある（Clutton-Brock and Albon, 1989）。したがって、ニホンジカでも胎子性比に地域差が存在する可能性があるため、他個体群での確認も必要と考えられる。

双胎は足寄町で得られた1例のみであり、他のニホンジカ個体群でもまれとされている（Sadleir, 1987; 高槻, 1992）。したがって、野生ニホンジカの双胎は、例外的な現象と考えられる。しかし、中国で飼養されているニホンジカでは、10.4%にもおよぶ双胎が報告されている（盛, 1992）。これは養鹿の歴史の中で進められた育種による変化と考えられ、潜在的には双胎となり得る可能性を持っているのかもしれない。なお、今回報告した例では、胎子の性が異なっていたため二卵性双生子と判断された。

### 4-4-2. 胎子の発育、外部形態の変化ならびに被毛の発現

図4-1と図4-3で得られた回帰直線から、北海道東部産のエゾシカ胎子の成長速度は、後足長（cm）にして0.172/日、体重（g）の3乗根にして0.091/日と推定された。4月以前に得られた胎子では、後足長や体重に雌雄差が認められなかったため、体格における性的二型の発現は妊娠末期以後に起こると考えられた。

後足長と体重との間に得られた回帰式により、後足長から体重を推定することも可能と考えられた。とくに、銃弾などによる破損から体重測定が不可能な胎子では、応用価値が高い。ただし、この回帰式は未熟な胎子では誤差が大きいので、少なくとも後足長7cm以上の胎子で用いるべきであろう（図4-4：後足長3cm代の胎子では体重がマイナスに算出されている）。

最大級の胎子が得られた時期は、エゾシカの出産期（梶, 1988; Kaji *et al.*, 1988; 第

7章) にほぼ該当している。したがって、斜里町、足寄町および音別町に生息するエゾシカは、出生時点の後足長は28cm以上、体重は6,000 g 程度に達しているものと推定された。この体重は、飼育個体での報告 (5.5kg、4.1kg、3.9kg) より重い傾向にあった(浜、1990)。

外部形態と被毛の状況から、胎子の発育過程は次の1)～4)の段階に区分された。推定胎齢は、後述の考察にをもとにしている。これらの区分は外観から容易に判断できるので、おおまかな胎齢推定には有効と考えられる。

- 1) 体形形成期：口や鼻孔、耳孔の開口、蝕毛の発現ならびに鼻鏡や蹄の黒化が起こり、シカらしい体形が形成されるまでの期間。斑紋が認められなければ、この段階にある胎子と判断される。後足長はおよそ11cm以下、体重はおよそ900 g 以下であり、胎齢は130日以下と推定される。
- 2) 斑紋出現期：斑紋が形成される期間。斑紋は認められるが、被毛が未発現である時期をさす。後足長にしておよそ11～15cm、体重にしておよそ900～1,500 g の期間に相当する。胎齢は130～160日と推定される。
- 3) 被毛発現期：頭頂部や尾部などから始まった発毛が、胴体背側部に広がるまでの期間。後足長にしておよそ15～18cm、体重にしておよそ1,500～2,400 g の時期に相当し、胎齢は160～180日と推定される。
- 4) 完成期：胴体背側部の発毛から、出産までの期間。被毛の発達、開眼、切歯の萌出ならびに精巣下降が起こり、胎子の最終的な完成期にあたる。後足長にしておよそ18cm以上、体重にしておよそ2,400 g 以上に相当する。胎齢はおよそ180日以上と推定される。

1例ずつではあるが、体重に比して被毛発現状況が著しく変異する個体が認められたことには、留意しておく必要がある。体重と発毛時期、胎齢との関連に変異の存在を示唆し、胎齢推定の精度にも影響を与えるためである。これらの例が、どの形質の変異によるものなのか、今後検討を進める必要がある。

#### 4-4-3. 体重にもとづく胎齢推定と受胎日の変異

胎齢推定の基盤とした「体重の3乗根と胎齢との回帰直線」では、X切片の数値は実際の受胎日よりやや遅めに示される (Huggett and Widdas, 1951 ; Mitchell and Lincoln, 1973 ; Morrison *et al.*, 1959) 。したがって、胎齢推定のためには、図4-4で得られた傾き0.091の回帰直線における、X切片時点での胎齢を求めなければならない。

足寄町産の性成熟したメスでは、10月下旬に初めて黄体が確認されている (第7章) 。斜里町では、交尾期の指標となるrutting callの頻度は10月20日頃より増加し、10月末頃に最大となる (山中ら、私信) 。一方、図4-4で得られた回帰直線のX切片は11月28日に相当していた。これらのことから、この回帰直線のX切片は、実際の平均的な受胎日より30日程度遅れているものと考えられた。エルクやアカシカ、オジロジカなどでも、肉眼的に胎子が確認できるようになる胎齢は30日頃とされている (McCullough, 1979 ; Mitchell and Lincoln, 1973 ; Morrison *et al.*, 1959) 。そこで、横軸切片の位置を胎齢30日とし、Mitchell and Lincoln (1973) にしたがうと、図4-5に示す胎子成長のモデルを描くことができた。胎齢をT (日)、胎子体重W (g) とすると、得られる式は、

$$(W)^{1/3}=0.091T-2.730$$

となる。試しにニホンジカの平均的な妊娠期間である231日 (注2 : 52ページ参照) (浜、1990) を代入すると、体重は6119.449 g と算出され、前述の推定出生時体重に近似する。したがって、このモデルに大きな矛盾はないと考えられる。よって推定胎齢Tは、

$$T=\{(W)^{1/3}+2.730\}/0.091$$

の式で算出される。受胎日推定の際には、死亡月日から胎齢分だけさかのぼればよい。

アカシカの胎子では、回帰直線の傾きは0.094、実際の受胎日に対するX切片の遅れは妊娠期間の14.6%（34日）とされている（Mitchell and Lincoln, 1973）。また、ダマシカ（*Dama dama*）では回帰直線の傾きは0.10（Armstrong *et al.*, 1969）、受胎日からX切片の遅れは約1か月と算出されている（Chapman and Chapman, 1975）。今回得られたエゾシカでのデータもこれらと近似していたため、シカ亜科（Cervinae）での胎子成長様式は互いに類似していることが示唆された。

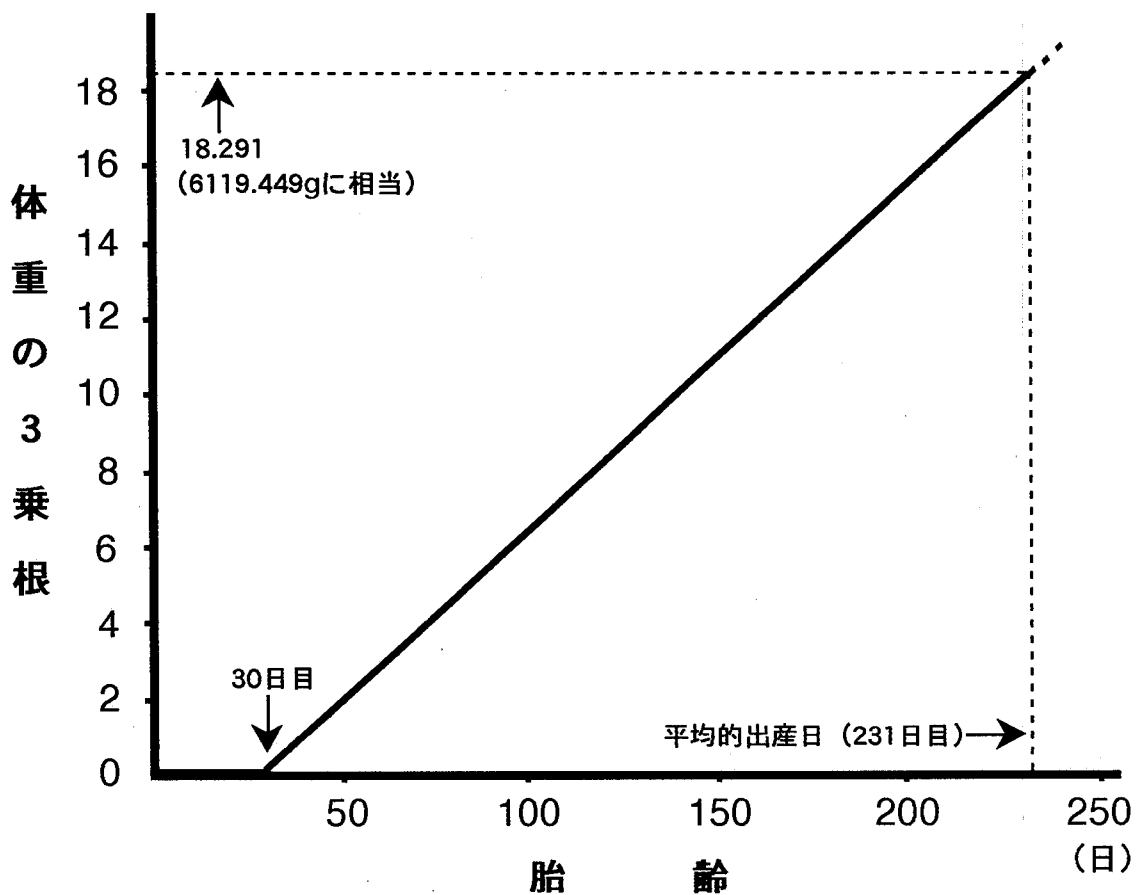


図4-5. 胎齢と体重の3乗根との関係

前述の推定胎齢から受胎日を算出し、その分布を10日ごとにヒストグラム化したのが図4-6である。図4-7～図4-10には、標本群ごとのヒストグラムを表示した。

最も早い受胎は10月7日頃、最も遅い受胎は1月17日頃に起こるものと推定され、変異の幅は約100日におよんでいた。兵庫県の本シウジカでは、変異幅は83日と報告されている (Koizumi, 1991)。奈良公園産のものでは、5月から11月にかけて出産が認められる (三浦, 1980)。したがって、ニホンジカでは受胎日に相当の変異が見られ、その幅においても個体群による差が存在すると考えられた。このような、個体群による受胎日変異幅の違いは、他のシカ類でも報告されている (Bronson, 1989 ; Sadleir, 1987)。

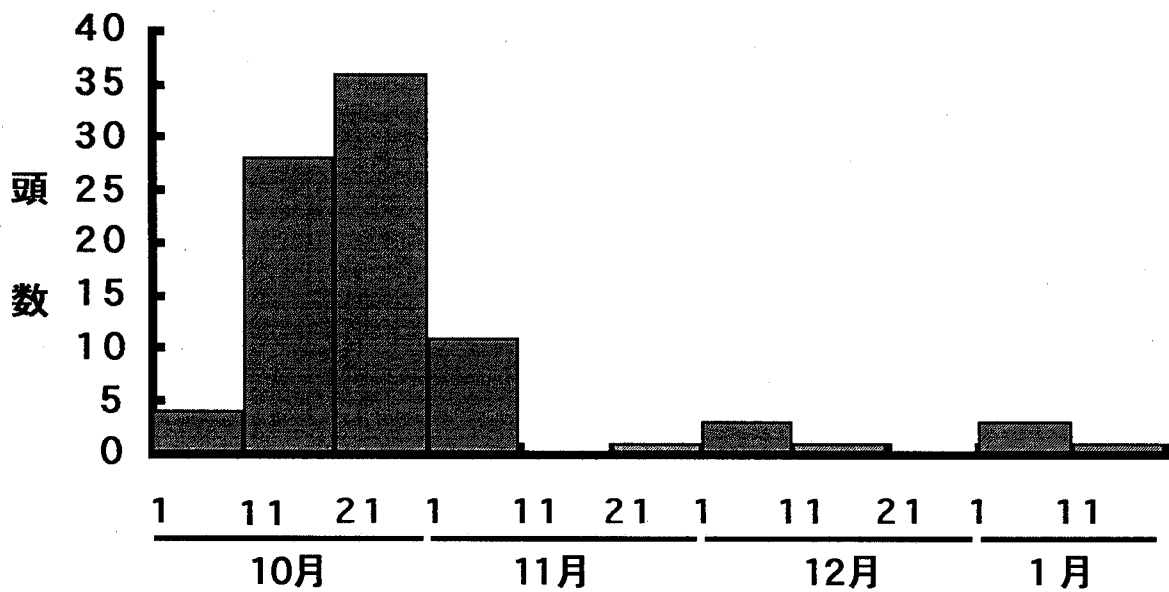


図4-6. 全胎子の推定受胎日分布

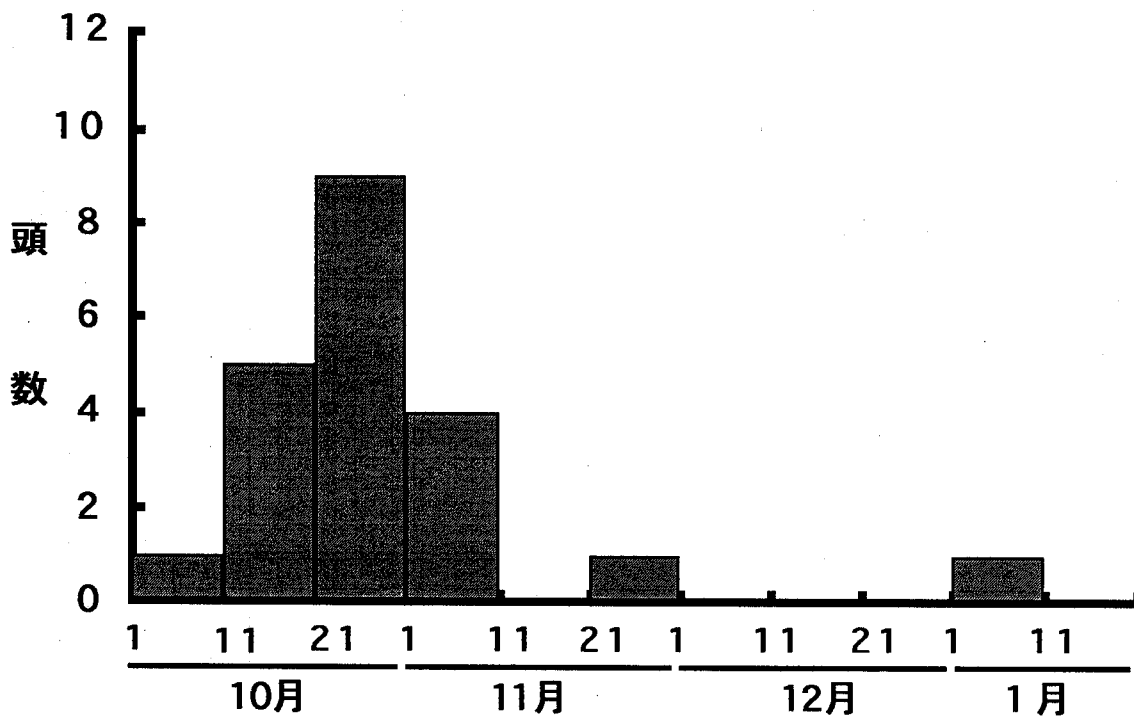


図4-7. 斜里標本における推定受胎日の分布

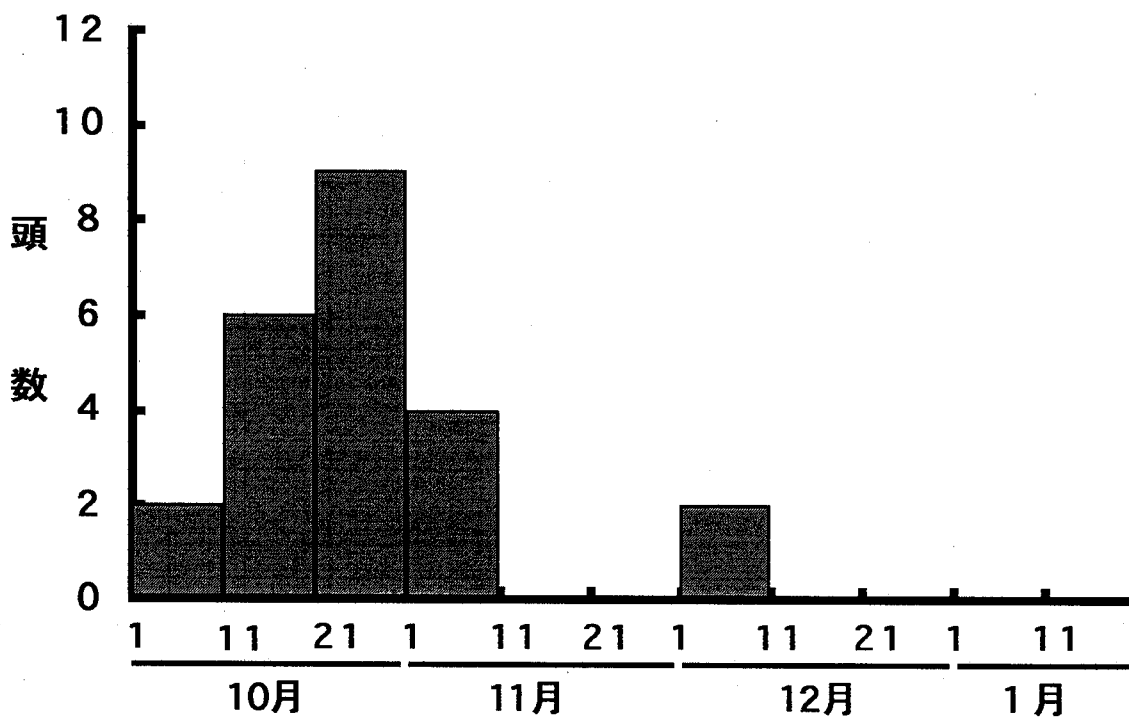


図4-8. 足寄標本(1991)における推定受胎日の分布

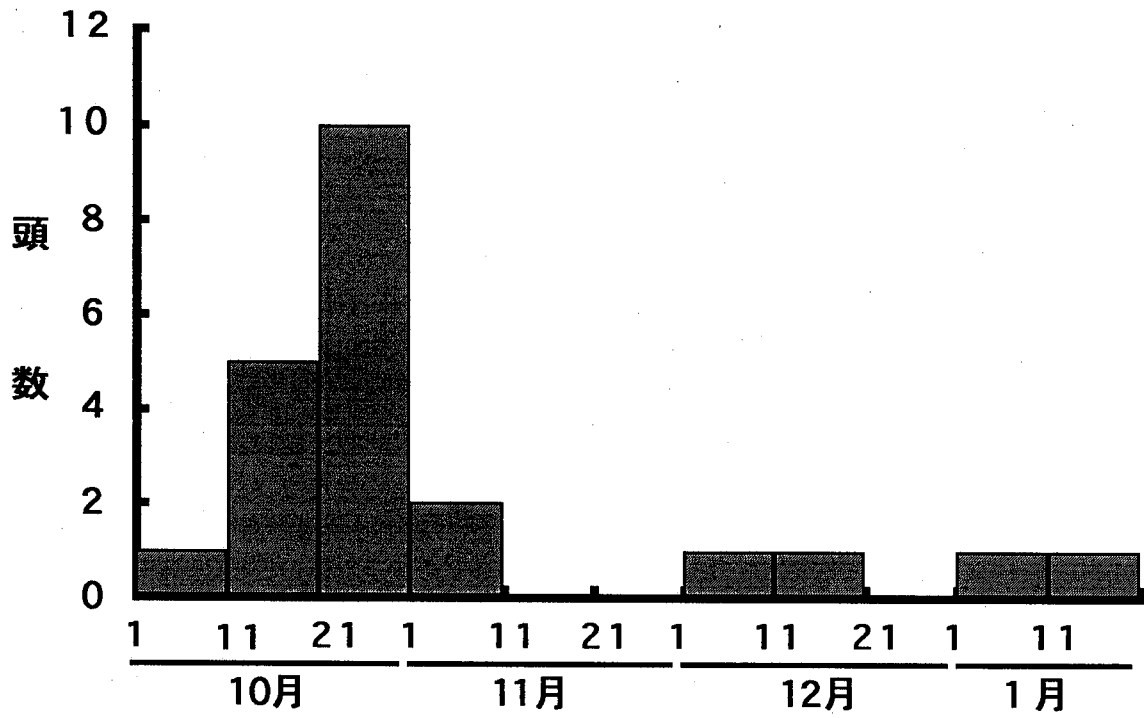


図4-9. 足寄標本 (1992) における推定受胎日の分布

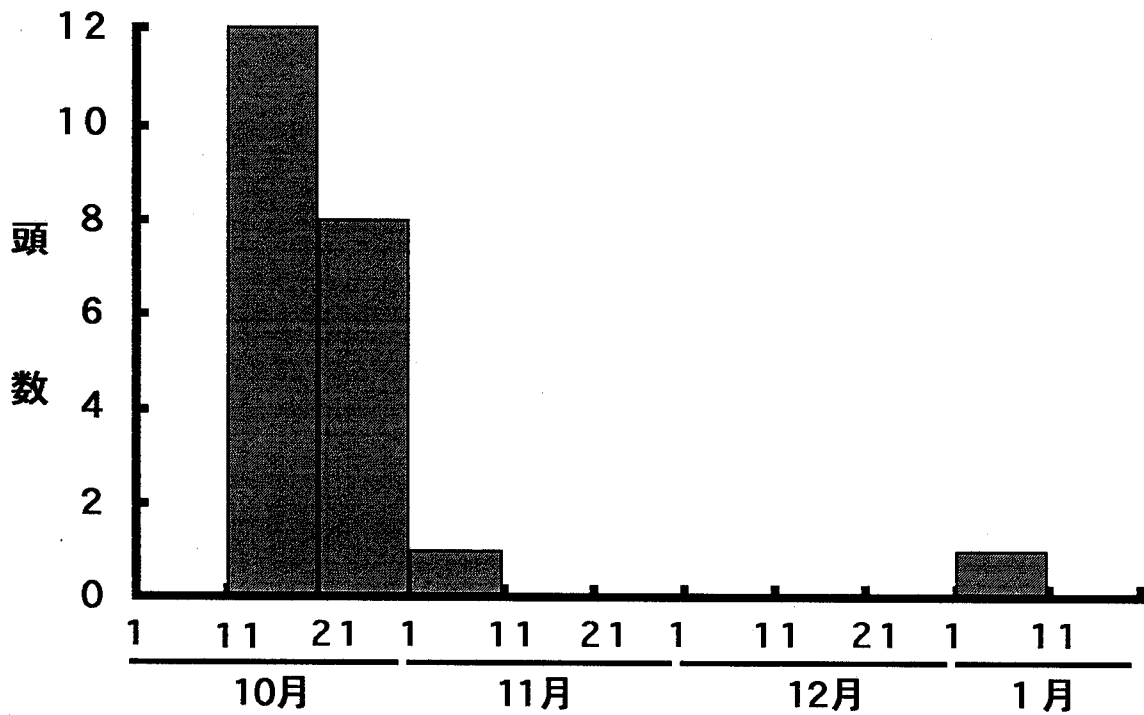


図4-10. 音別標本における推定受胎日の分布

図4-7～図4-10は、北海道内でも受胎日の分布に地域差があることを示唆している。足寄町と斜里町では10月下旬に受胎したと推定される胎子が最も多いのに対し、音別町では10月中旬と推定される個体が多い。このような受胎日分布の地域差は、アカシカやダマシカ、オジロジカなどで確認されている (Armstrong *et al.*, 1969 ; Bronson, 1989 ; Chapman and Chapman, 1975 ; Clutton-Brock *et al.*, 1982 ; McCullough, 1979 ; Mitchell and Lincoln, 1973 ; Morrison *et al.*, 1959) 。また、同一個体群内でも年による違いが報告されている (Clutton-Brock *et al.*, 1982 ; McCullough, 1979 ; Mitchell and Lincoln, 1973) 。

受胎日の変異幅や分布には、生息密度、気象条件、餌条件ならびに地形条件などさまざまな要因が関与している (Bronson, 1989 ; Sadleir, 1987) 。ニホンジカで受胎日の変異に影響する要因を検討するためには、生息地域間での生態学的な比較研究が必要と考えられる。なお、母獣の年齢による受胎日変異は、第7章で論議している。

#### 4-4-4. 後足長にもとづく胎齢推定

ミュールジカ (*O. hemionus*) では、後足長による胎齢推定方法も適切とされている (Salwasser and Holl, 1979) 。そこで、エゾシカにおいても図4-1で得られた回帰式から、Salwasser and Holl (1979) にしたがって後足長による胎齢推定を試みた。前述の体重による方法に準じると、図4-1の回帰式におけるX切片の位置は、胎齢66日に相当すると推定された。したがって、図4-11に示す胎子成長のモデルから、胎齢T (日) と後足長H (cm) の間には、

$$H=0.172T-11.357$$

の式が得られる。そこで、後足長から胎齢を推定するためには、

$$T=(H+11.357)/0.172$$

の計算を実行すればよいことになる。



エゾシカの胎齢推定においては、体重による方法と後足長による方法のどちらが適切なものであろうか。図4-12は、体重による方法で算出した推定胎齢に、後足長による結果を重ねて図示したものである。両者は比較的近似しており、最大の差は16日であった。この数値は、妊娠期間（231日前後）や受胎日の変異幅（100日前後）に比べるとかなり小さい。したがって、どちらの方法を用いても大きな問題は起こらないものと考えられる。ただし、将来的には胎齢既知の胎子での比較を行い、より正確な方法を選択するべきであろう。

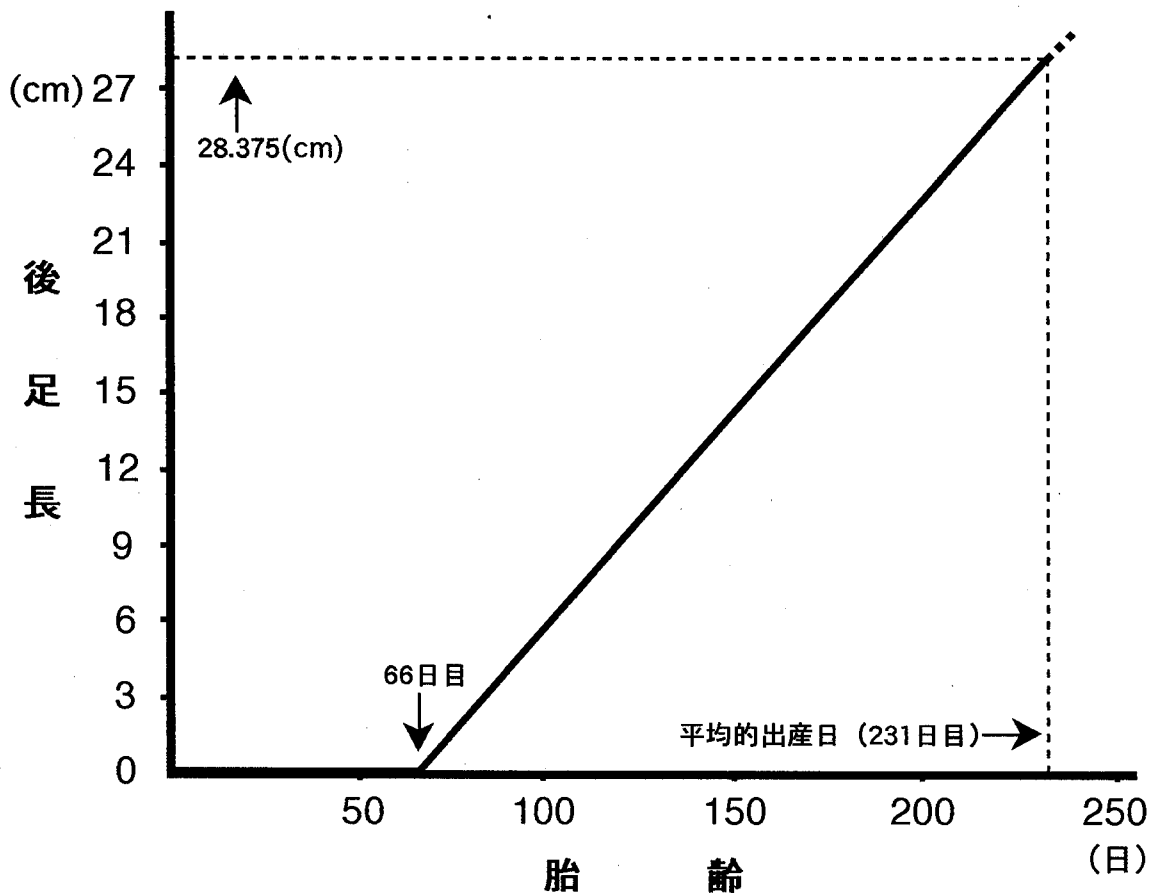


図4-11. 胎齢と後足長との関係

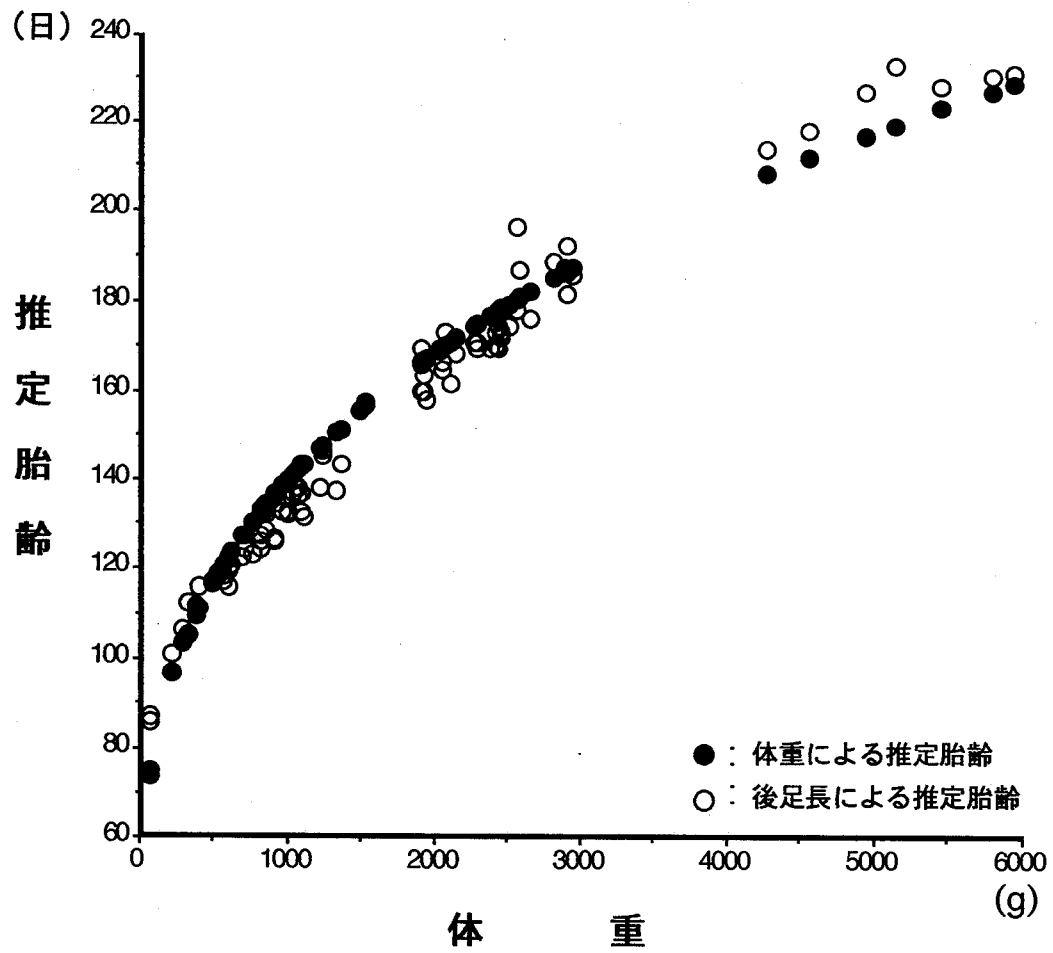


図4-12. 体重による推定胎齢と後足長による推定胎齢の差

#### 4-5. 小括

斜里町、足寄町ならびに音別町で得た90頭のエゾシカ胎子を用い、外部形態の計測と肉眼的観察を行ったところ、以下の知見を得ることができた。

- 1) 胎子の性比は、統計学的に1:1であると算出された。
- 2) 双胎は例外的な現象である。
- 3) 出生時には、後足長は28cm以上、体重は6,000 g程度に達すると考えられる。
- 4) 胎子の発育過程は4段階に区分された。この区分は、おおまかな胎齢推定に役立つものと考えられる。
- 5) 胎齢T (日) と胎子体重W (g) との間には、 $T = \{(W)^{1/3} + 2.730\} / 0.091$ の関係式が成り立つものと考えられた。
- 6) 胎齢T (日) と胎子後足長H (cm) との間には、 $T = (H + 11.357) / 0.172$ の関係式が成り立つものと考えられた。
- 7) 受胎は10月7日頃から翌年の1月17日頃にかけて起こり、100日前後におよぶ変異が存在するものと推察された。
- 8) 体重による胎齢推定と後足長による胎齢推定では、その結果に大差はないと考えられた。
- 9) 受胎日の分布様式に地域差の存在が示唆された。

---

注1) 受胎 (conception) は、厳密には着床 (implantation) の意味で使われるべきである (ステッドマン 医学大辞典 [縮刷版], 1981. メジカルビュー社, 東京)。しかし, Clutton-Brock *et al.* (1982) は受胎日 (conception date) を出産日から妊娠期間だけさかのぼった日と定義し、交尾日と同義にあつている。シカ類では後者の定義による報告がほとんどのため、本論文もこれにしたがった。

注2) ニホンジカの妊娠期間は、214日から236日までの範囲で報告されている (Sadleir, 1987; 飯村, 1980) ことから、特定は困難である。そのため浜 (1990) は、日本国内での報告の中央値をとり231日とした。現時点では、著者もこの手法に同意するため、妊娠期間は231日として分析を進めた。

## 第5章：体格と枝角の生後成長

### 5-1. はじめに

シカ類の体格や枝角サイズは、地理的変異に富んでいる（大泰司、1986；Putman、1988）。これはニホンジカについても同様で、エゾシカとケラマジカとの間では4倍におよぶ体重差が報告されている（大泰司、1986；第1章）。体格は遺伝的に固定されていると言われる（大泰司、1986）が、生息環境に影響される場合も少なくない。Kaji *et al.* (1988) は、餌資源の枯渇により体格や角が小型化し、性差（以下、性的二型とする）も縮小した個体群を報告している。

シカ類では、体重の季節的変動も顕著である（Anderson、1981；Leader-Williams、1988；Putman、1988）。これは冬季の餌資源減少ばかりではなく、食欲を調節する生理的メカニズムにも影響されている（Loudon and Brinklow、1992）。冬期間の体重減少率は、脂肪の蓄積量と消費量とを反映している（Cederlund *et al.*、1986；Cederlund *et al.*、1989）ため、保護管理学上の応用価値も高い。また、体重の季節変動パターンには雌雄差が認められ、繁殖戦略やエネルギー消費量の性差が示唆されている（Kelly *et al.*、1987；Loudon and Brinklow、1992）。

国内産のニホンジカでは、体格に関する報告は少なくない（梶、1988；Kaji *et al.*、1988；小金沢ら、1986；工藤・大泰司、1977；大泰司、1971；高槻、1992）。しかし、従来の報告は、特殊条件下（個体群崩壊や大量死）あるいは限られた採取季節や頭数のもとで行われたものが多く、成長過程や体重の季節的変動までを論じる段階には至っていない。そのためニホンジカにおいては、体格に関連する特性が十分把握されておらず、栄養生理学や保護管理学へ発展させるための基盤も整っていない。

そこで本章では、北海道東部に分布するエゾシカを対象に、成長過程の解明を目的と

した。さらに、成長と関連の深い、性的二型の程度とその出現時期ならびに体重の季節的変動についても言及している。一部の標本では、内臓除去後の重量（以下、内臓抜き体重とする）も計測し、全身体重との関連を求めた。欧米の研究では、内臓抜き体重の使用が主流となっているためである。

## 5-2. 材料と方法

### 5-2-1. 材料

材料の採集方法は第2章に述べたので省略し、ここでは分析に使用した標本と頭数について述べる（表5-1）。

表5-1. 各項目の分析に使用した頭数

産地	性	体長	体高	後足長	枝角	体重	内臓抜き体重
斜里町	オス	70	69	71	75	53	0*
	メス	63	68	69	0**	57	0*
足寄町	オス	62	62	62	0***	62	58****
	メス	62	62	62	0**	62	61****
音別町	メス	31	31	31	0**	0*	0***

\*：材料採集方法の都合により計測せず

\*\*：メスには枝角は生じない

\*\*\*：他研究機関のデータのため使用せず

\*\*\*\*：体重測定後、可能な個体（雌雄ともに62頭）で計測

なお、統計処理を行う際には、斜里標本と足寄標本を一括して扱った場合が多い。これは、調査地域間で体格に相違のないことが確認されているためであり（5-3-1）、例数不足も補うことにもなっている。音別町標本での計測値は、北海道環境科学研究センターの資料であるため、地域差の有無に関する検討にのみ使用した。

#### 5-2-2. 計測の方法

計測を行ったのは、体長、体高、後足長および体重である。オスにおいては、角枝数、角長ならびに角幅も記録した。

体長と体高は、それぞれ肩端から坐骨結節後端までの直線距離（図2-2のB）、き甲から前肢蹄尖までの直線距離（図2-2のC）として計測した。後足長は、踵骨隆起の突端部から蹄尖までの直線距離（図2-2のD）とし、区間内の関節をすべて伸展した状態で計測した。

体重は、吊りばかりを用いて計測した。計測以前の放血は行っていないが、創傷部からの出血については無視せざるを得なかった。ただし、銃弾などにより体の一部分が欠損している場合は計測していない。内臓抜き体重は、足寄標本においてFeldhamer *et al.* (1984) にしたがって計測した。

角枝は、Kaji *et al.* (1988) にしたがって長さ2.5cmを越える突起と定義し、左右の合計数を記録した。角長は角座から先端までの直線距離（図2-2のK）とし、左右の平均値で表示している。角幅は、左右の先端間の直線距離（図2-2のL）とした。なお、角の先端部が欠損した個体は計測より除外した。

### 5-3. 結果

#### 5-3-1. 体長と体高、後足長

斜里町産と足寄町産の個体における、体長、体高および後足長の増加過程を示したの

が図5-1から図5-3である。

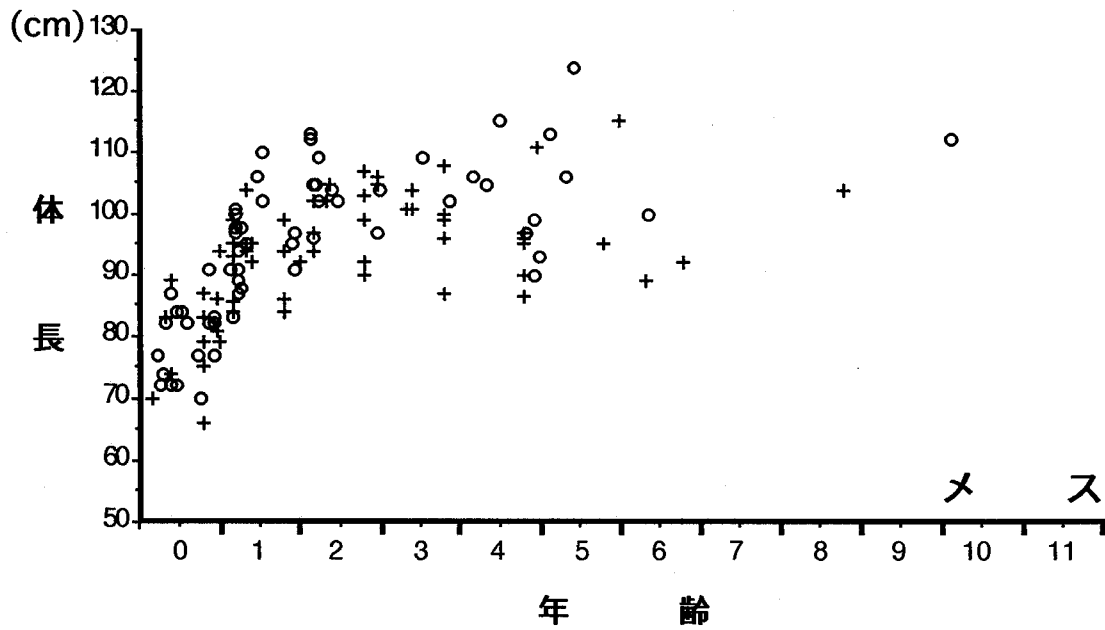
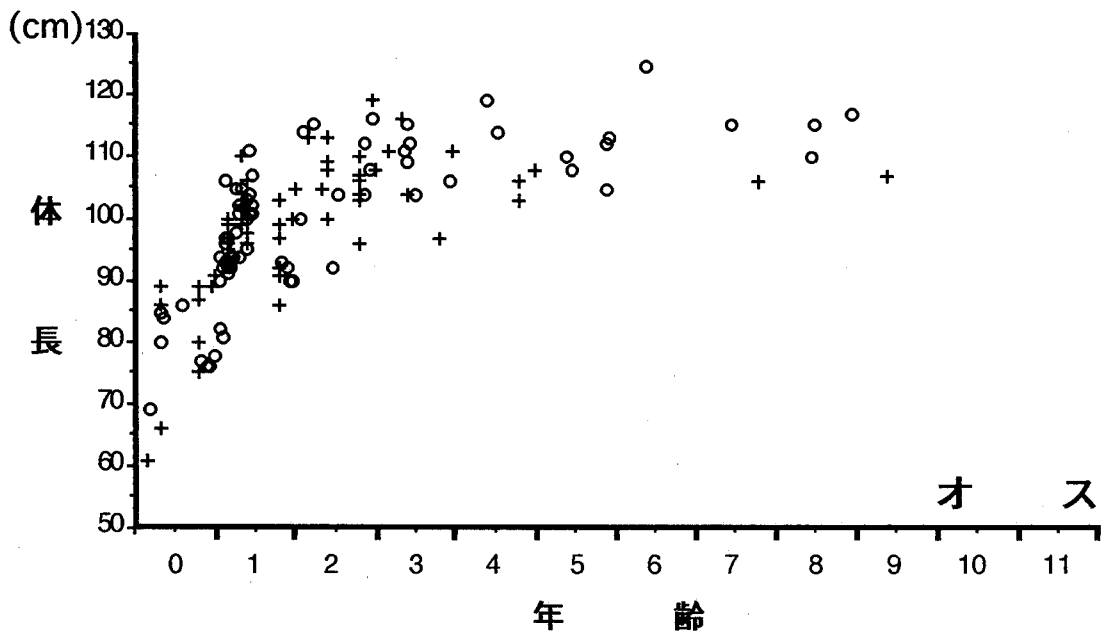


図5-1. 年齢と体長との関係

(○：斜里町産個体、+：足寄町産個体)

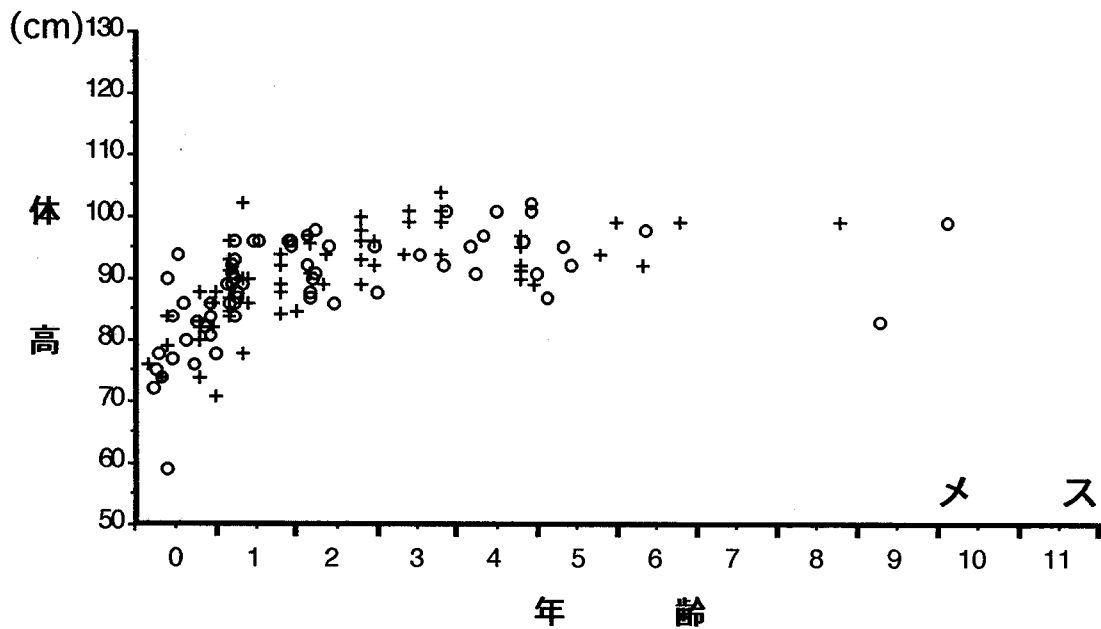
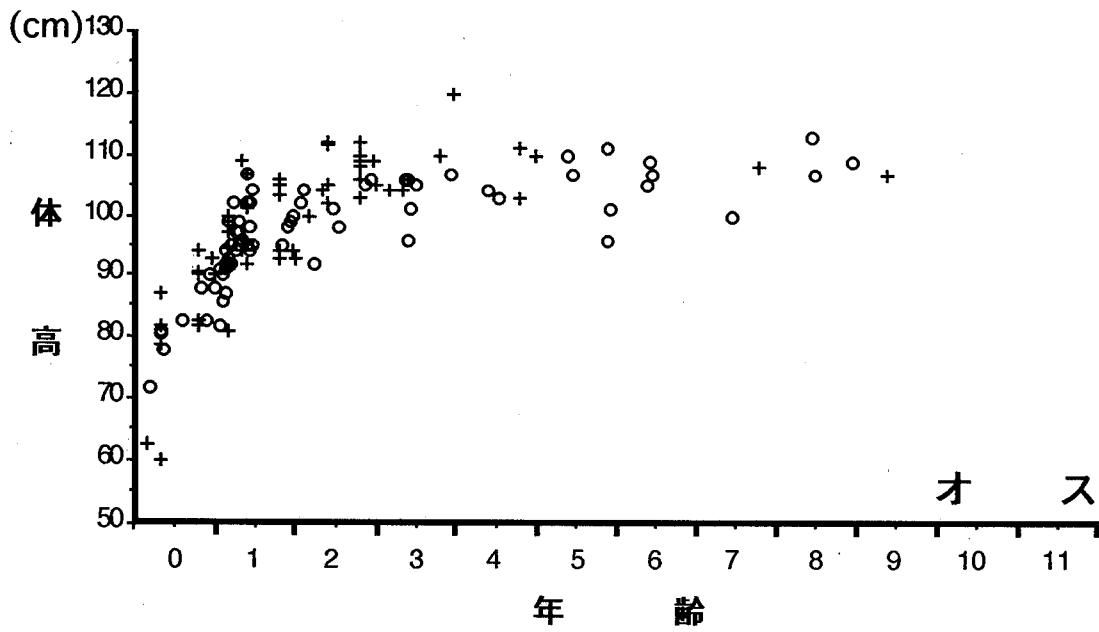


図5-2. 年齢と体高との関係  
 (○: 斜里町産個体、+ : 足寄町産個体)



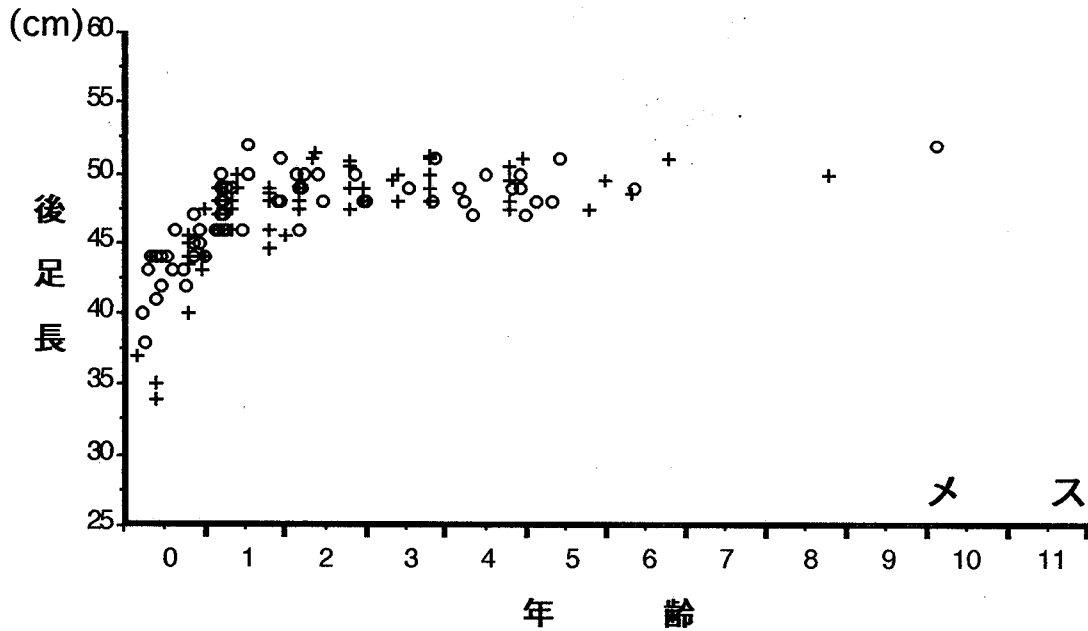
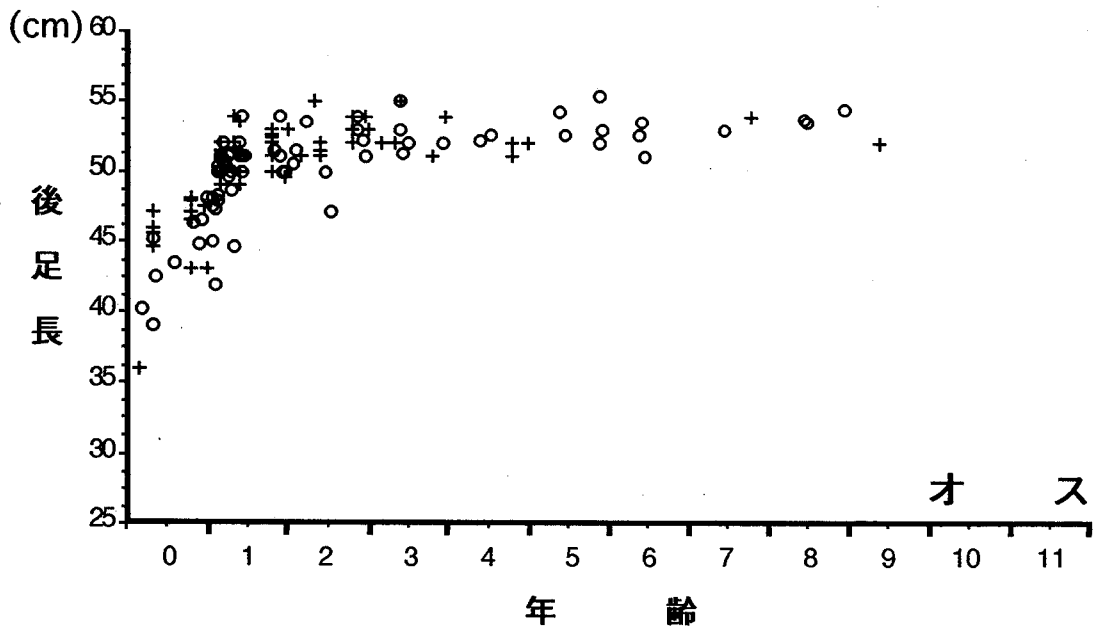


図5-3. 年齢と後足長との関係

(○: 斜里町産個体、+: 足寄町産個体)

図5-1～3から、少なくともオスでは4歳以前に、メスでは3歳以前に体格の成長を完了していることが読み取れる。そこで地域変異の有無を確かめるため、4歳以上のオスと3歳以上のメスの測定値をそれぞれ一括し、産地間（斜里町、足寄町、音別町）でKruskal-Wallisの検定を行った。これに供したのは、オスでは体長が17頭（平均111.40cm）、体高が19頭（平均106.40cm）、後足長が19頭（平均52.88cm）、メスではそれぞれ34頭（平均101.00cm）、37頭（平均95.50cm）、36頭（平均49.25cm）である。検定の結果、いずれの部位においても有意差は認められなかった。そこで以後の分析においては、各産地のデータを一括して取り扱うことにする。

次に、体長、体高および後足長の成長期間を知るため、年齢間で有意差の検定を試みた（表5-2、Mann-WhitneyのU-検定法）。これらの部位の成長は急激であり、正確な検定を期すためには、採取期間の限定された標本を用いる必要がある。そこで頭数の関係（4頭以上のデータがあることを条件とした）から、オスでは9月と10月に捕獲された個体を、メスでは3月と4月に捕獲された個体を使用した。

この結果、オスでは全計測部位において、0歳と1歳間および1歳と2歳間で有意な差が認められた。メスでは、0歳と1歳間の全計測部位ならびに1歳と2歳間の後足長に有意差が認められた。

表5-2. 年齢間での体格の有意差検定結果（いずれも4頭以上の標本数）

		0歳と1歳間	1歳と2歳間	2歳と3歳間	3歳と4歳間
オス	体長	p<0.01	p<0.05	有意差なし	有意差なし
	体高	p<0.01	p<0.01	有意差なし	有意差なし
	後足長	p<0.01	p<0.05	有意差なし	有意差なし
メス	体長	p<0.05	有意差なし	有意差なし	有意差なし
	体高	p<0.01	有意差なし	有意差なし	有意差なし
	後足長	p<0.01	p<0.05	有意差なし	有意差なし

この検定の結果は、オスでは3歳以上、メスでは2歳以上で計測値が一定化することを示している。そこで、これらの年齢層で改めて体長、体高ならびに後足長の平均を算出すると、オスではそれぞれ110.32cm (28頭)、106.20cm (30頭)、52.83cm (29頭)、メスではそれぞれ101.57cm (56頭)、94.60cm (59頭)、49.24cm (59頭) となった。

### 5-3-2. 枝角

表5-3は、角枝数の状況を年齢ごとに示している。図5-4と図5-5は、それぞれ角長と角幅の成長過程ならびに平均値を示したものである。

0歳で枝角のある個体は認められず、1歳以上では例外なくこれを持っていた。1歳の65.0%が枝分かれのない棒状の角であり、枝があった場合でも不規則な形状(写真5-1)を呈していた。先端部に小さな突起を持つ、フォーク状の角を持つ個体もしばしば認められた。2歳になると81.8%の個体が、3歳ではすべてが角枝数8本(片側4本)となっていた。しかし、角長や角幅は、4歳以上に比べてやや小さい傾向にあった。4歳以上の角枝数は、1頭(右側5本、左側4本;写真5-2)を除き、16頭で8本(片側4本;口絵)であった。角長と角幅は、ともに4歳以降で一定化する傾向が認められた。

表5-3. 年齢ごとの角枝出現状況

角枝数	1歳 (40頭)	2歳 (11頭)	3歳 (8頭)	4歳以上 (16頭)
2(本)	26	0	0	0
3(本)	6	0	0	0
4(本)	5	0	0	0
5(本)	2	0	0	0
6(本)	1	1	0	0
7(本)	0	1	0	0
8(本)	0	9	8	15
9(本)	0	0	0	1
平均	2.65	7.73	8.00	8.06

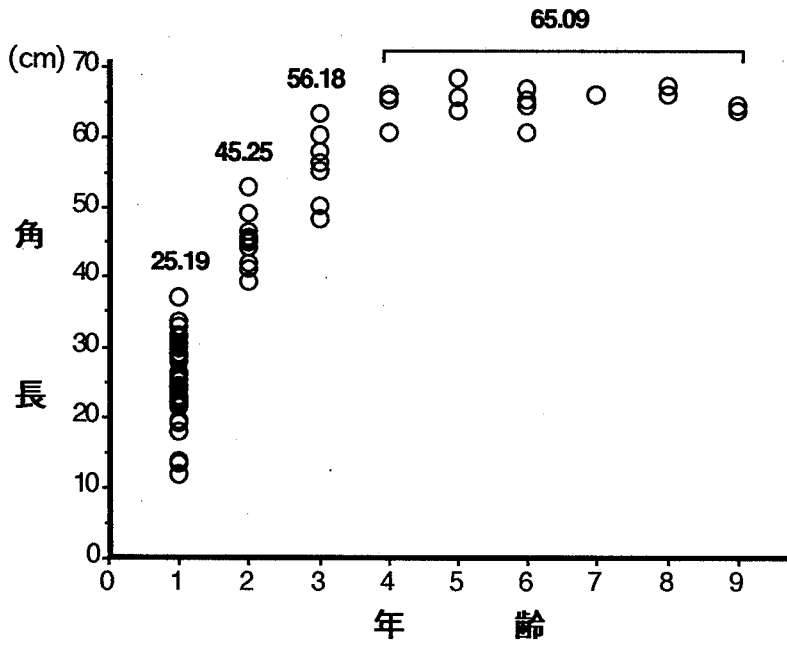


図 5-4. 年齢による角長の変化

図中の数値は年齢ごとの平均値を示す (4歳以上は一括)

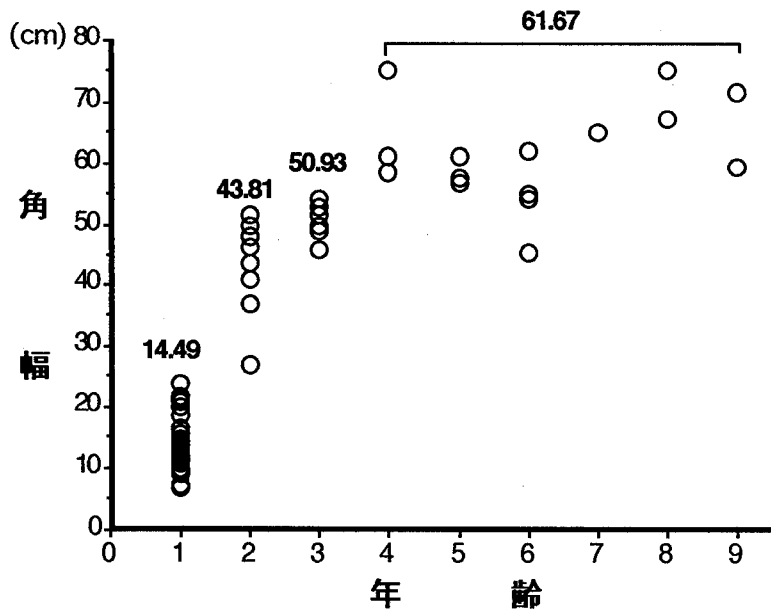


図 5-5. 年齢による角幅の変化

図中の数値は年齢ごとの平均値を示す (4歳以上は一括)

5-3-3. 体重と内臓抜き体重

図5-6と図5-7は、斜里町産の個体と足寄町産の個体とで、体重の増加と季節的変動の過程を示したものである。

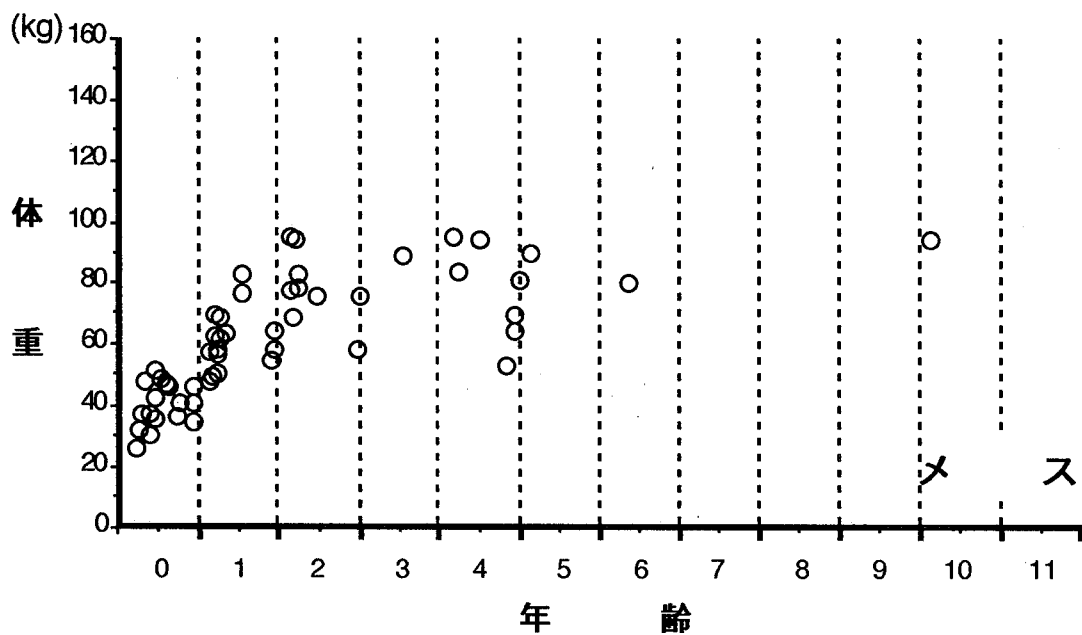
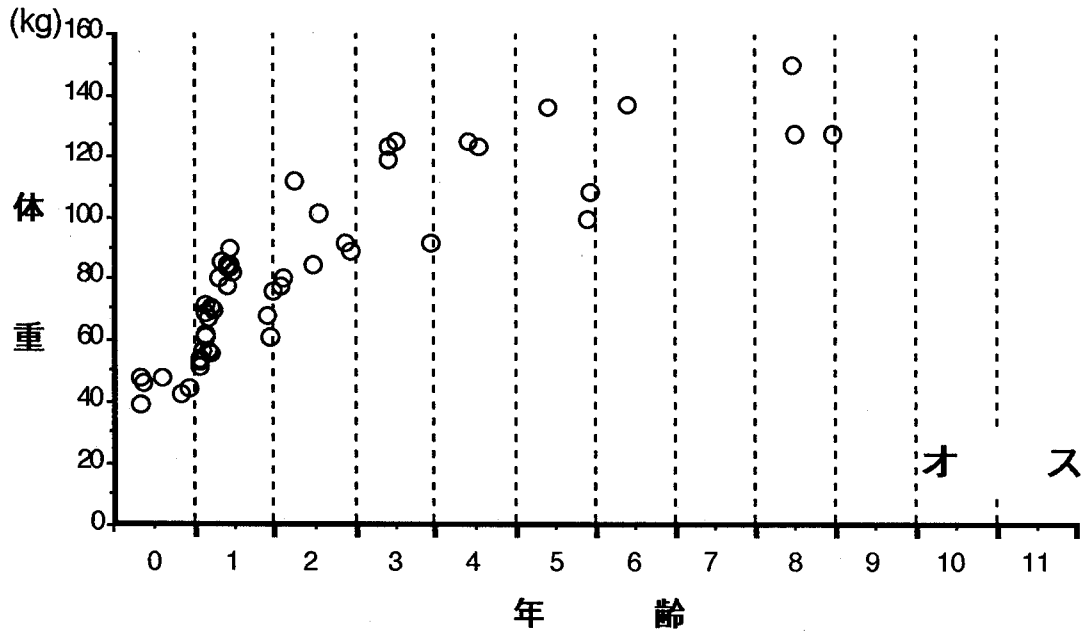


図5-6. 斜里町産個体の年齢と体重との関係  
(季節的変動を示すため、6月1日時点に縦の破線を記入)

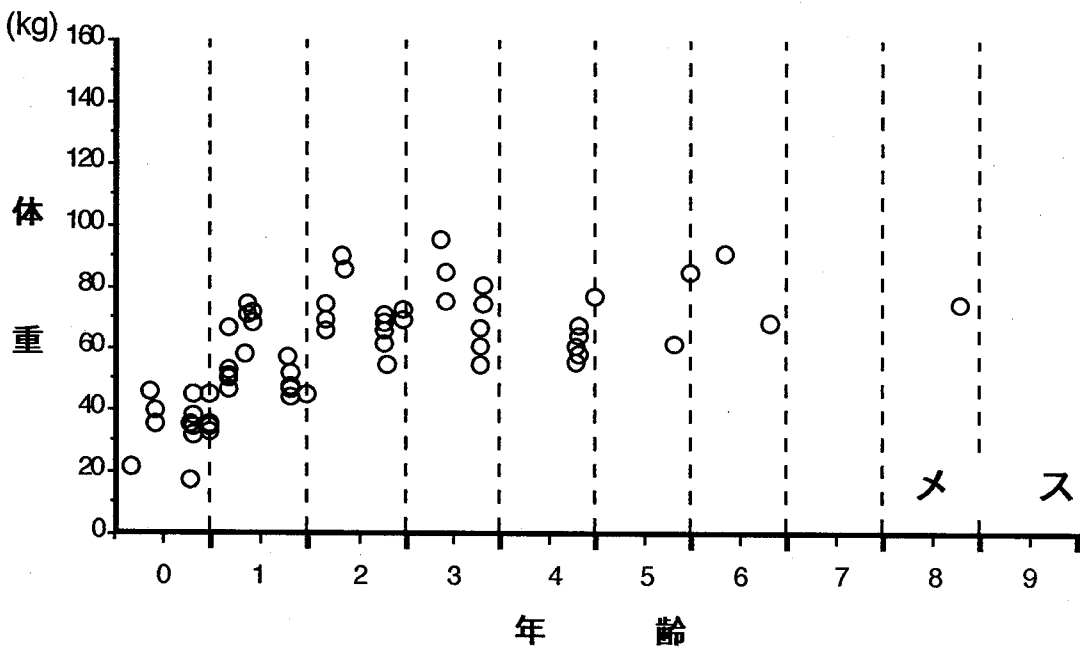
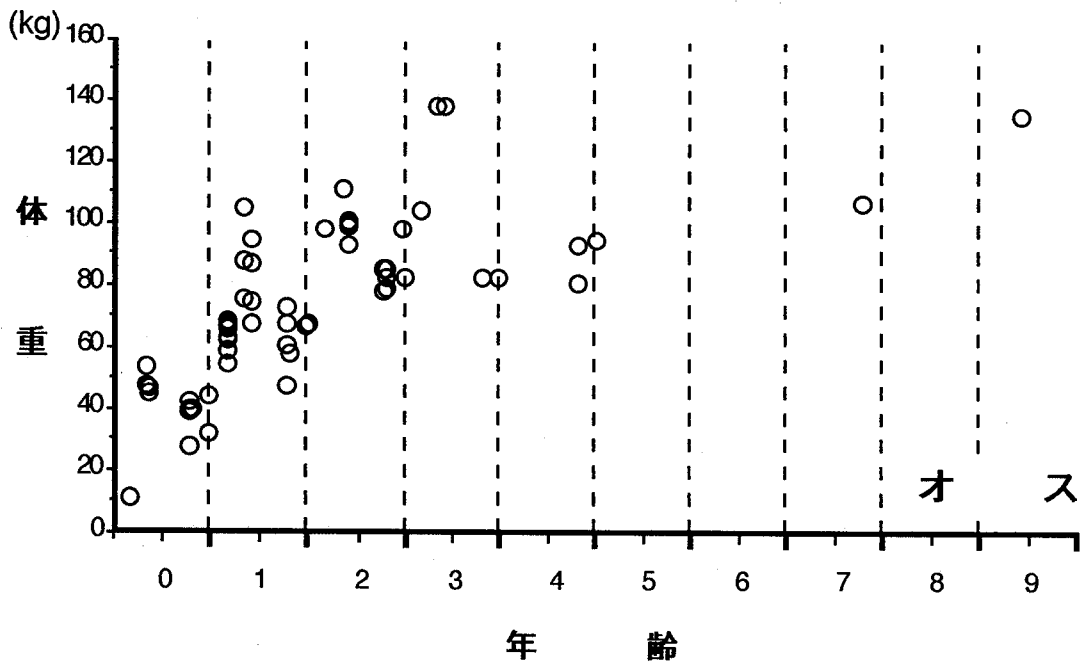


図5-7. 足寄町産個体の年齢と体重との関係  
(季節的変動を示すため、6月1日時点に縦の破線を記入)

これらの図から、体重は秋から初冬にかけて最大となり、春先に最小となる傾向がうかがわれた。表5-4は、斜里町と足寄町において、9～10月に捕獲された個体と3～4月に捕獲された個体の、年齢別平均体重ならびに冬期間の減少率を示したものである。なお、斜里町産個体と足寄町産個体との間には、体長などに有意差が認められず（5-3-1）、いずれの栄養状態も良好（横山、私信）であったため、ここでも両者を一括している。

表5-4. 9～10月の平均体重、3～4月の平均体重、ならびに冬期間の減少率  
(単位はkg、カッコ内は頭数)

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
9～10月	46.71(7)	82.87(15)	100.80(5)	129.60(4)	133.50(4)
オス 3～4月	38.83(6)	64.07(7)	83.57(7)	*91.50(2)	*93.67(3)
減少率(%)	16.9	22.7	17.1	*29.4	*29.8
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
9～10月	38.63(8)	67.63(8)	*88.25(2)	*85.67(3)	*85.50(2)
メス 3～4月	35.00(7)	50.50(6)	64.64(5)	67.80(4)	62.89(9)
減少率(%)	9.4	25.3	*26.8	*20.9	*26.4

\*：少ない標本数であるが参考までに算出した

成長にともなう体重の増加期間を確認するため、表5-4をもとに年齢間で体重の有意差検定を行った（Mann-WhitneyのU-検定法）。オス（頭数の事情から9月と10月のデータを使用）では、0歳と1歳間（ $p < 0.01$ ）、1歳と2歳間（ $p < 0.01$ ）ならびに2歳と3歳間（ $p < 0.05$ ）で有意差が認められた。一方、メスでは（頭数の事情から3月と4月のデータを使用）、0歳と1歳間（ $p < 0.01$ ）と1歳と2歳間（ $p < 0.05$ ）で有意差が認められている。この検定結果をもとに、体重一定化以降の年齢で平均体重と冬期間の減少率を求

めたところ、オス（3歳以上）では9～10月の平均は131.55kg、3～4月の平均は92.80kgで、29.5%の減少率、メス（2歳以上）では9～10月の平均は86.36kg、3～4月の平均は64.47kgで、25.4%の減少率と算出された。

内臓抜き体重について、9～10月の平均重量と3～4月の平均重量ならびに冬期間の減少率を示したのが表5-5である。ただし、前述の検定結果をもとに、オスでは3歳以上、メスでは2歳以上を一括している。

表5-5. 9～10月の平均内臓抜き体重、3～4月の平均内臓抜き体重、ならびに期間の内臓抜き体重の減少率（単位はkg、カッコ内は頭数）

	0歳	1歳	2歳	3歳以上
9～10月	35.75(4)	62.50(9)	83.38(4)	*112.50(2)
オス 3～4月	29.60(5)	50.17(6)	63.33(6)	70.42(4)
減少率(%)	17.2	19.7	24.0	*37.2
	0歳	1歳	2歳以上	
9～10月	*32.33(3)	51.50(5)	64.00(6)	
メス 3～4月	26.30(5)	41.40(5)	53.82(18)	
減少率(%)	*18.7	19.6	15.9	

\*：少ない頭数ではあるが参考までに算出した

図5-8は、足寄町産の個体において、Feldhamer *et al.* (1984) にしたがって、体重(X)と内臓抜き体重(Y)の相関直線を示したものである。得られた直線は、

$$\text{オス: } Y = -3.190 + 0.812X, r^2 = 0.977$$

$$\text{メス: } Y = 2.166 + 0.740X, r^2 = 0.927$$

であり、雌雄ともに高い相関が認められた。



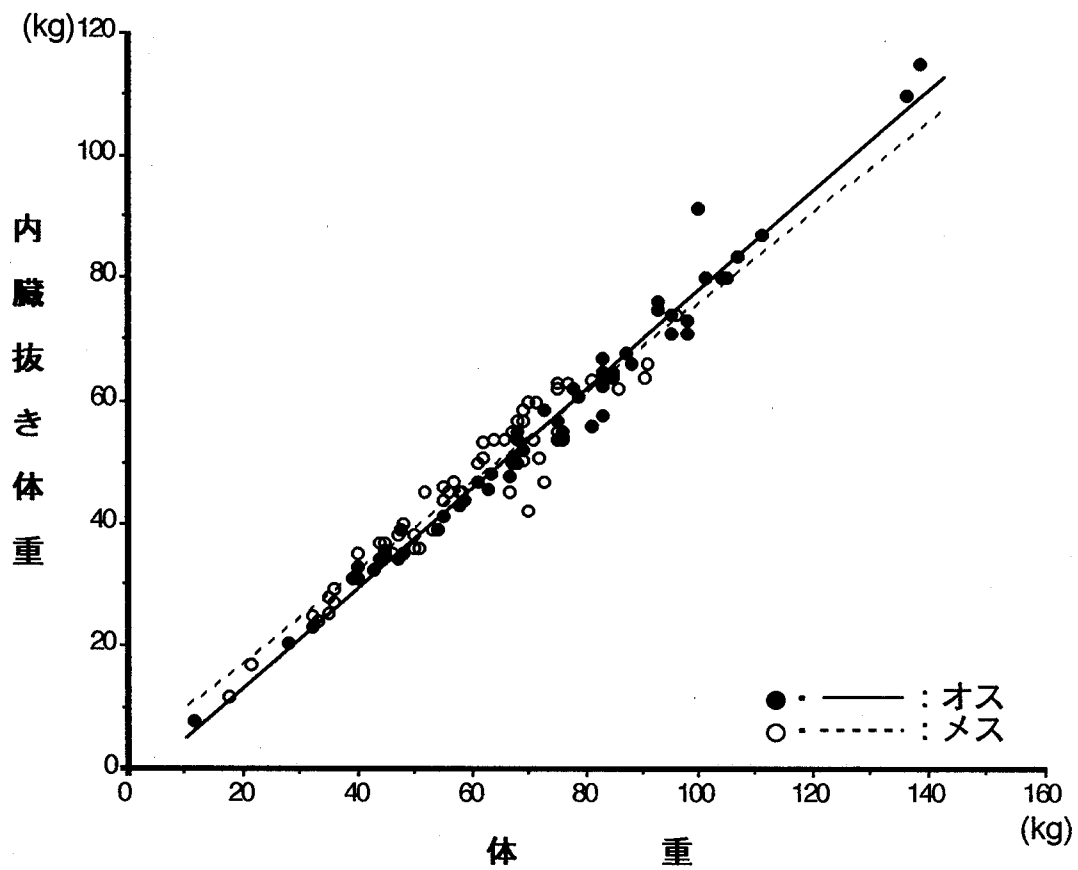


図5-8. 体重と内臓抜き体重との相関

#### 5-3-4. 性的二型

5-3-1の結果をもとに、体長、体高ならびに後足長におけるオス（3歳以上）とメス（2歳以上）との比率を調べたところ、それぞれ1.08 : 1、1.12 : 1、1.07 : 1と算出された。また、体重における雌雄比は、9～10月には1.52 : 1、3～4月には1.44 : 1と算出された。

表5-6は、体長、体高、後足長および体重とにおける、雌雄差の検定結果を示している。検定は、性的二型の出現時期を知るために年齢別に行っている。この場合も成長の影響が考えられるため、採取時期が限定された標本を用いる必要がある。そこで、この条件を満たす足寄標本での計測値を使用した。

0歳の3月時点（生後約9か月）では、後足長のみ有意な雌雄差が認められ、その1年後には体高においても有意差が現われた。体長での雌雄差は、3歳以上で初めて有意となった。体重においては、1歳1か月以降に有意な雌雄差が認められた。

表5-6. 足寄町産個体における体格の雌雄差（Mann-WhitneyのU-検定法の片側検定、いずれも5頭以上の標本数）

測定部位	約9か月	1歳1か月	1歳9か月	2歳9か月	3歳以上
体長	有意差なし	有意差なし	有意差なし	有意差なし	p<0.05
体高	有意差なし	有意差なし	p<0.01	p<0.01	p<0.01
後足長	p<0.05	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
体重	有意差なし	p<0.01	p<0.05	p<0.01	---*

\* : 測定頭数の不足と季節変動の影響のため検定せず

## 5-4. 考察

### 5-4-1. 体格とその成長過程

調査地域のエゾシカにおいて、体長、体高および後足長の平均は、オス成獣でそれぞれ110.32cm、106.20cm、52.83cmに、メス成獣でそれぞれ101.57cm、94.60cm、49.24cmに達することが明らかになった。平均体重は、オス成獣で秋に131.55kg、春先に92.80kg、メス成獣で秋に86.36kg、春先に64.47kgと算出された。冬期間の体重減少率は、オス成獣で29.5%、メス成獣で25.4%に達していた。

成獣の平均角枝数は、8.0本（片側4.0本）であった。また、2歳の81.8%がこのレベルに達していることも明かにされた。角長と角幅は4歳以上で一定化し、それぞれの平均は、65.09cmならびに61.67cmと算出されている。

調査対象としたエゾシカ個体群は、極めて良好な栄養状態を保っており（横山、私信）、生息数も増加傾向にある（北海道、1991）。また、体格には地域差が認められず、工藤・大泰司（1977、北海道白糠町産個体）の報告とも近似している。したがって、上記の体格や角における平均値は、エゾシカ高質個体群の「標準値」として位置づけることが可能である。この「標準値」からの変異は、個体群の質の変化を示す指標となるであろう。なお、洞爺湖中島産の個体は、1982年（個体群崩壊の2年前）の計測値（Kaji *et al.*, 1988）においても「標準値」よりやや小さい傾向にあった。この時点で、既に島嶼化の影響が現われていたのかも知れない。あるいは、祖先となった人為的移入個体が、もともと遺伝的に小型であった可能性も考えられる。

体長や体高、後足長など骨格に関係する部分の成長は、オスでは2歳まで、メスでは1歳まで（ただし後足長は2歳まで）に終了することが示された。体重は、オスでは3歳までに、メスでは2歳までにほぼ増加が終了していた。ただし、オスの体重増加は、3歳以後もわずかながら進むことが示唆されている（図5-6）。

骨格の成長は2～3歳までに終了してしまいうため、餌資源の枯渇がこれに影響し得る期間は限られている。したがって、成獣に対しての影響は、軟部組織の量に関係する部分

(体重や胸囲など)に限られて出現するものと思われる。このことは、個体群崩壊時の後足長の縮小が、若齢のみに認められたこと (Kaji *et al.*, 1988) によっても裏付けられる。

Feldhamer *et al.* (1984) は、北米に移植されたニホンジカで全身体重と内臓抜き体重との関係について検討し、その性差、年齢差ならびに季節差に言及している。本研究では、標本不足のため年齢差や季節差を考慮できなかったが、雌雄ともに相関の高い関係式を得ることができた。したがって、この関係式を用いることにより、全身体重から内臓抜き体重の推定が可能となる。これは、過去の調査や生体捕獲により得られた全身体重のみのデータを、海外の研究と比較する際に役立つものと思われる。なお、日本においては、現在でも全身体重の使用が主流である。しかし、この方法では消化管内容物や胎子の重量も含まれてしまうため、栄養状態判定の手段としては誤差が大きいと言われる (Leader-Williams, 1988)。今後は国内での研究でも、内臓抜き体重の計測を行うよう努めるべきである。

#### 5-4-2. 性的二型

雌雄間の年齢別有意差検定により、エゾシカの性的二型は、後足長に始まり、体重、体高、体長の順に発現することが示された。したがって、性的二型は、それぞれの性に特有な「プロポーション」の形成過程で、順次明瞭になっていくものと思われた。なお、発現時期は部位によって大きく異なり、生後約9か月以前 (後足長) から3歳以上 (体長) にまで変異していた。後足長における性的二型は、4月以前の胎子で有意ではなかったため (第4章)、妊娠末期以降に発現するものと考えられた。

Kaji *et al.* (1988) は、餌資源枯渇にともなう性的二型の縮小を報告し、オスの方が栄養要求量が多いことを示唆した。さらに、今回の分析では、オスの成長期間がメスより延長していることも示された。この延長期間に、性的二型はさらに拡大する。したがって、餌資源の枯渇による性的二型の縮小には、成長継続期間の雌雄差も関係しているものと考えられた。

性的二型の質や程度は、その種の社会性と関連している。すなわち性的二型の程度は、一夫一妻型の繁殖様式をとる種では小さく、一夫多妻型の種では大きくなる（伊藤、1982）。Clutton-Brock *et al.* (1980) および Clutton-Brock *et al.* (1982) は、シカ類において、繁殖集団にメスの多い種では性的二型の程度も大きいことを示した。また、体高に対する角長の相対値が、繁殖集団のメス数と関連するとも述べている。そして、繁殖集団にメスが多ければオス間の闘争に勝利した個体は大きな繁殖成功度を得、これが性的二型の要因となる性選択を促していると論じている。

Clutton-Brock *et al.* (1982) によれば、草原や林縁部を生息場所とし、繁殖集団のメスが多い傾向にあるアカシカやトナカイ (*Rangifer tarandus*) の場合、オスの体重はメスの1.6~1.7倍に達する。一方、森林地帯に単独か小群で生息するヘラジカ、ノロジカ (*Capreolus capreolus*) およびキョン (*Muntiacus reevesi*) では1~1.2倍にとどまる。今回エゾシカにおいて、オスの体重はメスの1.52倍と算出された。この数値は、繁殖集団のメスが6頭以上の種の平均値 (Clutton-Brock *et al.*, 1982) に近い。体高に対する角長の相対値も、メス数が3頭以上のカテゴリーに入っている。

ラジオ・テレメトリー法による調査によれば、メスのエゾシカは、夏から秋にかけて疎な二次林から林縁部を利用する頻度が高い (矢部、1990)。梶 (1988) によれば、交尾期の前後には、70%以上のメスが群れを構成している。したがって、エゾシカの場合も生息環境や繁殖集団のメス数に対応し、他の一夫多妻型シカ類と同程度に性的二型を進化させているものと結論づけられる。

しかし、ニホンジカ全体について考えると、生息環境や繁殖集団のメスの数、オスの繁殖行動には、大きな地域変異が存在している。たとえば、草原環境の発達した金華山島 (宮城県) では大きな「ハレム」が観察され、照葉樹林に覆われた野崎島 (長崎県) では小さな「交尾集団」型の社会構造が認められる (三浦、1986)。したがって、ニホンジカでは、生息環境-社会構造-性的二型の関係における変異を、同一種内で観察することができる。他の個体群においても性的二型のデータが出そろえば、種間の比較にもとづいた Clutton-Brock *et al.* (1980) や Clutton-Brock *et al.* (1982) の報告に比べ、より純化した形での論議展開が可能になるかもしれない。

## 5-5. 小括

299頭のエゾシカにおいて外部形態の計測を行ったところ、体格と角の生後成長ならびに性的二型に関し、以下の知見を得ることができた。これらの情報は、好適な栄養条件下にあるエゾシカの典型と考えられるため、個体群モニタリングの際の基準として用いることが可能である。

- 1) エゾシカの場合、オスでは2歳以前に体長、体高および後足長のすべてが、メスでは1歳以前に体長と体高が、2歳以前に後足長が成長を完了する。
- 2) 成熟個体での体長、体高ならびに後足長の平均値は、オスではそれぞれ110.32cm、106.20cm、52.83cm、メスではそれぞれ101.57cm、94.60cm、49.24cmに達する。
- 3) オスでは3歳以前に、メスでは2歳以前に体重の増加はほぼ終了する。ただし、オスの体重増加は、3歳以後もわずかながら進むと考えられる。
- 4) 成獣における平均体重（秋）は、オスでは131.55kg、メスでは86.36kgに達する。
- 5) 雌雄とも冬期間には体重が減少し、減少率は成獣オスでは29.5%、成獣メスでは25.4%におよぶ。
- 6) 1) と3) に記した成長期間から、餌資源枯渇の影響は、1~2歳以下では体格の縮小を招き、それより上の年齢では、体重やそれと関連する計測値（胸囲など）の減少として現われると推察される。
- 7) 性的二型は3歳までの間に段階的に出現し、成獣における雌雄比は体長で1.08 : 1、体高で1.12 : 1、後足長で1.07 : 1、体重で1.52 : 1と算出された。
- 8) 体重（X）と内臓抜き体重（Y）の間には高い相関が認められ、その関係式はオスで $Y = -3.190 + 0.812X$ 、メスで $Y = 2.166 + 0.740X$ となった。
- 9) 角枝数は、2歳では81.8%、3歳以上ではほとんどの個体で8本（片側4本）となる。枝角は4歳まで年々大きくなり、それ以後はほぼ一定化（平均角長は65.09cm、平均角幅は61.67cm）する。

## 第6章：オスの繁殖学的特性と枝角のサイクル

### 6-1. はじめに

シカ類の多くは短日型の季節繁殖動物であり、生殖器の形態や性ホルモンの濃度には、季節的変動が認められる (Kelly *et al.*, 1985 ; Lincoln, 1985 ; Loudon and Brinklow, 1992 ; Suttie and Fennessy, 1992) 。この現象はオスにも見られ、繁殖可能な季節やそれらの同期化の程度には、種間変異が存在することも明らかにされている (Lincoln, 1971a ; Lincoln, 1971b ; Lincoln, 1985 ; Loudon and Brinklow, 1992 など) 。近年、シカ類における繁殖の季節性は多くの興味を集め、その意義や調節機構を探る研究が盛んに行われるようになった。最近では、他の季節繁殖動物と同様、メラトニンの作用が注目されている (Adam, 1992 ; Loudon and Brinklow, 1992 ; Wilson, 1992) 。

また、繁殖学的な季節変動と並行して、枝角のサイクルにも季節性が認められている (Lincoln, 1985 ; Loudon and Brinklow, 1992) 。このサイクルでは、袋角の成長にはプロラクチンが、枯角への変化にはテストステロンが関与すると言われる (Bubenik *et al.*, 1985 ; Lincoln, 1985 ; Suttie and Fennessy, 1992) 。さらに、行動生態学的研究によれば、枝角の状態やサイズは、繁殖行動や繁殖成功度に影響をおよぼすことが確かめられている (Bartos, 1985 ; Clutton-Brock *et al.*, 1982) 。そのため枝角サイクルの問題は、繁殖の季節性と関連づけて論じられることが多い (Lincoln, 1985 ; Suttie and Fennessy, 1992 など) 。

ニホンジカも、他のシカ類と同様に短日繁殖の種であり、繁殖や枝角サイクルに明確な季節性が認められる (Goss and Rosen, 1973 ; 三浦, 1978 ; 三浦, 1980) 。しかし、アカシカなどに比べると生理学的研究は極めて少ない。日本国内で行われた研究でも、増田 (1992) や山内ら (1984) 、山内ら (1982) を除き、ほとんどが行動観察にもとづ

くもの（三浦、1980；中村、1965；瀧澤・安井、1979）である。そのため、性成熟年齢や生殖器の発達過程、繁殖能力の維持期間など、オスの繁殖の関する基本的な事項には未知の部分が多い。

そこで本章では、精巣と精巣上体の諸形態ならびに血漿テストステロン濃度を中心に検索し、オスの繁殖学的特性の解明を目的とした。枝角サイクルについても検討し、繁殖学的な所見との関連性を考察した。なお、得られた所見においては年齢間の差異にも言及し、繁殖や枝角に関連する発達過程も追跡した。

## 6-2. 材料と方法

本章で使用したのは、斜里標本と中島標本である（第2章）。

斜里標本では、死亡個体の剖検時に採取した精巣と精巣上体、頭蓋骨を用いた（表6-1）。精巣と精巣上体においては、大きさと重さの計測ならびに組織学的検索を行った。枝角の状態は、頭蓋骨の観察により記録した。なお、本章では4歳以上の個体を一括して扱っている。4歳以上では、体格や枝角（第5章）と同様に、精巣の所見がほぼ一定していたためである。

精巣ではノギスを用い、精巣上体が付着したまま長径と短径、厚さを計測した。精巣の大きさ（以下、精巣サイズとする）は、それらの相乗平均として表示している。精巣と精巣上体の重さは、付着した結合組織や脂肪を除去後、それぞれ電子天秤を用いて計測した。

組織学的検索は、精巣、精巣上体の頭部、体部ならびに尾部において、常法にしたがい作成したパラフィン切片（厚さ約4 $\mu$ m）で行った。染色には、ヘマトキシリン-エオジン法を用いている。精細管では、マイクロメータを用いて1個体あたり20の断面（長径/短径が1.2以下のもの）で長径と短径を測定し、その相乗平均を算出した。精細管直径は、20断面ごとに算出した相乗平均の平均値として表示している。なお、精細管直



径は死後変化の影響を受けやすいため、状態の悪い標本では計測していない。

枝角の状態は、肉眼的観察により、表皮におおわれ伸長過程にあるものを袋角、表皮が脱落し化骨部分が露出したものを枯角、枯角が脱落し袋角が未発達のを落角として記録した。

表 6-1. 本章で用いた斜里標本の数 (頭数)

年 齢 *	精 巢	頭蓋骨
0 歳	7	10
1 歳	69	104
2 歳	17	23
3 歳	6	10
4 歳以上	14	26

\* : 4 歳以上は一括して扱った

中島標本では、精巢の計測と組織学的観察ならびに血漿テストステロン濃度の測定を行った (表 6-2)。アカシカでは、若齢個体の繁殖サイクルに季節的な遅れが報告されている (Lincoln, 1971b) ため、成獣 (4歳以上) と判断された個体のみから採材した。

精巢サイズは、ノギスを使い、左側において陰のう上から計測した。計測結果は斜里標本と同様、長径、短径および厚さの相乗平均として表示している。この方法で得た計測値は陰のうの皮膚の厚さも含むため、サイズ変動の指標として用いている。

biopsyによって得た精巢の一部は、斜里標本と同様の方法で、組織学的観察と精細管

直径の計測を行った。ただし、biopsyによる人為的な組織損傷が認められた場合には、精細管直径の計測を行わなかった。血漿中のテストステロン濃度は、苫小牧臨床検査センターに依頼し、ラジオイムノアッセイ法にて測定した。

表 6-2. 本章で用いた中島標本の数 (頭数)

捕獲年月日	精巣組織	血 漿
1988年3月18～21日	14	14
1988年6月23～26日	5	5
1988年8月23～25日	4	0
1988年10月23～24日	4	4
1988年11月8日	1	1
1988年11月25日	1	1
1988年12月22～24日	4	4
1989年2月25～27日	4	4

### 6-3. 結果

#### 6-3-1. 精巣サイズ

図 6-1 は、斜里標本における精巣サイズの季節変動を、年齢別に表示したものである。1歳以上では、4月から6月の精巣は小さく、10月から11月のものは発達していることが明らかとなり、明瞭な季節的変動が示された。また、11月から12月にかけて急速に縮小する傾向も認められた。表 6-3 は、4月から6月ならびに10月から11月にかけての精巣サイズの平均値を、年齢別に示したものである。

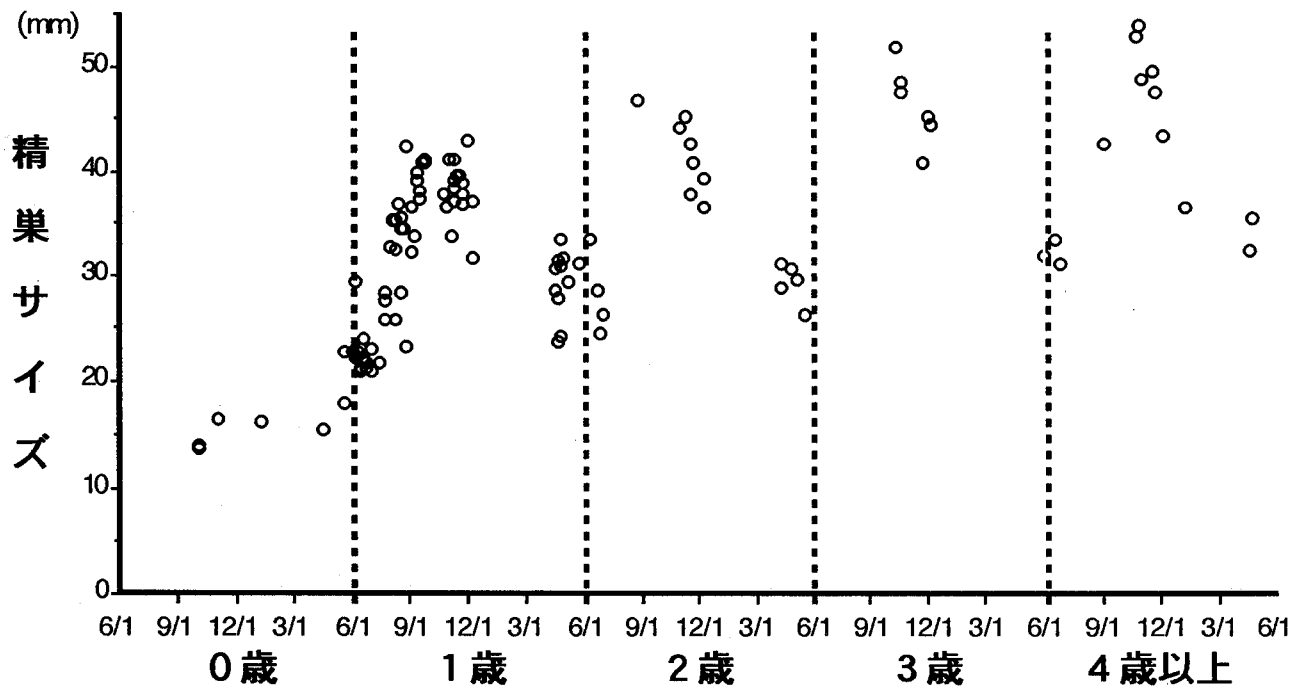


図6-1. 精巣サイズの変動 (斜里標本)

表6-3. 精巣サイズの平均値 (mm、カッコ内は頭数)

	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
4~6月*	---	22.1 (17)	29.4 (14)	29.5 (5)	33.0 (5)
10~11月	14.8 (3)	38.5 (14)	42.3 (5)	46.9 (5)	50.3 (6)

\* : 6月1日を含むため、年齢がくり上がる前の個体も加わっている (0歳は除く)

--- : 標本なし

図 6-2 は、中島標本における精巣サイズの変動を示している。斜里標本と同様、10月から11月のものは大きく、12月までの間に急速に縮小する傾向が認められた。材料採取期間でMann-Whitney のU-検定法を行ったところ、6月と8月間、10月と12月間ならびに12月と2月間では有意な差が認められた（いずれも  $p < 0.05$ ）。しかし、2月と3月間、3月と6月間ならびに8月と10月間では有意差は認められなかった。

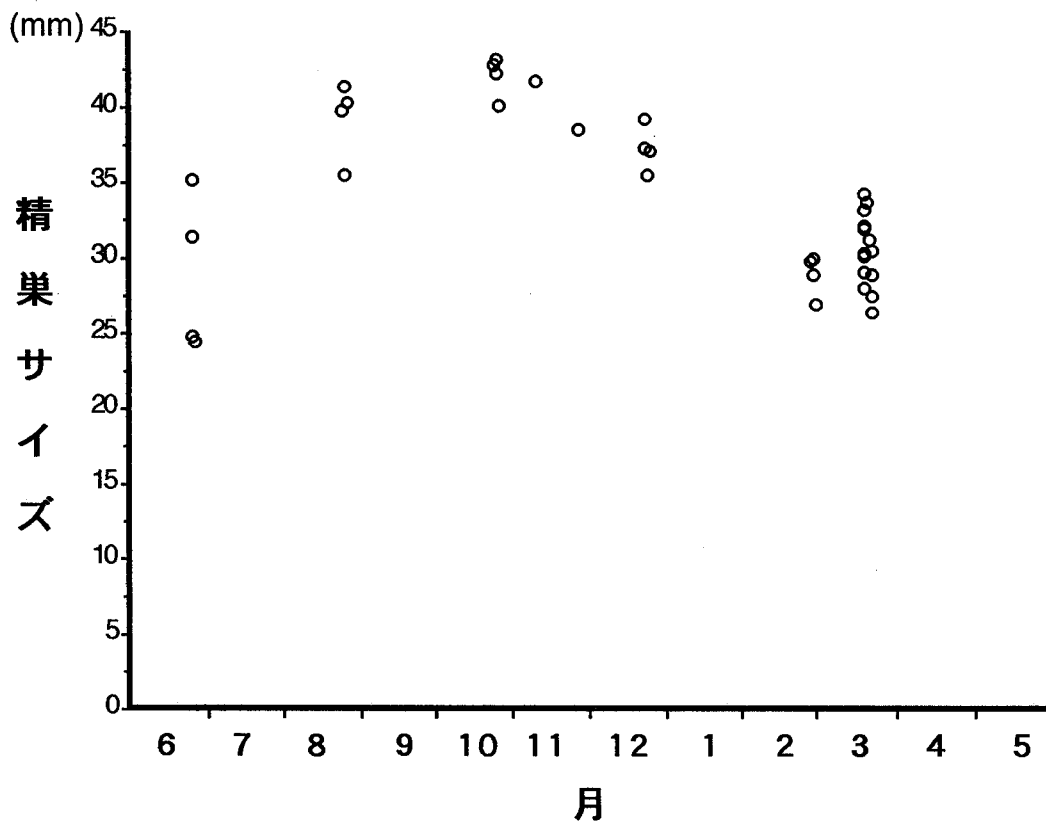


図 6-2. 精巣サイズの変動（中島標本）

### 6-3-2. 精巢と精巢上体の重さ

精巢と精巢上体の重さは、図6-3の通り季節的変動を示していた。大きさと同様、1歳以上では、4月から6月に得られた精巢は軽く、10月から11月のものは重いという傾向が見られた。また、11月から12月にかけての急速な減少も認められている。

表6-4は、4月から6月ならびに10月から11月に得られた精巢と精巢上体の、平均重量を示したものである。10月から11月に得られた精巢と精巢上体の合計重量には、1歳と2歳間および2歳と3歳間で有意差が認められた（Mann-WhitneyのU-検定法、いずれも $p < 0.05$ ）。また、4月から6月に得られた標本では、1歳と2歳間のみ有意差が検出された（ $p < 0.01$ ）。なお0歳は、標本不足により検定に供しなかった。

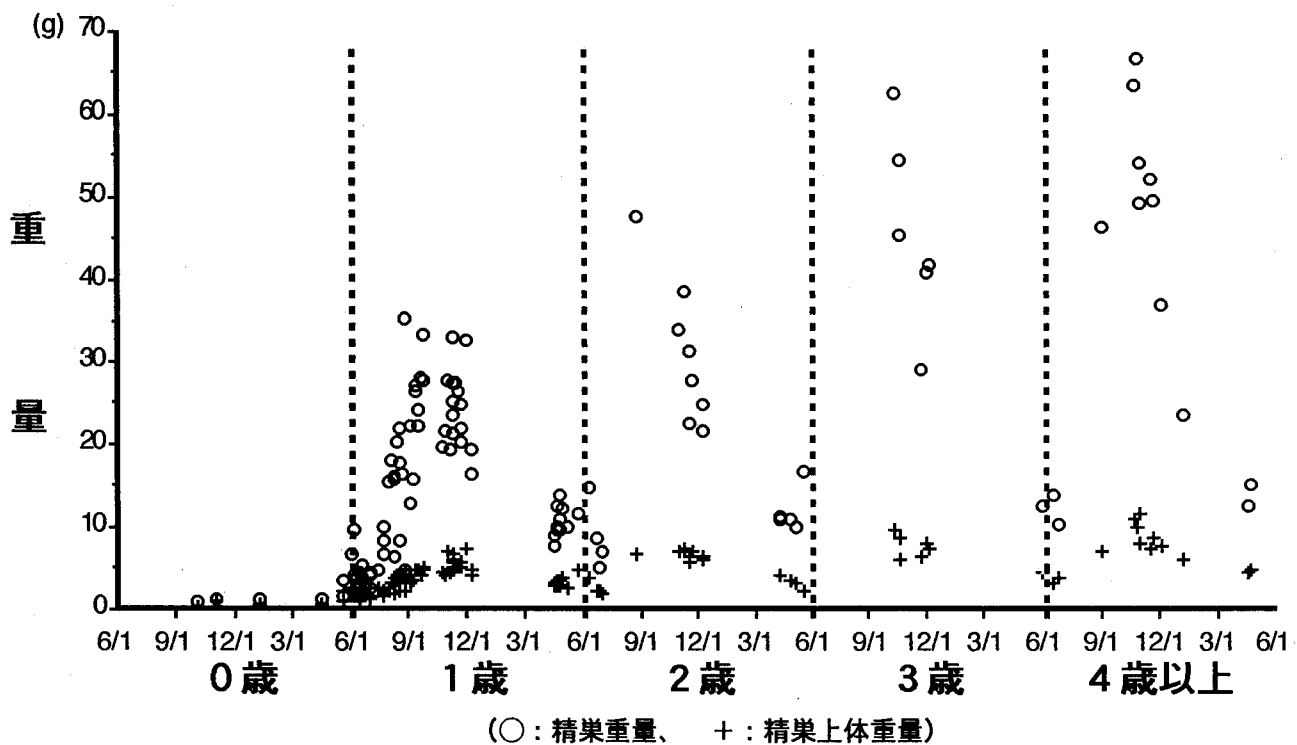


図6-3. 精巢と精巢上体の重量の変動（斜里標本）

表 6-4. 精巣重量と精巣上体重量の平均値 (g、カッコ内は頭数)

	0 歳		1 歳		2 歳		3 歳		4 歳以上	
	精巣	精巣上体	精巣	精巣上体	精巣	精巣上体	精巣	精巣上体	精巣	精巣上体
4~6月 *	---	---	3.98	1.66	10.49	3.26	12.08	3.45	12.98	4.29
	(0)	(0)	(17)	(17)	(14)	(14)	(5)	(5)	(5)	(5)
10~11月	1.07	0.56	24.34	5.44	30.98	6.77	46.43	7.77	55.94	9.58
	(3)	(3)	(14)	(14)	(5)	(5)	(5)	(5)	(6)	(6)

\* : 6月1日を含むため、年齢がくり上がる前の個体も加えている (0歳は除く)

--- : 標本なし

### 6-3-3. 精巣と精巣上体の組織像

図 6-4 と図 6-5 は、それぞれ斜里標本と中島標本における、精細管直径の変動を图示したものである。両図に示されているように、精細管も10月から11月にかけて太く、12月までに急激に縮小する傾向が認められた。最も細かったのは、5月から6月にかけて得られた標本であった。中島標本での平均精細管直径は、表 6-5 に示す通りである。この標本群では、3月と6月の間、6月と10月の間、10月と12月の間に有意差が認められた (Mann-Whitney の U-検定法、それぞれ  $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.05$ )。なお、8月と11月の標本は、標本不足のため検定に供しなかった。

表 6-5. 中島標本における平均精細管直径 ( $\mu\text{m}$ 、カッコ内は頭数)

	2月	3月	6月	8月	10月	11月	12月
	(4)	(8)	(5)	(3)	(4)	(1)	(4)
精細管直径	125.2	121.5	98.4	156.4	180.2	160.0*	139.3

\* : 1頭の実測値

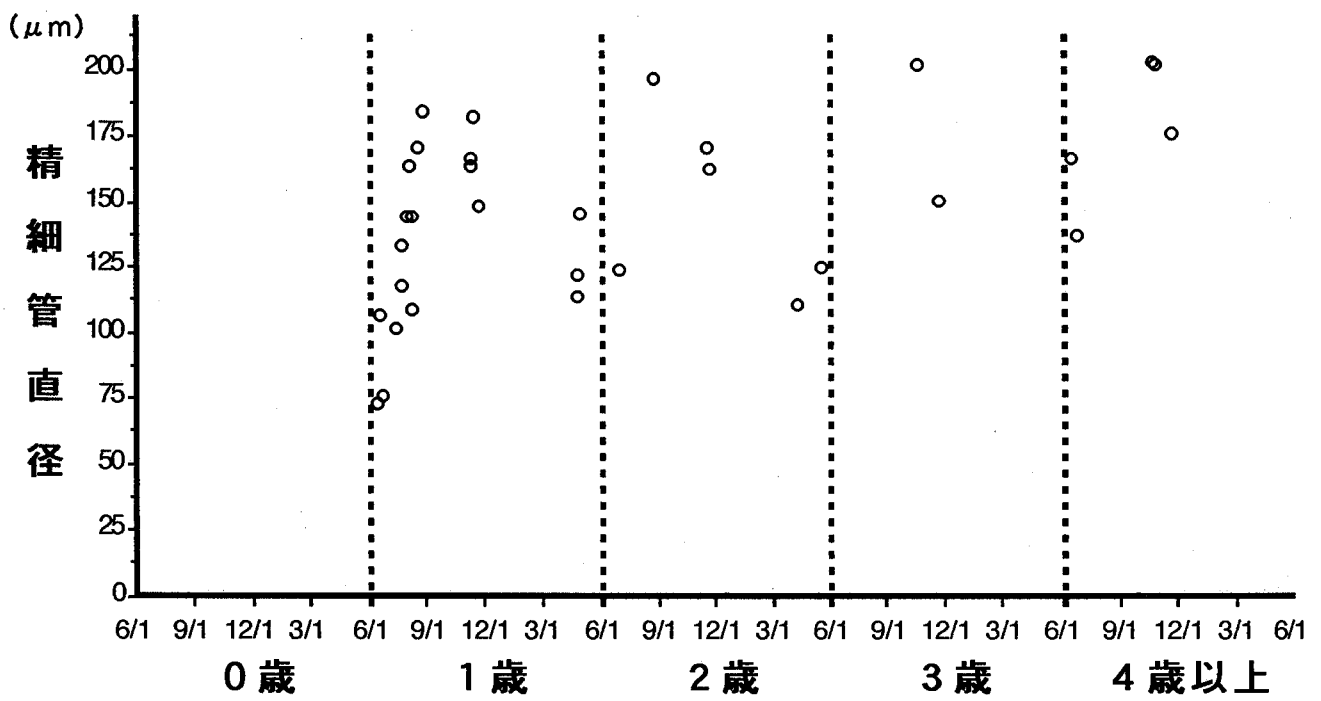


図 6-4. 精細管直径の変動 (斜里標本)

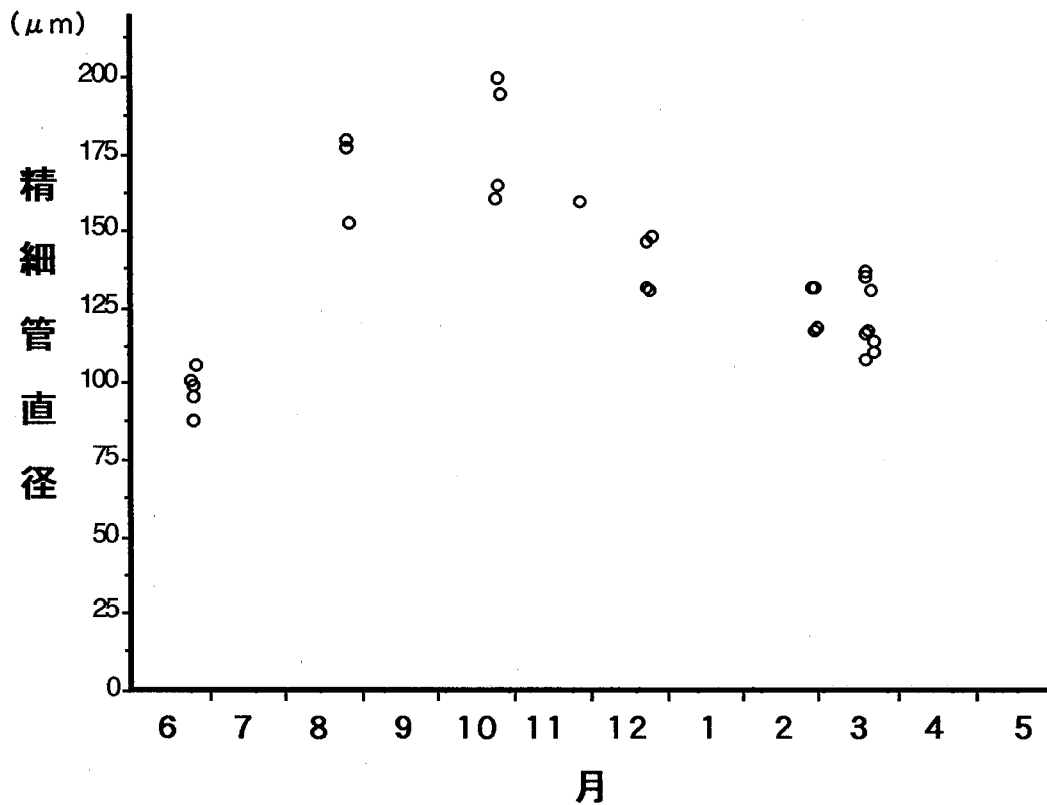


図 6-5. 精細管直径の変動 (中島標本)

0歳の精巣では、いずれの時期も精上皮は未発達で、精子形成過程の兆候も確認されなかった（写真6-1）。また、1歳以上では組織像に顕著な年齢差は認められなかった。そのため、次に列挙する組織学的な所見は、1歳以上の個体に共通して得られたものである。

精上皮は、5月から6月に得られた個体で最も退行していた。ほとんどの断面の上皮は単層で、セルトリ細胞と精祖細胞から構成されていた。しかし、一部の断面においては、管腔内に精母細胞、精娘細胞、精子細胞ならびに精子が遺残していた（写真6-2）。また、写真6-2にも示されているように、間質細胞は、小型でヘマトキシリンに濃染する核を持ち、細胞質も少量であった。この時期、精巣上体管内に精子は認められなかった。

7月から8月の精上皮では精子形成過程が進行しており、精娘細胞や精子細胞まで分化した細胞が多数観察された。また、管腔が閉鎖している断面も認められた（写真6-3）。8月末に得られた精巣では、少数ながら精子も確認された。しかし、精巣上体管内には精子を認めることはできなかった。10月になると、ほとんどの精細管で多数の精子が見られるようになり（写真6-4）、精巣上体管内にも精子が充満していた（写真6-5；写真6-6）。これらの時期、間質細胞は、染色性に乏しい大型の核ならびに豊富な細胞質をともなう傾向が強かった（写真6-3；写真6-4）。

12月から1月に得られた標本でも、精細管には多数の精子が確認された。しかし、管腔内には、上皮より脱落した精母細胞や精娘細胞、精子細胞がしばしば見られた。間質細胞の形態は個体変異に富み、同一個体内でも大型の核を持つ細胞と小型の核を持つ細胞との混在傾向が強かった。精巣上体頭部の管内の精子は減少していた（写真6-7）が、尾部管内には依然として多数の精子が充満していた。

2月から3月になると、精上皮に付着した精子は認められなくなった。一方、管腔内には上皮からの脱落細胞が多数確認されている。間質細胞の個体変異も、依然として強い傾向にあった。精巣上体頭部の管内の精子はさらに減少していたが、尾部管内には多数が残されていた。4月の段階では、精母細胞や精娘細胞は精上皮内からほとんど消失し、



管腔内にのみ認められるようになった（写真 6-8）。間質細胞も、写真 6-8 に示すように小型の核と少量の細胞質も少量をともなう形態となっていた。精巣上体管内にも、精子はほとんど認められなかった。

#### 6-3-4. 血漿テストステロン濃度

血漿テストステロン濃度は、10月に特徴的に高かった。他の時期の標本ではほとんど基底値のレベルにあり、平均値が最低なのは6月であった（表 6-6、図 6-6）。ただし、テストステロン濃度は全般的に変異が大きく、3月と12月とでは100%を越える変動係数が検出された。

表 6-6. 血漿テストステロン濃度 (ng/ml) の平均値と標準偏差、変動係数(%)

捕獲年月日	頭数	平均	標準偏差	変動係数
1988年3月18～21日	14	1.6	1.7	105.6
1988年6月23～26日	5	0.2	0.1	72.4
1988年10月23～24日	4	41.5	37.7	90.9
1988年11月8日	1	13.0*	---	---
1988年11月25日	1	0.1*	---	---
1988年12月22～24日	4	0.8	1.0	129.5
1989年2月25～27日	4	1.0	0.7	66.2

\* : それぞれ1頭の実測値

--- : 1頭のデータのため算出不可能

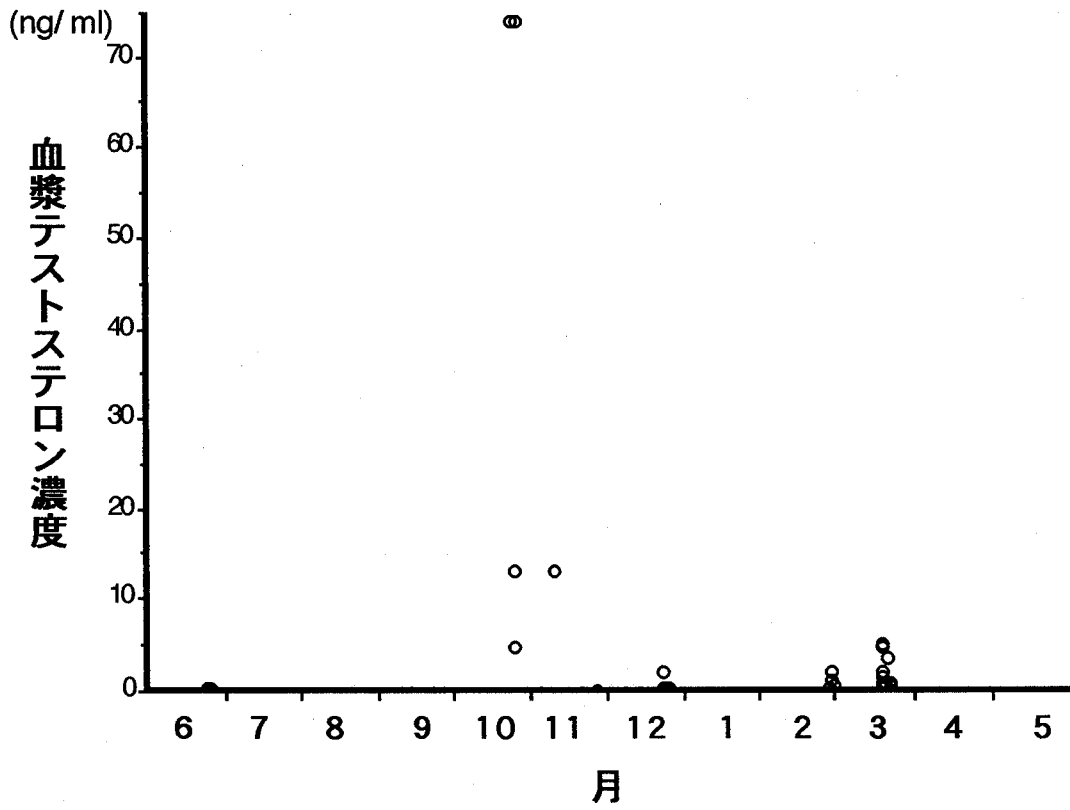


図6-6. 血漿テストステロン濃度の変動 (中島標本)

### 6-3-5. 枝角のサイクル

図6-7は、枝角サイクルを年齢別に示している。最初の枝角は、0歳の5月（1歳になる約1か月前）に萌出を開始していた。この時に萌出した角の落角は、翌年（2歳となる年）の5月27日と6月7日に確認されている。2歳で伸長した角の落角は、5月8日、5月20日および5月27日に観察された。3歳以上で形成された角では、4月5日から5月5日にかけての4頭で落角が確認され、それらの平均は4月20日と算出された。

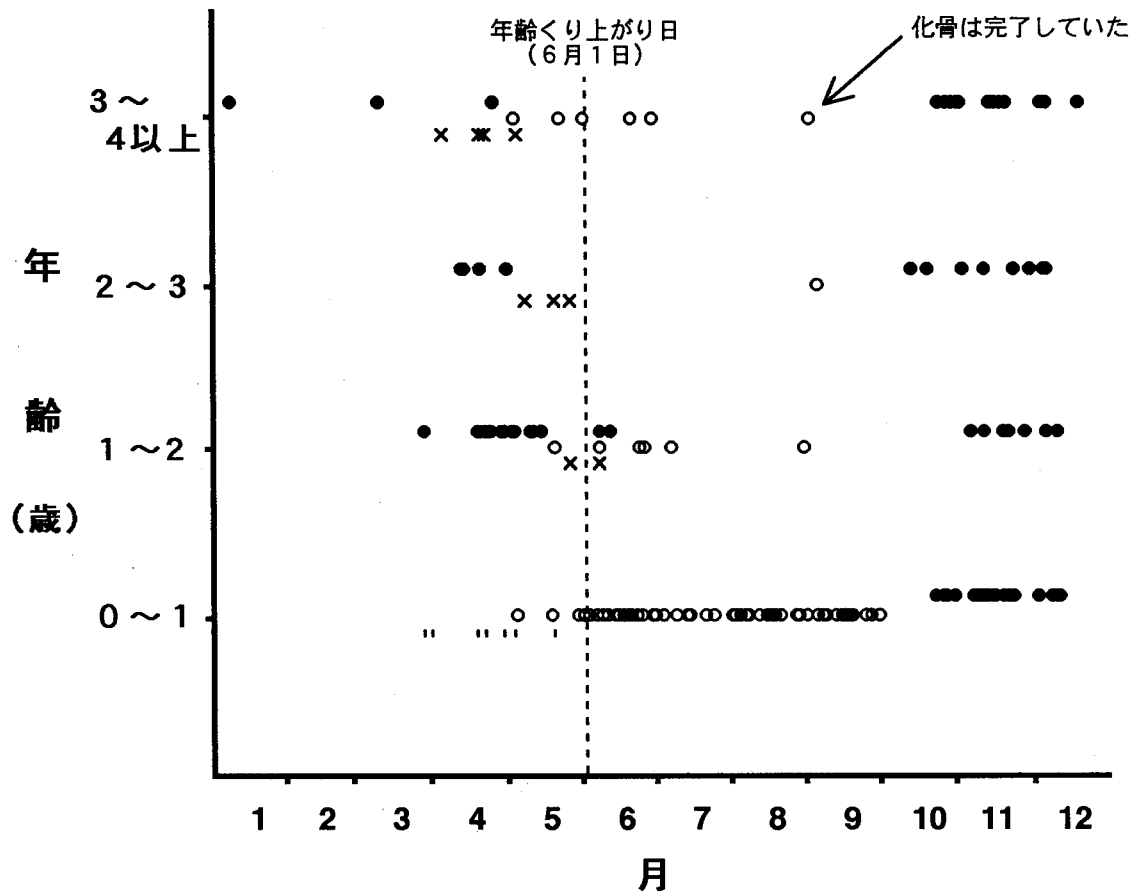


図6-7. 枝角のサイクル  
(○: 0歳の袋角未萌出、X: 落角、○: 袋角、●: 枯角)

袋角から枯角へ移行中の標本は、得ることができなかった。しかし、1991年9月2日に死亡した4歳の個体（図6-7）では角の化骨が完了しており、頭蓋骨標本を作成する過程で袋角表皮が脱落した。

#### 6-4. 考察

##### 6-4-1. オスの性成熟ならびに精巣と精巣上体の発達過程

増田（1992）は足寄町産のオス生殖器を詳細に検索し、0歳では季節的変動が認められないことを報告している。さらに、組織学的にもこの年齢の精上皮は単層であり、精子形成過程の進行は見られないと述べている。本研究で検索した0歳の標本は少数であったが、同様の所見を得ることができた。また、5～6月（6月には1歳になっている）にも、精細管内に遺残する精母細胞や精子なども認めることができなかった。以上のことからエゾシカでは、0歳のオスは性的に未成熟で、精子形成も行われていないと結論づけられた。

1歳になると精巣の大きさや重さに季節性が発現し、組織学的にも精子形成が確かめられた。このことから、エゾシカのオスの性成熟年齢は1歳であると確定することができる。1歳や2歳の若齢個体においても、それを越える年齢との間に組織学的差異が認められないため、精子形成は正常に進行しているとも考えられる。しかし、重量においては、1歳や2歳の精巣と精巣上体は3歳以上に比べ有意に軽かった。そのためオスの生殖器は季節的な退行を経ながらも、3歳頃まで発達を続けることが確かめられた。

行動学的観察から、若齢のアカシカやニホンジカは「順位」が低く、交尾に至ることが困難であると報告されている（Clutton-Brock *et al.*, 1982；三浦、1980）。精子間競争の概念からは、精巣が軽ければ産出可能な精子が少なく、繁殖成功度も低いと言われる（Clutton-Brock *et al.*, 1982；Ginsberg and Huck, 1989）。本研究では、若齢個体の精巣が成獣より軽いことが明らかにされたため、若い個体における繁殖成功度が低いこ

とが、生理学的観点からも示唆された。

Lincoln (1971b) は、アカシカの若齢個体は成獣に比べ、生殖器の季節的変動が遅れる傾向にあると述べている。しかし、今回は全季節を網羅する標本が得られず、この問題に関する論議を行うことはできなかった。

#### 6-4-2. 精巣と精巣上体に見られる季節性

5月から6月にかけて、精巣や精巣上体は最も縮小していた。間質細胞は小型で、精上皮にも精母細胞以上に分化した細胞はほとんど認められなかった。また、精巣上体管内に精子は見られなかった。そのため、この時期は繁殖機能の活性は失なわれていると判断される。その後、精巣は急激に発達し、精上皮中には精母細胞や精娘細胞、精子細胞が認められるようになる。生殖細胞の分化開始時期と、精巣の大きさや重量の増加開始時期とは、よく一致していた。

8月末頃から精子の完成が始まることも確認されたが、精巣上体管には精子は認められなかった。しかし、10月になると精巣上体管内にも豊富な精子が観察できるようになった。この時期、間質細胞も大型化していた。したがって、オスにとっての受精能力獲得は、9月中に起こると考えられた。このことは、野外で確認された最も早いrutting callが9月24日（鈴木ら、1989）であったことによっても裏付けられる。11月から12月にかけて精巣や精細管が縮小し、精細管腔内には上皮からの脱落細胞が見られるようになる。このため、精子形成能力の低下が始まっているものと推測された。しかし、この時期に受胎したと思われる胎子もある（第4章；第7章）ため、繁殖能力は維持されていると考えられる。

1月以後、精上皮に付着した精子は減少し、管腔内には脱落した多くの上皮細胞が認められるようになった。小型化した間質細胞も見られるため、間質細胞の退化もこの頃には始まっているものと思われる。2月と3月の標本では、精上皮の退縮とそれに付着する精子の消失、管腔内の脱落細胞の増加などが見られるため、精子形成は既に終了していると考えられた。この知見は、1月以後に精巣上体頭部の管内から精子が減少するこ

とと合致する。しかし、増田（1992）は、3月下旬に精巣上体尾部から採取した精子にも、十分な活性を認めている。このことは、精子形成が終了していても、精巣上体管に残る精子により3月末頃まで繁殖能力が維持されることを示している。5～6月には、精巣上体管内の精子も見られなくなる。そのため、オスが繁殖能力を失うのは4月中であると考えられた。

今回の分析では、上記の季節性に例外的な個体は認められなかった。したがって、エゾシカのオスにおいては、繁殖における季節変動のパターンは同期化しているものと結論づけられた。これは、温帯や亜寒帯に分布する他のシカ類の特徴（Lincoln、1985；Lincoln、1992；Loudon and Brinklow、1992）と一致している。また、4歳以上の精巣重量は、退縮期（平均12.98 g）には交尾期（平均55.94 g）の23.2%にまで減少していることも確かめられた。これはLincoln（1985）の報告した、温帯や亜寒帯に分布するシカ類における、精巣重量の季節変動範囲と一致している。したがって、エゾシカのオスに見られる繁殖の季節性は、温帯や亜寒帯に分布するシカ類の特徴を踏襲しているものと判断される。

#### 6-4-3. 血漿テストステロン濃度

テストステロンは精巣内の間質細胞で産生され、雄性生殖器の発達や精子形成の促進、性行動の昂進を引き起こす（星・山内、1982；Lincoln *et al.*、1970）。これらを考慮すると、間質細胞が発達し交尾期にも相当する10月（第4章；第7章）に、テストステロン濃度が上昇していたことは合理的である。6月の平均濃度が最小であったことも、この時期の間質細胞が退縮傾向にあり、精細管が縮小していることと矛盾しない。

2月と3月とにやや高めの平均濃度が得られたことは、ダマシカ（Schams and Barth、1982）やオジロジカ（Mirarchi *et al.*、1978）の報告とは異なっており、エゾシカに特有な現象の可能性もある。したがって、エゾシカの血漿テストステロン濃度は、他種に比べて緩やかに減少しているとも考えられる。これは、2～3月頃の間質細胞の形態が、変異に富んでいたことによっても裏付けられる。

今回の分析で大きな変異が出たことには、pulsatile secretionが原因していると考えられる。pulsatile secretionは各種哺乳類で確認されており（Clark and Cummins, 1982 ; Flowerdew, 1987 ; Lincoln, 1979）、アカシカにおいても認められている（Lincoln, 1985 ; Lincoln and Kay, 1979 ; Suttie and Fennessy, 1992）。したがって、エゾシカにおいても存在すると考える方が自然である。今回のような一回限りの採血では、それがpulsatile secretionサイクルのどの時点に相当したかにより、テストステロンの測定値は大きく変化してしまう。したがって、pulsatile secretionの頻度を考慮に入れ、一頭に対して複数回の採血を行う必要があると考えられた。このような方法の採用により、エゾシカにおける血漿テストステロン濃度の季節変化を、より明確に示すことができると思われる。

#### 6-4-4. 枝角の季節性

今回得られた標本からは、袋角から枯角への変化時期を明確にすることはできなかった。しかし、9月2日に捕獲された個体では、袋角の皮下で枯角が完成していた。また山中（私信）は9月7日に、袋角表皮が脱落中の個体（4歳以上；電波発信機装着時に歯の磨耗により確認）を観察している。以上の点を考慮すると、4歳以上の個体が枯角となるのは9月上旬と考えられる。1歳については、9月の末までは袋角の状態にあり、最初に枯角が観察されたのは10月23日であった。また横山（私信）は、10月8日から11日の間に捕獲された4頭の1歳が、袋角であったことも確認している。したがって、1歳での枯角への変化は10月中旬に起こるものと判断された。

落角は、3歳以上では4頭中3頭が4月中に確認された。しかし、1歳と2歳とではすべて（5頭）が5月中に観察された。そのため、若齢個体では落角時期も遅れると考えられた。シカ類の枝角サイクルは、繁殖にも関連するテストステロンやプロラクチンの支配下にある（Bubenik *et al.*, 1985 ; Lincoln, 1985 ; Suttie and Fennessy, 1992）。したがって、1歳と2歳で観察された枝角サイクルの季節的遅延は、今回は確認できなかった若齢個体における繁殖サイクルの遅れを示唆している。

4歳以上の落角は4月に起こり、精巣上体管より精子が消失する時期と一致していた。また、枯角への変化は、精巣上体管に精子が出現する9月に起ると考えられた。すなわち、枯角を保持する期間は、精子形成の行われる期間ではなく、繁殖能力が維持される期間と一致していたことになる。したがって、エゾシカの枝角は繁殖行動上重要な役割を果たしていることが示唆される。

## 6-5. 小括

本章では、150頭の精巣（biopsyにより組織を得た37頭を含む）の肉眼的・組織学的観察、および33頭の血漿におけるテストステロン濃度の測定を行った。さらに、173頭の頭蓋骨で枝角の状態も観察した。その結果、オスの繁殖と枝角サイクルについて以下の10項目が明かにされた。ただし、8）に述べた方法論上の問題点があるため、将来的には飼育個体を用いた研究も必要と考えられる。

- 1) 精巣や精巣上体の季節的変動と精子形成は、1歳以上の個体で認められた。したがってオスの性成熟年齢は1歳と判断された。
- 2) 精巣は季節的な退行を繰り返しながら、3歳頃まで発達を続けていた。
- 3) 精巣と精巣上体は、5月から6月にかけてもっとも退縮する。この時期、精細管内には精母細胞以上に分化した細胞はほとんど認められない。
- 4) 精子は8月下旬より完成し、9月中には精巣上体管内に波及する。したがって繁殖能力の獲得は、9月に起こるものと考えられた。
- 5) 精巣は、10月から11月にかけて最も発達し、その活性もピークを迎える。
- 6) 精巣は11～12月にかけて急激に退行し、2～3月までには精子形成を終了することが示された。しかし、精子は3月末まで精巣上体尾部に遺残するため、繁殖能力維持期間は若干延長されるものと推測される。



- 7) 血漿テストステロン濃度の平均値は、10月に最大値を、6月に最小値を示した。これは精巢の所見に認められたサイクルとほぼ一致していた。しかし、測定値の変異が全般に大きいという問題点があった。
- 8) 血漿テストステロン値の大きな変異は、pulsatile secretionに原因すると考えられた。したがって、今後は1頭につき複数回の採血を行う必要性が示された。
- 9) 3～4歳以上の袋角は9月に枯角となり、4月頃には落角する。枯角の保持期間は、精子形成が進行している期間ではなく、繁殖能力の維持期間と一致するものと考えられた。
- 10) 若齢個体の枝角サイクルは、季節的に遅れる傾向にあった。枝角サイクルは繁殖に関連する内分泌機構の支配下にあるため、若齢個体における繁殖サイクルの遅延も示唆された。

## 第7章：メスの繁殖学的特性

### 7-1. はじめに

メスの繁殖は、野生動物の保護管理学や個体群動態学に、最も関連が深い。初回妊娠年齢や妊娠率、産子数などが、生息数の増減に直接的な影響を与えるためである。したがって、これらの数値は個体群の「繁殖パラメータ」となり、保護管理に不可欠な基礎的データとして活用されている (Bailey, 1984; Ballard *et al.*, 1991; Case and McCullough, 1987; Caughley, 1977; Conly, 1992; Dasmann, 1984; Fuller, 1990; Ratcliffe, 1987)。

生息密度や生息環境などの生態学的要因が、メスの繁殖に影響をおよぼしていることも報告されている (Sadleir, 1987)。たとえば、1歳のアカシカの妊娠率は、生息環境の状態に影響されることが確かめられている (Ratcliffe, 1987)。オジロジカでは、生息密度により受胎日や初回妊娠年齢、妊娠率、産子数などが変化する (Haugen, 1975; McCullough, 1979; Mundinger, 1981)。ニホンジカにおいても、高密度化と餌資源の枯渇が、繁殖に影響した事例が確認されている (梶, 1988; Kaji *et al.*, 1988)。現在のところ、これらの現象の生理学的要因として、栄養状態 (Thomas, 1982) やストレスに起因するコルチゾール (Saltz and Cook, 1993) などが示唆されている。しかし、確定的な結論は出ておらず、多くの研究者の注目を集める問題点となっている。

国内に産するニホンジカでは、初回妊娠年齢や妊娠率などメスの繁殖に関わる基礎的情報は、十分に蓄積されていない。既存の報告 (梶, 1988; Kaji *et al.*, 1988; 大泰司, 1971; 三浦, 1980) も、多くは野外もしくは飼育下の観察や聞き取りをもとにしているため、生殖器に対する直接観察の結果と照合する必要がある。こうした現状を踏まえ本章では、卵巣や胎子の直接観察にもとづき、メスの繁殖学的特性を解明することを目的

とした。注目したのは、保護管理学や個体群動態学に関連の深い妊娠率ならびに受胎日であり、これらについては年齢間の差異も検討した。

シカ類における繁殖生理学上の特徴として、胎子数を上回る過剰な黄体の出現も注目されている (Sadleir, 1987)。これらの黄体は、Douglas (1966) やKelly and Challies (1978) によって副黄体 (accessory corpora lutea) と呼称されている。副黄体の存在は、アカシカ (Douglas, 1966; Guinness *et al.*, 1971) やエルク (Morrison, 1960)、ダマシカ (Armstrong *et al.*, 1969)、ニホンジカ (Chapman and Chapman, 1971; 山内ら, 1984) などにおいて報告されているが、関連する詳細な研究は少ない。そこで本章では、副黄体の出現率や諸形態の分析により、その由来や機能を推察した。

## 7-2. 材料と方法

### 7-2-1. 材料

本章で材料としたのは、斜里標本、足寄標本、音別標本ならびに兵庫標本から得られた卵巣と胎子である。ただし、兵庫標本は分類学上ホンシュウジカに属するため、エゾシカとは亜種のレベルで異なっている (三浦, 1986; 大泰司, 1986; 第1章)。

卵巣は、交尾期から妊娠期 (10月から5月) までのものを中心に使用した。これらについては、肉眼的観察と組織学的観察との両方を行うことを原則としたが、死後変化の顕著な場合 (一部の斜里標本と足寄標本および全部の兵庫標本) は後者を省略している。ただし、音別標本と1992年の足寄標本から採取した卵巣は、北海道環境科学研究センターの標本であるため分析には供していない。また、兵庫標本における胎子は、農林水産省森林総合研究所の標本であるため妊娠判定のみに用いていた。

表 7-1. 使用した標本の数 (頭数)

産地	卵 巢	胎 子
斜里	10	20 *
足寄	52	45 **
音別	---	22
兵庫	62 ***	---

\* : 第 4 章の論議より母獣年齢不明の1頭を除く

\*\* : 第 4 章の論議より双胎の2頭を除く

\*\*\* : 年齢が判明したのは45頭 (年齢査定に必要な下顎骨が回収できなかったため)

--- : 分析に供していない

#### 7-2-2. 標本の作成と観察の方法

妊娠判定は胎子の肉眼的確認にもとづいて行った。しかし、エゾシカでは胎子の肉眼的確認が可能になるのは胎齢30日前後であり、推定受胎日の変異幅も100日におよぶと推定されている (第 4 章)。また、出産は5月より始まるとも報告されている (梶、1988)。そのため、斜里標本と足寄標本の妊娠率算出にあたっては、2月から4月の間に得られた50頭 (斜里町産21頭、足寄町産29頭) を用いた。一方、ホンシュウジカの場合は、発情期も出産期もエゾシカよりやや早いとされている (Koizumi, 1991)。したがって、2月から3月にかけて採取された兵庫標本 (第 2 章) では、年齢が明らかになった全個体で妊娠判定を行った。なお、エゾシカにおいて受胎日を推定する際には、第 4 章で行った胎子体重による胎齢推定の結果を流用している。

卵巣は10%ホルマリンまたは10%リン酸緩衝ホルマリンで固定し、厚さ約1mmのスライスとした。肉眼的観察は各スライスの断面においてKirkpatrick (1980) の方法にしたがって行い、黄体あるいはその退行物が認められた個体は、排卵を経験しているものとみなした。通常、黄体は複数のスライスに重複して存在していた。そのため、黄体の直

径は、最大断面における長径と短径（ノギスを用いて計測）の相乗平均として記録した。複数の黄体が認められた場合は、Douglas（1966）やKelly and Challies（1978）にしたがい、大きい方を一次黄体（primary corpora lutea）、小さい方を副黄体（accessory corpora lutea）とした。ただし、一次黄体という用語は、副黄体が認められない場合の、単独の黄体にも適用している。

黄体直径計測後の卵巣は、常法にしたがい厚さ約4 $\mu$ mのパラフィン切片とした。各切片にはヘマトキシリン-エオジン法、マッソン-トリクローム法ゴールドナー変法ならびにエラスチカ-ワンギーソン法による染色を施し、組織学的観察に供した。

### 7-3. 結果

#### 7-3-1. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）での妊娠状況

斜里標本と足寄標本における妊娠状況は、表7-2に示した。エゾシカでは、0歳の妊娠は確認できなかった。1歳では全個体が妊娠しており、1歳以上の妊娠率も97.5%に達していた。

表7-2. 斜里標本と足寄標本における妊娠状況

年齢	斜里標本 (1988~1992年)		足寄標本 (1991年)		計	
	検索頭数	妊娠頭数	検索頭数	妊娠頭数	検索頭数	妊娠頭数
0	4	0	6	0	10	0
1	4	4	5	5	9	9
2	1	1	5	5	6	6
3	7	6	5	5	12	11
4	2	2	5	5	7	7
5	---	---	1	1	1	1
6	---	---	1	1	1	1
7	1	1	---	---	1	1
8	---	---	1	1	1	1
9	2	2	---	---	2	2

---：標本なし

表7-3と図7-1には、第4章の推定胎齢をもとに算出した年齢別推定受胎日の、平均と分布を示した。いずれも斜里標本と足寄標本、音別標本を一括して表示している。

表7-3. 年齢別推定受胎日の平均

年齢	頭数	平均推定受胎日
1	19	11月14日
2	16	10月29日
3	14	10月22日
4	11	10月23日
5	5	10月11日
6	4	11月 3日
7	4	10月19日
8	4	10月22日
9	4	10月16日
10+	6	11月 3日

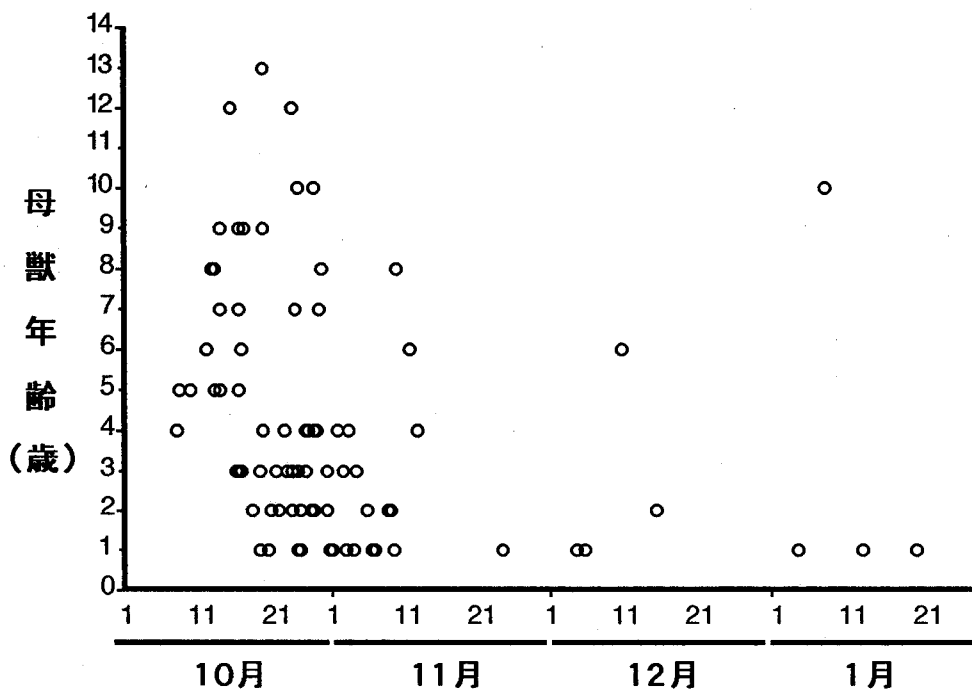


図7-1. 母獣年齢別の推定受胎日分布

表7-3に示すように1歳の平均推定受胎日は11月14日となり、2歳以上に比べて有意に遅かった（Mann-WhitneyのU-検定法、 $p < 0.01$ ）。全妊娠個体における平均は10月29日、2歳以上の平均は10月24日と算出されている。また、推定受胎日の分布においては、1歳に大きな変異が認められ、19頭中5頭までが12月以降に受胎したと考えられた（図7-1）。一方、2歳以上の個体は、ほとんどが11月上旬以前に受胎すると推定され、12月以降と算出されたのは68頭中3頭に過ぎなかった。

### 7-3-2. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）での黄体出現状況

黄体は、10月上旬に得られた8頭（1頭の0歳を含む）には認められず、10月下旬（10月26日と28日）の3頭（2頭の0歳を含む6頭中）で最初に見つかった。妊娠が確認された個体では、すべてに明瞭な黄体が認められている。妊娠が確認できなかった10頭の0歳では、黄体退行物と思われる組織も発見できなかった。これは、5月（妊娠率算出季節外）時点で妊娠が確認できなかった、4頭の0歳と1頭の1歳でも同様であった。

副黄体は、11月18日に捕獲された個体で初めて認められた。表7-2は、副黄体の出現状況を月別に示したものである。11月以降の副黄体出現率は75.8%に達していた。

表7-2. 副黄体の出現状況（一次黄体が認められた個体で検索）

月	検索頭数	副黄体が認められた頭数
10月	3	0
11月	2	2
12月	4	3
3月	23	18
5月	4	4

1月、2月および4月の卵巣は得られていない

副黄体が見つかった27頭のうち、それが1個のみ確認されたのは24頭（88.9%）、2個が確認されたのは3頭であった。ただし、2個の副黄体が認められた3頭には、双胎（二卵性）の1頭が含まれている。

### 7-3-3. エゾシカ（斜里標本と足寄標本）における黄体の肉眼的所見

10月下旬に採取された黄体は暗赤色で、肉眼的にも卵胞口（排卵の起こった裂孔）の遺残が確認できた（写真7-1）。11月以後の卵巣で認められた黄体は、ほぼ円形で淡黄褐色を呈し、実質内には中隔が存在していた（写真7-2）。このような所見は、一次黄体と副黄体の双方に共通であったため、大きさ以外の観点による両者の肉眼的区別は困難であった。

図7-2と図7-3は黄体直径の変化過程を示しており、それぞれ横軸には月と胎子体重をとっている。

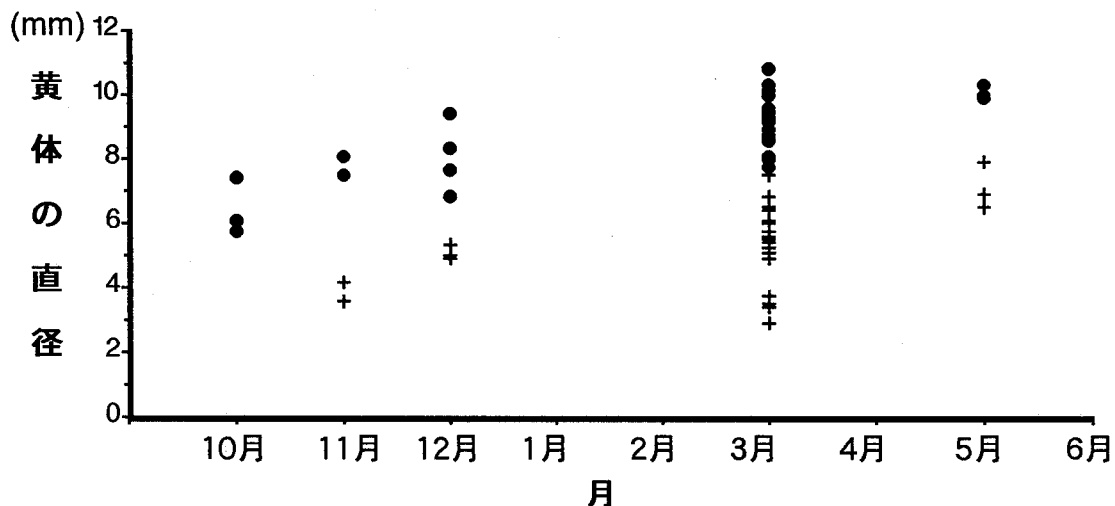


図7-2. 捕獲月と黄体直径の関係  
 (●：一次黄体、+：副黄体)



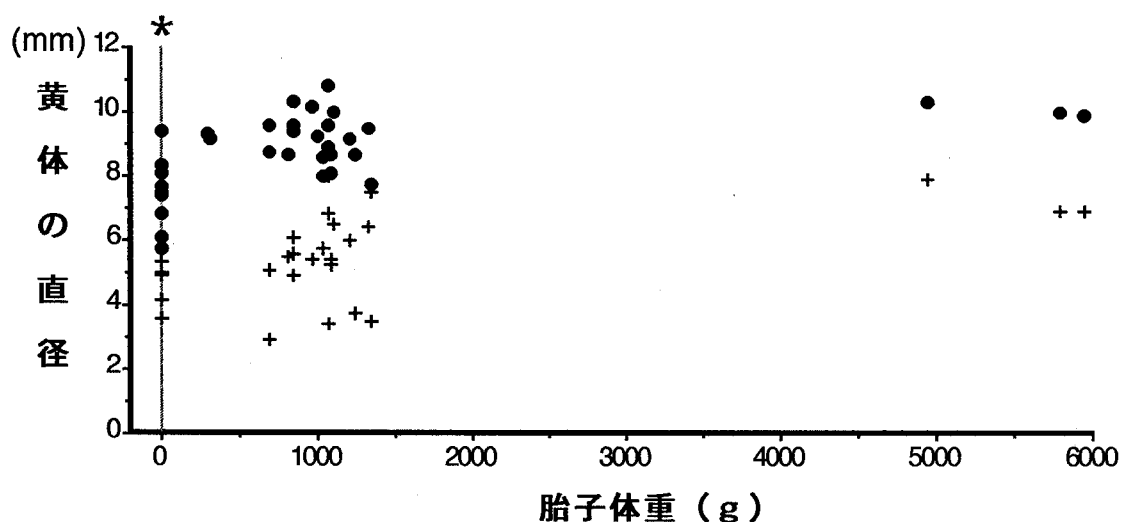


図 7-3. 胎子体重と黄体直径の関係  
(● : 一次黄体、+ : 副黄体)

\* : 妊娠が確認できなかった場合ならびに胎子体重 2.01 g 以下の場合は、この縦線上に表示

10月に得られた黄体はやや小さく、3頭の平均直径は6.4mmであった。その後の黄体はやや発達し、12月の4頭における一次黄体の平均直径は8.1mmとなっていた。3月以降も一次黄体の縮小傾向は認められず、平均直径で9.3mmを維持していた(図 7-2)。また、黄体直径は胎子体重に対してもほぼ一定を保っていた(図 7-3)。副黄体の直径は最小の2.9mmから最大の8.8mmまで変異に富んでおり、3月以降の平均は5.8mm(一次黄体の62.6%)であった。

#### 7-3-4. エゾシカ(斜里標本と足寄標本)における黄体の組織学的所見

10月下旬の3頭から得られた黄体では、肉眼的に暗赤色の部分に出血の痕跡が確認された。また、細胞間には広い間隙も残されていた(写真 7-3)。血管をともなった卵胞膜が、黄体実質内に入り込んでいる状態も観察され、この付近には濃染するやや小型の核を持つ細胞が存在していた(写真 7-4)。その他の多くの細胞は不定形で、後に見られる大型多角形細胞と類似する大型胞状の核を有していた。分裂中の細胞もしばし

ば認められた (写真 7-5)。

11月から12月に捕獲された5頭から得られた卵巣では、ほとんどの黄体細胞は大型胞状の核を持ち、辺縁が明瞭な大型多角形細胞の形態を有していた (写真 7-6)。しかし、黄体の辺縁部や中隔付近には、細胞間の境界が不明瞭な小型・不定形細胞の集塊もしばしば認められた (写真 7-7)。細動脈には内弾性板が発達し、中膜においても断片的な弾性線維が観察された (写真 7-8)。一次黄体と副黄体は双方とも上記の所見を呈し、組織学的な差異を認めることはできなかった。ただし、12月4日に得られた1頭 (肉眼的に胎子は認められなかった) では、双方の黄体内に核濃縮と細胞質濃染の顕著な細胞が散在していた。

3月に23頭から採取した卵巣でも、大多数の黄体細胞は大多角形を呈していたが、細胞質の膨化と空胞化、核濃縮を示すものも少数認められた (写真 7-9)。一方、小型・不定形細胞はほとんど認められなくなっていた。細動脈中膜における弾性線維はさらに発達し、全周にわたって弾性線維網が形成されていた (写真 7-10)。この時期においても、副黄体が確認された18頭のうち、17頭で一次黄体と副黄体との間に差異は認められなかった。例外的な1頭 (胎子体重は1,001 g) の副黄体は、隣接する一次黄体に比べて細胞質の膨化と核濃縮が顕著に認められ、小動脈壁における弾性線維も未発達であった。

5月に4頭から得られた黄体では、細胞質の膨化と空胞化ならびに核濃縮を示す黄体細胞が散見され (写真 7-11)、細胞間隙の結合組織も増加していた。細動脈の中膜における弾性線維は3月に比べてさらに発達し、密な弾性線維網を形成していた (写真 7-12)。5月の標本では、全個体で一次黄体と副黄体とに組織学的差異を認めることはできなかった。

なお、多くの種の閉鎖卵胞に見られる顆粒層基底膜の硝子様肥厚 (Harrison, 1948; Yamashita, 1960) ならびにその遺残は、全期間を通じいずれの黄体においても確認できなかった。

### 7-3-5. ホンシュウジカ（兵庫標本）での分析結果

表7-5は、兵庫標本において、年齢が判明した45頭の排卵と妊娠の状況を示したものである。エゾシカの場合と同様、0歳では妊娠を確認することはできなかった。1歳では7頭中6頭（85.7%）が、2歳以上では35頭中34頭（97.1%）が妊娠しており、1歳以上の妊娠率は95.2%と算出された。妊娠が確認できなかった個体の卵巣では黄体を認めることができず、0歳と1歳においてはその退行物と思われる構造も発見できなかった。

表7-5. 兵庫標本における排卵と妊娠の状況

年齢	検索頭数	排卵確認頭数	妊娠確認頭数
0	3	0	0
1	7	6	6
2	1	1	1
3	6	6	6
4	5	5	5
5	8	8	8
6	7	7	7
7	2	2	2
8	1	1	1
10	1	1	1
11	3	2	2
13	1	1	1

9歳と12歳の標本は得ることができなかった

副黄体は、排卵が確認された57頭（年齢不詳個体も含む）のうち46頭（80.7%）で認められ、いずれの場合も1個のみが識別された。黄体直径の平均は、一次黄体で9.0mm、副黄体で5.6mm（一次黄体の61.7%）と算出された。図7-4に示すように、ホンシュウジカにおいても副黄体の直径は変異に富んでいた。エゾシカの場合と同様、大きさ以外の観点からの黄体と副黄体の区別は困難であった。

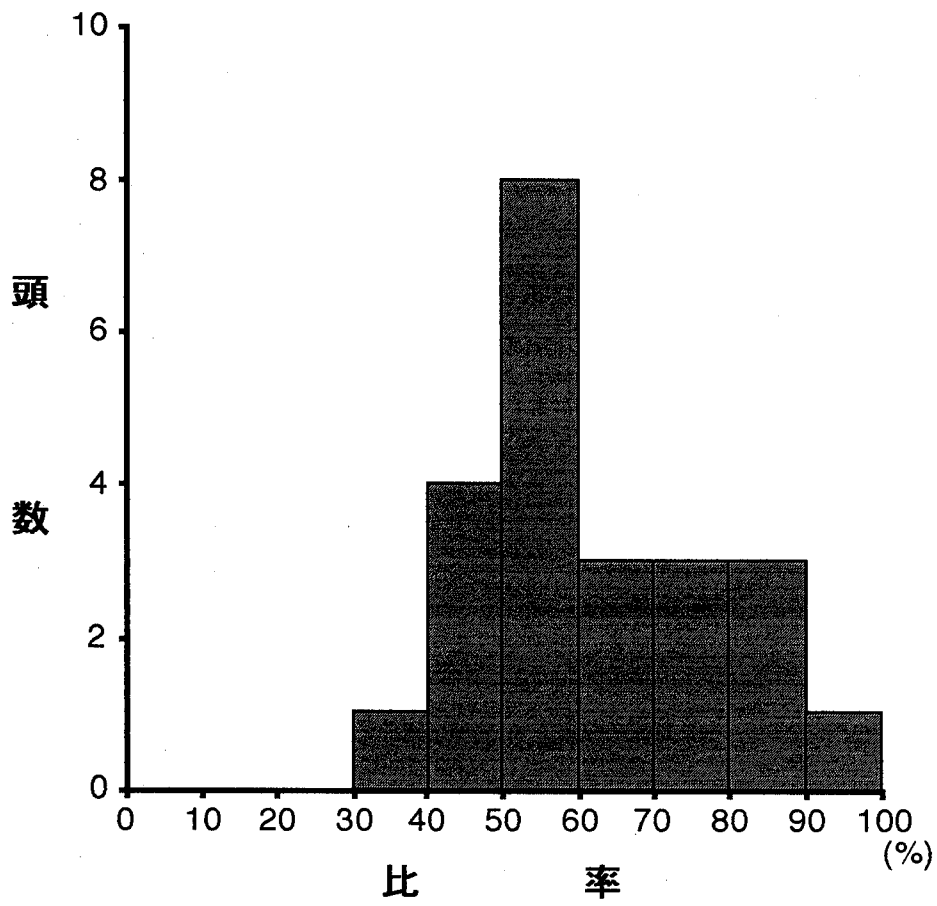


図7-4. 一次黄体に対する副黄体直径比率の分布

## 7-4. 考察

### 7-4-1. 初回妊娠年齢と妊娠率

エゾシカ（斜里標本・足寄標本）とホンシュウジカ（兵庫標本）の双方において、0歳の排卵と妊娠は確認できなかった。しかし、1歳での妊娠率はエゾシカで100%、ホンシュウジカで85.7%に達していた。ただし、エゾシカでは5月（妊娠率算出期間外）に捕獲された1頭の1歳が、未排卵であったことが確認されている。ホンシュウジカでも、妊娠を確認できなかった1歳の個体では、黄体が認められていない。両亜種ともに、その高い妊娠率から、2歳以上で妊娠しない個体は例外的と考えられた。これらのことから、調査対象とした個体群では、ほとんどの個体は1歳で性成熟して妊娠に至るが、一部の個体の性成熟は2歳に持ち越されるものと判断された。また、いずれの個体群でも1歳以上の妊娠率が95%以上であったことから、ニホンジカでは毎年連続した妊娠が可能であり、胚の早期死滅や流産もまれな現象であると考えられた。

シカ類の性成熟年齢は、個体群の栄養状態に依存する成長速度と脂肪蓄積量とに左右される（Hamilton and Blaxter, 1980 ; Mueller and Sadleir, 1979 ; Sadleir, 1987）。エゾシカでもKaji *et al.* (1988) や浜ら (1991) は、個体群の低質化による性成熟年齢上昇と妊娠率低下を報告している。本研究で調査対象とした個体群は良好な栄養状態にあり、とくにエゾシカにおいては、諸研究に例を見ないほどの脂肪蓄積量が確認されている（横山、私信）。したがって、今回得られた初回妊娠年齢と妊娠率のデータは、ニホンジカにおける高質個体群の「標準」として位置づけることが可能であろう。今後、個体群の質をモニタリングする際には、この「標準」からの変異が有効な目安となると考えられる。

高槻 (1992) は過密状態にある五葉山（岩手県）の個体群で、2歳以上の妊娠率は高く維持されているが、1歳の妊娠率は41.1%にとどまると報告している。アカシカでも、1歳の妊娠率は環境の変化に敏感である（Ratcliffe, 1987）。したがって、本研究で対象にした個体群でも質の低下が始まれば、その影響はまず1歳の妊娠率に現われるものと

予想される。

なお、英国では0歳で妊娠したニホンジカの例が報告されている（Chapman and Horwood, 1968）。これは移植個体群での現象であり、原産地と異なる環境要因や季節変化の影響によるものと考えられる。しかし、0歳でも妊娠し得るというニホンジカの潜在的能力を示しているため、国内においても注意しておく必要がある。

#### 7-4-2. メスにおける繁殖の季節性と年齢別推定受胎日

10月26日と28日に見つかった黄体は、排卵後間もないものと考えられた（7-4-3）。この時期には、交尾期の目安となるrutting callの頻度が最大となり（山中、私信）、精巢の発達もピークを迎える（第6章）。これらのことから、斜里町や足寄町では、エゾシカの交尾期は10月下旬を中心としているものと判断される。

年齢別推定受胎日の分布図（図7-2）から、受胎日に見られる大きな変異（第4章）は主として1歳によることが明かになった。12月以降に受胎したと推定される個体が、1歳では19頭中5頭に達している（2歳以上では68頭中わずか3頭）ことは特筆すべきである。しかし、2歳以上と同様に、11月上旬以前の受胎が推測された個体も少なくない。したがって、1歳において示された平均受胎日の遅れは、この年齢の受胎日変異の大きさに起因すると言ふべきであろう。このことは、1歳の妊娠率が環境変化に敏感であることに関係すると思われる。すなわち、生息環境の悪化は1歳までの急激な成長（第5章）を阻害し、受胎日が遅れるような個体の妊娠を不可能にしてしまうと推測されるためである。事実、シカ類では一定の体重に達した個体から妊娠する傾向が示されている（Hamilton and Blaxter, 1980 ; Mueller and Sadleir, 1979 ; Sadleir, 1987 ; 高槻, 1992）。

推定受胎日と妊娠期間（231日）から、出産は5月26日から9月5日の範囲で起こり、平均出産日は1歳で妊娠した個体では7月3日、2歳以上で妊娠した個体では6月12日と考えられた。また、全年齢での平均は6月17日と算出された。梶（1988）は、小柳からの私信（釧路市動物園における飼育下の観察）をもとに、エゾシカの出産日は5月25日から7月19日まで変異し、平均は6月13日であったことを述べている。この報告と本章で得ら

れた結果とは良く一致するが、出産の終了時期についてはやや異なっている。本研究では、8月13日に妊娠中の個体（胎子体重は5,460 g）を確認しているため、調査地域における出産期は、梶（1988）の報告よりやや延長しているものと考えられる。

#### 7-4-3. 副黄体の出現率と数

副黄体の出現率は、エゾシカで75.8%、ホンシュウジカで80.7%と算出された。アカシカでの出現率は52~79%（Douglas, 1966 ; Guinness *et al.*, 1971 ; Kelly and Challies, 1978）と報告されており、今回得られたニホンジカでの結果と大差はない。ただし、Mullan *et al.*（1988）は、移植個体群のニホンジカにおける副黄体出現率を23%と報告している。この数値は、今回の結果に比べて著しく低い。しかしながら、その原因は不明である。

エゾシカの副黄体は、11月の時点で2頭の両方、12月の時点では4頭中3頭に出現していた。このことは、少ない標本数ではあるが、副黄体の出現率が妊娠初期に一定レベルに達することが示唆している。アカシカにおいてもその出現は、妊娠初期に起こることが多いと報告されている（Kelly *et al.*, 1982 ; Kelly and Challies, 1978）。したがって、ニホンジカでの副黄体の出現様式は、アカシカの場合と類似していると考えられた。

副黄体が2個確認されたのは27頭中3頭に過ぎず、そのうち1頭は二卵性の双胎であった（第4章）。したがって、実質上の副黄体を2個持っていた個体は、2頭のみと判断された。また、ホンシュウジカである兵庫標本における副黄体数は、46頭のすべてで1個であった。これらのことから、ニホンジカの副黄体出現数は、ほとんどの場合1個であると考える良い。

#### 7-4-4. 一次黄体と副黄体の形態と機能

3月に捕獲された1頭を除き、一次黄体と副黄体との形態学的区別は困難であり、この傾向には妊娠末期まで変化が認められなかった。また、双方の黄体に、豊富な血流の証拠となる動脈壁の弾性線維化も観察された。したがって、ほとんどの場合、両黄体は共

同かつ同時的に機能しているものと考えられた。そこで、副黄体を含めて黄体組織の形態と機能に関する考察を進める。ただし、ここでは3月に捕獲された例外的な1頭（98ページで言及した個体）を除外する。この個体の副黄体は、他とは由来が異なるものと推定されるため7-4-5で関連の論議を行う。

10月26日と28日に捕獲した3頭から得た黄体は、出血の痕跡や卵胞口の遺残により、排卵後間もないものと判断された。このことは、黄体細胞が未熟で細胞間隙も広く、黄体が小型であったことによっても裏付けられる。分裂中の黄体細胞が認められたことは、開花期に向かって発達中であることも示している。11月から12月の5頭から得られた卵巣では、すでに一次黄体と副黄体の差異は認められず、双方とも典型的な黄体細胞を有していた。したがって、黄体は遅くとも12月までに妊娠黄体として確立し、副黄体もすでに完成しているものと考えられた。なお、12月の1頭に認められた核濃縮と細胞質濃染の顕著な黄体は発情性黄体と考えられる。あるいは、早期流産が原因しているのかも知れない。

Sinha *et al.* (1971) はオジロジカで二種類の黄体細胞を識別し、大型で辺縁の明瞭な細胞を顆粒層細胞由来、小型で不定形な細胞を内卵胞膜細胞由来とした。本研究で認められた二種類の黄体細胞も、それぞれこれらと共通する特徴を備えていた。したがって、ニホンジカにおいても黄体細胞の起源は二元的であると考えられた。さらに、形態学的な類似性と連続性ことから、排卵直後に認められた大型胞状の核を持つ細胞と小型で濃染する核を持つ細胞は、それぞれ顆粒層細胞由来の黄体細胞と内卵胞膜細胞由来の黄体細胞に対応するものと思われた。内卵胞膜細胞由来と考えられる細胞は、3月時点でほとんど認められなくなっていた。しかし、標本採取時期と標本数不足から、これらの細胞の消失過程は追跡できなかった。

3月頃から認められるようになる黄体細胞の膨化と空胞化、核濃縮は、黄体の退行がこの時期から始まることを示唆している。しかし、妊娠末期にあたる5月になっても黄体の縮小は認められないため、この退行過程はヤギ (*Capra aegagrus*) やニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) など (Harrison, 1948; 伊藤ら, 1984; 喜多ら, 1983;



Sugimura *et al.*, 1984) に比べ、細胞レベルで緩慢に進行するものと思われる。この傾向は、同じシカ科に属するオジロジカ (Haugan and Trauger, 1962 ; Sinha *et al.*, 1971) とも共通していた。5月には、膨化や空胞化、核濃縮を示す黄体細胞が散見されるため、退行はより強度に進行しているものと考えられる。

ニホンジカと近縁なアカシカでは、黄体の機能はプロゲステロン産生であり、血漿プロゲステロン濃度は分娩の約1か月前より減少することが確認されている (Adam *et al.*, 1985 ; Kelly *et al.*, 1982) 。エゾシカにおける分娩前のプロゲステロン濃度減少は、統計学的に有意とは言えない (浜, 1990) が、その傾向は認められている。これらの内分泌学的な所見は、今回得られた黄体退行を示す形態学的所見とほぼ一致している。

細動脈における弾性線維の発達は、一次黄体と副黄体の双方に認められた。これらの弾性線維は、経産歴の推定に使用可能な白体の主要成分になる (Craig, 1964 ; Sinha and Conaway, 1968 ; Sugimura *et al.*, 1984 ; Yamashita, 1960) 。したがって、ニホンジカでは、1年1頭の出産に対し複数の白体が形成されることが示唆された。本研究においても、9月に得られた卵巢で2個の退行黄体を認めている (写真 7-13) 。これらの退行黄体は、黄体細胞の遺残程度から同世代のものと思われ、組織学的にも極めて類似していた (写真 7-14) 。ニホンジカにおいて白体からの経産歴推定を行う際には、その個体群における副黄体の出現率を、割り引いて考えることが必要と思われる。

#### 7-4-5. 副黄体の由来

10月下旬に得られた排卵直後の卵巢では、副黄体は認められなかった。80%近くに達する副黄体の出現率を考慮すると、3頭から得られた根拠ではあるが、その由来を過剰排卵には求め難い。また、顆粒層基底膜の硝子様肥厚ならびにその遺残も認められなかったため、閉鎖卵胞由来と考えることも困難である。したがって、副黄体の由来は「発情性黄体の遺残」もしくは「受胎後の新規形成」かの二通りに絞られる。

アカシカやダマシカでは、発情後妊娠に至らなかった場合にはプロゲステロン値が低下 (Adam *et al.*, 1985 ; Asher *et al.*, 1986 ; Kelly *et al.*, 1982) するため、発情性黄体

の早期退行が示唆される。しかし、今回の組織学的検索の結果、ほとんどの副黄体は一次黄体と同様に健全な黄体細胞により形成され、退行した細胞を含む場合も認められなかった。したがって、ほとんどの副黄体は、受胎直後に何らかの経過で形成される「受胎後の新規形成」タイプのもものと推測される。

ただし、わずか1頭からではあるが、「発情性黄体の遺残」と思われる副黄体も見つかった。7-4-4の冒頭で触れた3月の例である。この個体の副黄体は、他方に比べ黄体細胞の退行が著しく、動脈壁の弾性線維化もほとんど認められなかった。山内ら（1984）が見出し、「時間的に近接した2回の排卵」によって形成されたと判断された黄体は、このタイプのもものと考えられた。

以上のように、副黄体と総称されるものは形態学的に二種類存在しており、それぞれ別の由来が想定された。したがって、Morrison（1960）が留意しているように、過剰な黄体を、その大きさのみから「副黄体」と一括するのは問題があると思われる。上記の想定が正しければ、受胎後の新規形成ものを「機能性副黄体」、発情性黄体の遺残と考えられるものを「発情黄体性副黄体」と呼称することができる。この名称の妥当性を評価するためには、交尾期から妊娠初期にかけて得られた、多数の卵巢を検索することが必要であろう。同時に、発情性黄体の退行過程も追跡しなければならないと考えられる。

## 7-5. 小括

本章では、95頭（北海道産50頭、兵庫県産45頭）のメスにおいて妊娠状況を調べ、124頭（北海道産62頭、兵庫県産62頭）の卵巢で肉眼的・組織学的観察を行った。さらに、第4章で算出した推定受胎日も加味し、メスの繁殖について総合的に検討したところ、次の14項目が明らかになった。

- 1) 高質個体群のニホンジカでは、ほとんどのメスは1歳で性成熟に達し、初回妊娠に至る。

- 2) 高質個体群における性成熟後の妊娠率は極めて高く、研究対象としたいずれの個体群でも95%以上に達していた。
- 3) 2) により、性成熟後のニホンジカはほぼ毎年妊娠し、胚の早期死滅や流産はまれであると考えられた。
- 4) 1) ~ 3) に記した繁殖学的特性は、個体群の質による影響を受け、その変化は1歳の妊娠率に最初に現われるものと考えられる。
- 5) 第4章で得られた推定胎齢により、道東地域のエゾシカの受胎日は10月7日から1月17日の範囲で変異すると考えられる。平均推定受胎は、1歳で11月14日、2歳以上で10月24日と算出された。
- 6) 5) における受胎日の変異は、おもに1歳に見られる大きな変異に原因していた。
- 7) 5) の結果と妊娠期間とから、道東地域のエゾシカの出産は5月26日から9月5日の範囲で起こるものと推定された。平均推定出産日は、1歳で7月3日、2歳以上で6月12日と算出された。
- 8) 副黄体の出現率は80%近くに達するが、1個体に2個以上出現することはまれである。
- 9) 8) の出現率には、妊娠初期の段階で達していると考えられた。
- 10) ほとんどの副黄体は一次黄体と同様の形態をしていたため、共同して機能しているものと考えられた。
- 11) ニホンジカの黄体細胞は、顆粒層細胞と内卵胞膜細胞との双方から由来する二元的なものと考えられた。
- 12) ニホンジカにおける黄体退行は、妊娠期間中から緩慢に進行する。したがって、妊娠中は、黄体の大きさを減じるには至らない。
- 13) 細動脈壁の弾性線維化は、副黄体にも認められる。そのため、これらも白体として遺残するものと考えられる。
- 14) 副黄体の由来には、「発情性黄体の遺残」ならびに「受胎後の新規形成」の二種類が想定され、今回検索したほとんどの副黄体は後者であると考えられた。

## 第8章：総括

### 8-1. 本研究の要約

本研究は、ニホンジカの成長と繁殖生理に関わる特性を明らかにし、野生個体群の適切な保護管理に寄与することを目的とした。材料には、有害鳥獣駆除や学術研究捕獲、交通事故などによる死亡個体（北海道斜里町産、同足寄町産、同音別町産ならびに兵庫県中部産）および生体捕獲の個体（北海道洞爺湖中島産）を用い、主として体格や生殖器、胎子に対する形態学的な検索を行った。また、野生動物の研究に不可欠な化学的不動化（いわゆる麻酔）技術を確立するため、北海道洞爺湖中島の野生個体を対象に塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法を試行した。

以下、得られた知見について要約する。

- 1) 25頭の野生個体を対象にした不動化実験の結果、塩酸キシラジン-塩酸ケタミン混合法はエゾシカの不動化に適切であり、塩酸トラゾリンの投与は不動化からの回復を早めるものと考えられた。しかし、この方法におけるエゾシカの影響性は、性や精神状態に影響される傾向があった。
- 2) 90頭のエゾシカ胎子に対し、外部形態の計測と肉眼的観察を行った結果、性比は統計的に1:1であり、双胎は稀であることが確認された。胎齢T（日）と胎子体重W（g）、胎子後足長H（cm）との間には、 $T = \{(W)^{1/3} + 2.730\} / 0.091$ ならびに  $T = (H + 11.357) / 0.172$  の関係式が成り立っていた。これらの関係式をもとにエゾシカの胎齢を推定した結果、およそ100日におよぶ受胎日の変異（10月7日頃から翌年の1月17日頃までの間）が示された。また、胎子の皮膚における斑紋と被毛の出現

過程を応用し、体表の観察によるおおまかな胎齢推定も可能であった。

- 3) 299頭のエゾシカにおいて外部形態の計測を行った結果、成熟個体での体長と体高、後足長、体重（秋期）の平均は、オスでそれぞれ110.32cm、106.20cm、52.83cm、131.55kg、メスでそれぞれ101.57cm、94.60cm、49.24cm、86.36kgに達していた。体重は顕著な季節変動を示し、冬期間の減少率は、成獣オスで29.5%、成獣メスで25.4%におよんでいた。枝角は4歳まで年々大きくなり、それ以後の平均角長は65.09cm、平均角幅は61.67cmに達していた。これらは、高質個体群におけるエゾシカの特徴と考えられるため、個体群モニタリングの際の基準値として用いることが可能である。
- 4) オスの季節繁殖性を明らかにするため、150頭から得た精巣（うち37頭はbiopsyにより一部組織を採取した）について肉眼的・組織学的観察を行った。生体捕獲した33頭では、血漿テストステロン濃度も測定した。その結果、精巣と精巣上体は交尾期にあたる10月から11月頃に最も発達し、5月から6月に最小となることが示された。精巣上体管内の精子の存在から、オスの受精能力は9月から4月にかけて保持されるものと考えられた。血漿テストステロン濃度は、精巣の季節性と対応し、10月に最高値を、6月に最低値を示した。しかし、得られた血漿テストステロン濃度には、pulsatile secretionに原因すると思われる大きな変異が観察された。
- 5) 173頭の頭蓋骨で枝角を観察した結果、3～4歳以上の袋角は9月に枯角となり、4月頃には脱落することが示された。枯角の保持期間は、繁殖能力の維持期間と一致していた。しかし、若齢個体の枝角サイクルは、成獣に比べやや遅れる傾向にあることが確かめられた。
- 6) 95頭（北海道産50頭、兵庫県産45頭）のメスで妊娠状況を調査した結果、ほとんど

のメスは1歳で性成熟に達し、妊娠していた。1歳以上の妊娠率も極めて高い（95%以上）ことから、メスは毎年妊娠し、胚の早期死滅や流産は稀であると考えられた。これらは良好な栄養状態にある高質個体群で得られた結果であるため、個体群の質の低下が起これば1歳の妊娠率は下がると予想された。また、推定受胎日の変異は、ほとんどが1歳の個体によることも確認された。推定受胎日から算出した出産期は、5月下旬から9月上旬までの範囲で変異していた。

- 7) 124頭（北海道産62頭、兵庫県産62頭）から得た卵巢で、肉眼的・組織学的観察を行った結果、ニホンジカの黄体細胞は顆粒層細胞と内卵胞膜細胞とに由来する二元的なものと考えられた。妊娠個体の卵巢には、70～80%の割合で副黄体が出現していた。副黄体の組織像は、一次黄体のものと極めて類似するが多いため、両者は共同して機能しているものと推察された。副黄体の由来には、「発情性黄体の遺残」ならびに「受胎後の新規形成」の二通りが想定され、後者がほとんどを占めることが示唆された。また、秋に得られた卵巢において、同世代と思われる2個の退化黄体が観察されたため、副黄体も白体として遺残すると考えられた。

## 8-2. 本研究の問題点と今後の課題

### 8-2-1. 繁殖生理学的研究に関連して

本研究は、死亡した野生個体を中心に用いている。このような「横断的」手法では、ある現象の過程を経時的に追跡することは困難である。したがって、本論文においても、ニホンジカ研究者の長年の懸念であった発情周期の長さ、発情持続時間ならびに正確な妊娠期間について言及できなかった。さらに、材料の多くを有害鳥獣駆除や狩猟に依存したため、標本の不足や季節的欠落、死後変化の進行という問題点もあった（第5章；第6章；第7章）。

動物の内分泌機構は、不動化薬の投与や捕獲時のストレスによって劇的に変化する。事実、Gizejewski（私信）は、不動化薬を投与したアカシカでは排卵が遅れることを確認している。したがって、血中ホルモン濃度を測定する場合は不動化を行わず、しかも安静状態で採血することが望ましい。第6章で得られた血漿テストステロン濃度には、不動化薬やストレスの影響が含まれている可能性が高い。

血漿テストステロン濃度では、一部の時期の変動係数が100%以上におよんだという問題点も指摘される（第6章）。これは、生体捕獲の野生個体が材料のため一回の採血しか行えず、分単位で変動する血漿テストステロン濃度に対応できなかったことによると思われる。現在の内分泌学における世界的レベルを考えると、pulsatile secretionを考慮できない研究手法では、必然的に論議の幅に限界が生じる。

以上の3点が、本研究における手法上の問題点である。これらの問題点を解決する方法は、飼育個体を研究に用いることである。ただし、飼育個体であっても、採血などの際に不動化の必要がないように馴化されている必要がある。中国やポーランドなどでは、新生子の人工哺乳によってこの問題を解決し、研究の精度を上げている（Gizejewski、私信）。飼育個体においては、発情周期の長さや発情持続時間、正確な妊娠期間、季節ごとの標準的なホルモン濃度などが、最初に確認すべき事項である。このような飼育個体からのデータは、野外で得られた内分泌学的情報を解釈する際にも不可欠であると考えられる。

飼育個体を用いることにより、精密な不動化の実験も可能となる。これによって、第3章で指摘した問題点（性差や年齢差、精神状態の差などによる影響）も、解決できると思われる。

副黄体の由来については、仮説を提示した段階にとどまった。しかし、その多くは妊娠の初期、エゾシカでは10月から11月に出現することが確認されている（第7章）。したがって、この時期の卵巣を集中的に観察することにより、副黄体の形成過程を押さえることが可能と思われる。これにより、第7章で提案した副黄体の「名称」に関する問題も解決する。飼育個体群が確立され、超音波診断装置や腹腔鏡による副黄体形成過程

の観察と血中ホルモン濃度の測定とを併用ができれば、その機能についても言及が可能である。副黄体の外科的切除も、興味ある実験課題のひとつである。また、副黄体も白体として遺残する可能性がある（第7章）ため、その退行過程の追跡も重要な課題となり得る。

#### 8-2-2. 保護管理への応用に関連して

野生動物の保護管理を目的とする調査は、その正確性もさることながら、コストと労力の軽減も重要な課題である。なぜならば、各地で刻々と変化する生息状況に対応する必要から、できるだけ多くの個体群を対象に、継続した調査を行わねばならないためである。そこで以下の提言は、「コストと労力の軽減」も考慮に入れて論じることとする。

ニホンジカの場合も、1歳の妊娠率が個体群の状況を敏感に反映することが示唆された（第7章）。したがって、個体群のモニタリングでは、1歳の妊娠率に注目することで、より早く変化の兆候を把握できるであろう。さらに、1歳特有の受胎日の変異も確認されている。この変異は個体群の質や栄養状態を反映している可能性が高い（第4章；第7章）ため、今後は1歳の妊娠率のみならず、受胎日の変異にも注目する必要がある。

最も遅く受胎した個体でも3月には胎子の肉眼的確認が可能となり（最も遅い推定受胎日が1月17日で、胎子が肉眼的に見えるまでには30日以上を要するため）、出産が始まるのは5月下旬以後であることも明らかにされた（第4章；第7章）。したがって、北海道では、3月から5月中旬までが、妊娠状況による個体群モニタリング調査の適期であることが示された。この時期に調査を行うことにより、胎子の未発達や出産による妊娠の見落としがなくなり、受胎日変異の情報も漏れなく得ることができる。

体サイズ、成長速度ならびに性的二型の程度も、個体群の質を反映することが示された（第5章）。しかし、これらのデータを得るには捕獲作業が前提となり、多大なコストと労力が必要とされる。さらに、成獣においては変化の現われる部位が限られる。したがって、体サイズを用いる調査は、何年かに一度、若齢個体を中心に行うのが現実的と考えられる。



なお、繁殖や体格、成長と、それらに影響する個体群の質や環境要因との関連を論じるためには、実験的研究も不可欠となってくる。8-2-1で述べた飼育個体群を設定する場合は、より野生に近い環境を用意し、実際の生息環境変化を想定した操作を可能にすることが望ましい。

近年は、尿中に含まれるコルチゾール量を用い、個体群の質を推定する方法が試行されている (Saltz and Cook, 1993 ; Saltz and White, 1991a)。血中と尿中のコルチゾール濃度は連係し、その濃度が生息環境や密度、0歳の生存率に関係しているためである (Miller *et al.*, 1991 ; Saltz and White, 1991b ; Saltz *et al.*, 1992)。排出尿を用いることができれば、捕獲の労力を省くことができるため、ニホンジカにおいても早急に試用する価値がある。さらに、近年では糞尿中のエストロゲンやプロゲステロン量により、繁殖のモニタリングが可能であることも報告されている (Monfort *et al.*, 1993)。危機的な個体群の存在も考慮すると、捕獲に頼らないモニタリング方法として、尿や糞を利用する手法の確立も重要な課題である。

上記の点に留意し継続的な調査を行うことで、保護管理に必要な繁殖や成長に関するデータを、正確かつ迅速に得ることが可能になると考えられる。

## 謝 辞

本研究は、次に挙げる方々のご協力とご好意がなければ為し得なかった。稿を終えるにあたり、深く感謝の意を表します。

北海道大学の金川弘司教授、杉村誠教授、前出吉光教授（以上獣医学部）ならびに大泰司紀之助教授（歯学部）からは終始有益なご助言を賜り、本稿のご校閲もして頂いた。日本獣医畜産大学の和秀雄教授と北海道環境科学研究センターの梶光一博士は、本研究を始める機会を与えて下さり、計画の立案ならびに実行にあたっては、ひとかたならぬご助力を頂いた。また、帯広畜産大学の山下忠幸教授からは、組織標本の観察に関して有益なご示唆を頂いた。

標本の収集にあたっては、北海道庁と各支庁、北海道環境科学研究センター、足寄町役場、虻田町役場、音別町役場、斜里町役場、斜里町立知床博物館、九州大学北海道演習林、東京大学農学部附属演習林北海道演習林、洞爺湖汽船株式会社（以上北海道内）、兵庫県林業センター、朝来町役場、生野町役場、大屋町役場、山東町役場、養父町役場、八鹿町役場、和田山町役場（以上兵庫県内）に便宜をはかって頂いた。北海道猟友会足寄支部、同浦幌支部、同音別支部、同斜里支部、同美幌支部、同富良野支部ならびに兵庫県猟友会の皆様には、貴重な標本を提供して頂いた。

美幌博物館の宇野裕之氏、農林水産省森林総合研究所の小泉透博士、東京大学農学部の芝野伸策氏、中川元氏と山中正実氏をはじめとする知床自然センターの皆様、日本獣医畜産大学の羽山伸一博士、東英生氏をはじめとする野生動物保護管理事務所の皆様、北海道環境科学研究センターの間野勉博士ならびに北海道大学農学部の矢部恒晶氏からは、豊富なフィールド・ワークの経験を生かし、標本収集のご協力と研究上のご助言を頂いた。また、大阪府立大学、帯広畜産大学、東京農工大学、日本獣医畜産大学、北海道大学および酪農学園大学の学生と大学院生の諸氏にも、標本収集をはじめさまざまなお支援を頂いた。

さらに、北海道大学歯学部の吉田重光教授、八谷昇氏ならびに寺崎純子氏からは、終始ご援助と励ましを頂いた。

最後に私事ではあるが、不規則となりがちな研究生活を支えてくれた妻・和枝と愛犬・竜ノ介（パグ）にも、最大限の感謝を捧げたい。

## 引用文献

- Adam, C. L. 1992. Impact of melatonin on time of breeding in farmed red deer. pp. 300-305. *In: The Biology of Deer* (Brown, R. D. ed.), Springer-Verlag, New York.
- Adam, C. L., Moir, C. E. and Atkinson, T. 1985. Plasma concentrations of progesterone in female red deer (*Cervus elaphus*) during the breeding season, pregnancy and anestrus. *J. Reprod. Fert.* 74: 631-636.
- Anderson, A. E. 1981. Morphological and physiological characteristics. pp. 27-98. *In: Mule and Black-Tailed Deer of North America* (Wallmo, O. C. ed.), Univ. of Nebraska Press, Lincoln.
- Armstrong, N., Chaplin, R. E., Chapman, D. I. and Smith, B. 1969. Observation on the reproduction of wild and park female fallow deer (*Dama dama*) in Southern England. *J. Zool. Lond.* 158: 27-37.
- Asher, G. W., Barrell, G. K. and Peterson, A. J. 1986. Hormonal changes around oestrus of farmed fallow deer, *Dama dama*. *J. Reprod. Fert.* 78: 487-496.
- Bailey, J. A. 1984. Principles of Wildlife Management, John Wiley & Sons, New York.
- Ballard, W. B., Whiteman, J. S. and Reed, D. J. 1991. Population dynamics of moose in south-central Alaska. *Wildl. Monogr.* 114: 5-49.
- Bartos, L. 1985. Social activity and the antler cycle in red deer stags. pp. 269-272. *In: Biology of Deer Production* (Fennessy, P. F. and Drew, K. R. eds.), The Royal Society of New Zealand, Wellington.
- Blaxter, K. L. and Hamilton, W. J. 1980. Reproduction in farmed red deer: 2. Calf growth and mortality. *J. Agric. Sci.* 95: 275-284.
- Bronson, F. H. 1989. Mammalian Reproductive Biology, The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Bubenik, G. A., Schams, D. and Leatherland, J. F. 1985. Seasonal rhythms of prolactin and its role in the antler cycle of white-tailed deer. pp. 257-262. *In: Biology of Deer Production* (Fennessy, P. F. and Drew, K. R. eds.), The Royal Society of New Zealand, Wellington.
- Case, D. J. and McCullough, D. R. 1987. The white-tailed deer of North Manitou Island. *Hilgardia* 55: 1-57
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Population, John Wiley & Sons, Chichester.
- Cederlund, G. N., Bergstrom, R. J., Stalfelt, F. V. and Danell, K. 1986. Variability in mandible marrow fat in 3 moose populations in Sweden. *J. Wildl. Manage.* 50: 719-726.
- Cederlund, G. N., Bergstrom, R. J., Stalfelt, F. V. and Danell, K. 1989. Seasonal variation in mandible marrow fat in moose. *J. Wildl. Manage.* 53: 587-592.
- Chapman, D. I. and Chapman, N. G. 1971. Further observations on the incidence of twins in roe deer, *Capreolus capreolus*. *J. Zool. Lond.* 165: 505-509.
- Chapman, D. I. and Chapman, N. G. 1975. Fallow Deer, Terence Dalton Limited, Lavenham.
- Chapman, D. I. and Horwood, M. T. 1968. Pregnancy in sika deer calf, *Cervus nippon*. *J. Zool. Lond.* 155: 227-228.
- Clark, J. J. and Cummins, J. T. 1982. The temporal relationship between gonadotrophin releasing hormone [GnRH] and luteinizing hormone [LH] secretion in ovariectomized ewes. *Endocrinology* 111: 1737-1739.
- Clutton-Brock, T. H. and Albon, S. D. 1989. Red Deer in the Highlands, BSP Professional Books, Oxford.
- Clutton-Brock, T. H., Albon, S. D. and Harvey, P. H. 1980. Antlers, body size and breeding group size in the Cervidae. *Nature* 285: 565-567.
- Clutton-Brock, T. H., Guinness, F. E. and Albon, S. D. 1982. Red Deer, The Univ. Chicago Press, Chicago.
- Cockerill, R. A. 1984. Deer. pp. 520-529. *In: The Encyclopedia of Mammals: 2* (Macdonald, D. ed.), George Allen & Unwin, London.
- Conly, W. (野生動物保護管理事務所訳) 1992. 個体群モデル. pp. 259-272. 大型哺乳類の生態と保護・管理 (Schmidt, J. L. and Gilbert, D. L. 編), 文一総合出版, 東京.
- Craig, A. M. 1964. Histology of reproduction and the estrus cycle in the female fur seal, *Callorhinus ursinus*. *J.*

*Fish Res. Bd. Canada* 21: 773-811.

- Dasmann, R. F. (丸山直樹, 羽澄俊裕, 羽澄ゆり子, 福島成樹共訳) 1984. 野生動物と共存するために, 海鳴社, 東京.
- DelGiudice, G. D., Mech, L. D., Paul, W. J. and Karns, P. D. 1986. Effect on fawn survival of multiple immobilizations of captive pregnant white-tailed deer. *J. Wildl. Dis.* 22: 245-248.
- Douglas, M. J. W. 1966. Occurrence of accessory corpora lutea in red deer, *Cervus elaphus*. *J. Mammal.* 47: 152-153.
- Feldhamer, G. A., Stauffer, J. R. and Chapman, J. A. 1984. Body morphology and weight relationship of sika deer in Maryland. *Zeits. Saugetierkunde* 50: 88-106.
- Fennessy, P. F., Mackintosh, C. G., Shackell, G. H. and Whaanga, A. J. 1991. Artificial insemination and synchronized natural breeding in red deer. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 51: 327-331.
- Flowerdew, J. R. 1987. Mammals: Their reproductive biology and population ecology, Edward Arnold, London.
- Fuller, T. K. 1990. Dynamics of a declining white-tailed deer population in north-central Minnesota. *Wildl. Monogr.* 110: 5-37.
- 古林(賢), 丸山(直) 1977. 丹沢山塊札掛におけるシカの食性. 哺乳動物学雑誌 7: 55-62.
- Ginsberg, J. R. and Huck, U. W. 1989. Sperm competition in mammals. *Trends Ecol. Evol.* 4: 74-79.
- Goss, R. J. and Rosen, J. K. 1973. The effect of latitude and photoperiod on the growth of antlers. *J. Reprod. Fert. (Suppl.)* 19: 111-118.
- Guinness, F. E., Albon S. D. and Clutton-Brock, T. H. 1971. Factors affecting reproduction in red deer (*Cervus elaphus*) hinds on Rhum. *J. Reprod. Fert.* 54: 325-334.
- 浜(夏) 1990. 雌エゾシカにおける超音波による妊娠診断, 胎子成長および血清プロゲステロン値の測定に関する研究. 北海道大学獣医学部卒業論文.
- 浜(夏), 山形(洋), 金川(弘), 坪田(敏), 梶(光) 1989. エゾシカにおける超音波診断装置による妊娠診断. 哺乳類科学 29: 73.
- 浜(夏), 坪田(敏), 鈴木(正), 梶(光) 1991. 洞爺湖中島のエゾシカ個体群における超音波診断機による妊娠診断. 日本哺乳類学会1991年度大会予稿集: 68.
- Hamilton, W. J. and Blaxter, K. L. 1980. Reproduction in farmed red deer: 1. Hind and stag fertility. *J. Agric. Sci.* 95: 261-273.
- Harrison, R. J. 1948. The changes occurring in the ovary of the goat during the estrus cycle and in early pregnancy. *J. Anat.* 82: 21-48.
- 橋崎(文), 成島(悦), 河野(典), 田代(和) 1980. 多摩動物公園における草食獣のキシラジン・塩酸ケタミン混合麻酔について. 動水誌 22: 23-26.
- Haugan, A. O. and Trauger, D. L. 1962. Ovarian analysis for data on corpus luteum changes in white-tailed deer. *Iowa Acad. Sci.* 69: 231-238.
- Haugen, A. O. 1975. Reproductive performance of white-tailed deer in Iowa. *J. Mammal.* 56: 151-159.
- 北海道 1991. 野生動物分布等実態調査報告書, 北海道保健環境部自然保護課, 札幌.
- 北海道 1992. 野生動物分布等実態調査報告書, 北海道保健環境部自然保護課, 札幌.
- 星(修), 山内(亮) 1982. 新版家畜臨床繁殖学, 浅倉書店, 東京.
- Huggett, A. S. G. and Widdas, W. F. 1951. The relationship between mammalian foetal weight and conception date. *J. Physiol.* 114: 306-317.
- 飯村(武) 1980. シカの生態とその管理. 大日本山林会: 38-39.
- 石居(進) 1975. 生物統計学入門, 倍風館, 東京.
- 伊藤(嘉) 1982. 社会生態学入門, 東京大学出版会, 東京.
- 伊藤(良), 喜多(功), 千葉(敏), 杉村(誠) 1984. ニホンカモシカ妊娠黄体の退縮過程に関する組織学的観察. 岐阜大農研報 49: 273-282.

- Jacobsen, N. K., Armstrong, W. P. and Moen, A. N. 1976. Seasonal variation in succinylcholine immobilization of captive white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 40: 447-453.
- 梶 (光) 1988. エゾシカ. pp.155-180. 知床の動物, (大泰司紀之, 中川元編), 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 梶 (光) 1990. エゾシカの現状と問題点. pp.2-11. シカ・クマ国際フォーラム北海道1990報告書, (大泰司紀之, 梶光一, 間野勉編), 野生生物情報センター, 札幌.
- Kaji, K., Koizumi, T. and Ohtaishi, N. 1988. Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition of sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. *Acta Teriol.* 33: 187-208.
- 梶 (光), 小泉 (透), 大泰司 (紀), 坪田 (敏), 鈴木 (正) 1991. ニホンジカの大量捕獲法の検討. *哺乳類科学* 30: 183-190.
- 川村 (俊) 1971. 奈良公園のシカ. pp.1-166. 日本動物記 4, (今西錦司編), 思索社, 東京.
- Kelly, R. W. and Challies, C. N. 1978. Incidence of ovulation before the onset of the rut and during pregnancy in red deer hinds. *New Zealand J. Zool.* 5: 817-819.
- Kelly, R. W., McNatty, K. P., Moore, G. H., Ross, D. and Gibb, M. 1982. Plasma concentrations of LH, prolactin, oestradiol and progesterone in female red deer (*Cervus elaphus*) during pregnancy. *J. Reprod. Fert.* 64: 475-483.
- Kelly, R. W., Fennessy, P. F., Moore, G. H., Drew, K. R. and Bray, A. R. 1987. Management, nutrition, and reproductive performance of farmed deer in New Zealand. pp. 450-460. *In: Biology and Management of the Cervidae* (Wemmer, C. M. ed.), Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C.
- Kelly, R. W., McNatty, K. P. and Moore, G. H. 1985. Hormonal changes about oestrus in female red deer. pp. 181-184. *In: Biology of Deer Production* (Fennessy, P. F. and Drew, K. R. eds.), The Royal Society of New Zealand, Wellington.
- Kirkpatrick, R. L. 1980. Physiological indices in wildlife Management. pp. 99-112. *In: Wildlife Management Techniques Manual* (Schemnitz, S. D. ed.), The Wildlife Society, Washington, D. C.
- 喜多 (功), 杉村 (誠), 鈴木 (義), 千葉 (敏) 1983. 卵巢の肉眼的所見および受胎状況からみた雌ニホンカモシカの繁殖状況. *岐阜大農研報* 48: 137-146.
- 小金沢 (正) 1989. 鹿: 人とのかかわりの歴史, 栃木県立博物館, 宇都宮.
- 小金沢 (正), 乾 (孝), 北原 (正) 1986. 日光・足尾山地のニホンジカの外部計測 (I). 栃木県立博物館研究報告書 4: 29-53.
- 河野 (典), 成島 (悦), 橋崎 (文), 田代 (和) 1981. 多摩動物公園におけるシロオリックスのキシラジン・ケタミン混合麻酔実施例. *動水誌* 23: 41-45.
- Koike, H. and Ohtaishi, N. 1985. Prehistoric hunting pressure estimated by the age composition of excavated sika deer (*Cervus nippon*) using the annual layer of tooth cement. *J. Archaeol. Sci.* 12: 443-456.
- 小泉 (透) 1988. エゾシカの管理に関する研究. 北海道大学農学部演習林研究報告 45: 127-186.
- Koizumi, T. 1991. Reproductive characteristics of female sika deer, *Cervus nippon*, in Hyogo Prefecture, Japan. *Ongules/Ungulates* 91: 561-563.
- 小松 (守) 1981. ニホンシカに対する臭化パンクロニウムの効果について. *動水誌* 23: 6-8.
- Kreeger, T. J., DelGiudice, G. D., Seal, U. S. and Karns, P. D. 1986. Immobilization of white-tailed deer with xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride and antagonism by tolazoline hydrochloride. *J. Wildl. Dis.* 22: 407-412.
- Krzywinsky, A. 1987. Artificial insemination and embryo transfer in deer: Applying these methods for propagating endangered species. pp. 123-144. *In: Biology and Management of the Cervidae* (Wemmer, C. M. ed.), Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C.
- 工藤 (規), 大泰司 (紀) 1977. エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis* Heude) の生体及び臓器計測値. *哺乳動物学雑誌* 7: 86.
- Leader-Williams, N. 1988. Reindeer on South Georgia, Cambridge Univ. Press, Cambridge.

- Leopold, A. 1933. Game Management, Charles Scribner's, New York.
- Lincoln, G. A. 1971a. The seasonal reproductive changes in the red deer stag (*Cervus elaphus*). *J. Zool. Lond.* 163: 105-123.
- Lincoln, G. A. 1971b. Puberty in a seasonally breeding male, the red deer stag (*Cervus elaphus*). *J. Reprod. Fert.* 25: 41-54.
- Lincoln, G. A. 1979. Pituitary control of testicular activity. *Brit. Med. Bull.* 35: 167-172.
- Lincoln, G. A. 1985. Seasonal breeding in red deer. pp. 165-179. *In: Biology of Deer Production* (Fennessy, P. F. and Drew, K. R. eds.), The Royal Society of New Zealand, Wellington.
- Lincoln, G. A. 1992. Biology of seasonal breeding in deer. pp. 565-574. *In: The Biology of Deer* (Brown, R. D. ed.), Springer-Verlag, New York.
- Lincoln, G. A. and Kay, R. N. B. 1979. Effects of season on secretion of LH and testosterone in intact and castrated red deer stags (*Cervus elaphus*). *J. Reprod. Fert.* 55: 75-80.
- Lincoln, G. A., Youngson, R. W. and Short, R. V. 1970. The social and sexual behavior of the red deer stags. *J. Reprod. Fert. (Suppl.)* 11: 71-103.
- Loudon, A. S. I. and Brinklow, B. R. 1992. Reproduction in deer: Adaptations for life in seasonal environments. pp. 261-278. *In: The Biology of Deer* (Brown, R. D. ed.), Springer-Verlag, New York.
- Maede, Y., Yamanaka, Y., Sasaki, A., Suzuki, M. and Ohtaishi, N. 1990. Hematology in sika deer (*Cervus nippon yezoensis* Heude, 1884). *Jpn. J. Vet. Sci.* 52: 35-41.
- 丸山 (直) 1981. ニホンジカの季節的移動と集合様式に関する研究. 東京農工大学農学部学術報告 23: 1-85.
- 増井 (光) 1971. 野生動物の麻酔について. 獣医麻酔 2: 51-55.
- 増井 (光), 田辺 (興), 中川 (志), 田代 (和) 1968. 動物に対する筋弛緩剤の効果 I. サクシニール コリンクロライドの効果について. 動水誌 10: 84-89.
- 増田 (泰) 1992. 捕獲エゾシカの精巣, 精巣上体, 精囊腺および精管膨大部の組織学的観察. 北海道大学獣医学部卒業論文.
- McCullough, D. R. 1979. The George Reserve Deer Herd, The Univ. Michigan Press, Ann Arbor.
- Mech, L. D., DelGiudice, G. D., Krans, P. D. and Seal, U. S. 1985. Yohimbine hydrochloride as an antagonist to xylazine hydrochloride-ketamine hydrochloride immobilization of white-tailed deer. *J. Wildl. Dis.* 21: 405-410.
- Miller, M. W., Hobbs, N. T. and Sousa, M. C. 1991. Detecting stress responses in Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*): reliability of cortisol concentrations in urine and feces. *Can. J. Zool.* 69: 15-24.
- Mirarchi, R. E., Howland, B. E., Scanlon, P. F., Kirkpatrick, R. L. and Sanford, L. M. 1978. Seasonal variation in plasma LH, FSH, prolactin and testosterone concentrations in adult male white-tailed deer. *Can. J. Zool.* 56: 121-127.
- Mitchell, B. and Lincoln, G. A. 1973. Conception dates in relation to age and condition in two populations of red deer in Scotland. *J. Zool. Lond.* 171: 141-152.
- 三浦 (慎) 1978. 奈良シカの年周期活動, I. 発情期のオスを中心に. pp. 3-14. 昭和52年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 春日顕彰会, 奈良.
- 三浦 (慎) 1980. 奈良シカの年周期活動, II. 出産期を中心に. pp. 87-94. 昭和54年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 春日顕彰会, 奈良.
- 三浦 (慎) 1986. シカ科動物の進化と社会・その課題. 哺乳類科学 53: 19-24.
- Monfort, S. L., Schwartz, C. C. and Wasser, S. K. 1993. Monitoring reproduction in captive moose using urinary and fecal steroid metabolites. *J. Wildl. Manage.* 57: 400-407.
- Morrison, J. A. 1960. Ovarian characteristics in elk of known breeding history. *J. Wildl. Manage.* 24: 297-307.
- Morrison, J. A., Charles, E. T. and Wright, P. L. 1959. Breeding season in elk as determined from known-age

- embryos. *J. Wildl. Manage.* 23: 27-34.
- Mueller, C. C. and Sadleir, R. M. F. S. 1979. Age at first conception in black-tailed deer. *Biol. Reprod.* 21: 1099-1104.
- Mullan, J. M., Feldhamer, G. A. and Morton, D. 1988. Reproductive characteristics of female sika deer in Maryland and Virginia. *J. Mammal.* 69: 388-389.
- Mundinger, J. G. 1981. White-tailed deer reproductive biology in the Swan Valley, Montana. *J. Wildl. Manage.* 45: 132-139.
- 中川 (元), 山中 (正) 1990. 国立公園における野生動物保護管理. pp. 19-24. シカ・クマ国際フォーラム北海道1990報告書, (大泰司紀之, 梶光一, 間野勉編), 野生生物情報センター, 札幌.
- 中村 (悟) 1965. エゾシカ雄の性成熟観察1例. *動水誌* 7: 106-107.
- 大泰司 (紀) 1971. エゾシカの生態. *哺乳類科学* 22: 9-18.
- 大泰司 (紀) 1980. 遺跡出土ニホンジカの下顎骨による性別・年齢・死亡季節査定法. *考古学と自然科学* 13: 51-74.
- 大泰司 (紀) 1986. ニホンジカにおける分類・分布・地理的変異の概要. *哺乳類科学* 53: 13-18.
- Ohtaishi, N. and Gao, Y. 1990. A review of the distribution of all species of deer in China. *Mammal Rev.* 20: 125-144.
- Putman, R. 1988. *The Natural History of Deer*, Christopher Helm, London.
- Ratcliffe, P. R. 1987. *The Management of Red Deer in Upland Forest*, Her Majesty's Stationery Office, London.
- Robbins, C. T. and Robbins, B. L. 1979. Fetal and neonatal growth patterns and maternal reproductive effort in ungulates and subungulates. *Am. Nat.* 114: 101-116.
- Sadleir, R. M. F. S. 1987. Reproduction of female cervids. pp. 123-144. *In: Biology and Management of the Cervidae* (Wemmer, C. M. ed.), Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C.
- Saltz, D. and Cook, D. E. 1993. Effect time and snow dilution on cortisol : creatinine ratio in mule deer. *J. Wildl. Manage.* 57: 397-399.
- Saltz, D. and White, G. C. 1991a. Urinary cortisol and urea nitrogen responses to winter stress in mule deer. *J. Wildl. Manage.* 55: 1-16.
- Saltz, D. and White, G. C. 1991b. Urinary cortisol and urea nitrogen responses in irreversibly undernourished mule deer fawns. *J. Wildl. Dis.* 27: 41-46.
- Saltz, D., White, G. C. and Bartmann, R. M. 1992. Associating urinary cortisol and urea nitrogen excretion with winter survival in mule deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 56: 640-644.
- Salwasser, H. and Holl, S. A. 1979. Estimating fetus age and breeding and fawning periods in the North Kings deer herd. *Clif. Fish and Game* 65: 159-165.
- Scanlon, P.F. and Brunjak, P. 1984. Immobilization methods. pp. 677-686. *In: White-tailed Deer* (Halls, L. K. ed.), The Stackpole Books, Harrisburg.
- Schams, D. and Barth, D. 1982. Annual profiles of reproductive hormones in peripheral plasma of the male roe deer (*Capreolus capreolus*). *J. Reprod. Fert.* 66: 463-468.
- Seal, U. S. and Bush, M. 1987. Capture and chemical immobilization of cervids. pp. 480-504. *In: Biology and Management of the Cervidae* (Wemmer, C. M. ed.), Smithsonian Inst. Press, Washington, D. C.
- 盛 (和), 1992. 梅花鹿. pp. 202-212. 中國鹿類動物, (盛和林編), 華東師範大学出版社, 上海.
- Sinha, A. A. and Conaway, C. H. 1968. The ovary of the sea otter. *Anat. Rec.* 160: 795-806.
- Sinha, A. A., Seal, U. S. and Doe, R. P. 1971. Ultrastructure of the corpus luteum of the white-tailed deer during pregnancy. *Am. J. Anat.* 132: 189-206.
- Sugimura, M., Kita, I., Suzuki, Y., Atoji, Y. and Tiba, T. 1984. Histological studies on two types of retrograde corpora lutea in the ovary of Japanese serows, *Capricornis crispus*. *Zool. Anz., Jena* 213: 1-11.
- Suttie, J. M. and Fennessy, P. F. 1992. Recent advances in the physiological control of velvet antler growth. pp. 471-486. *In: The Biology of Deer* (Brown, R. D. ed.), Springer-Verlag, New York.

- 鈴木（正），矢部（恒），山中（正），中川（元），永田（耕），赤石（朋）1989. 保護されたエゾシカの放逐とその後の経過について. 知床博物館研究報告 10: 43-49.
- 高槻（成）1992. 北に生きるシカたち, どうぶつ社, 東京.
- 瀧澤（晃），安井（圀）1979. 飼育下のホンシュウジカに関するいくつかの知見. 動水誌 21: 65-69.
- Thomas, D. C. 1982. The relationship between fertility and fat reserves of Peary caribou. *Can. J. Zool.* 60: 597-602.
- 唐原（正），小原（二），三宅（隆），安蔵（忠），斉藤（勝），成島（悦），増井（光）1974. ロンブンの2・3の動物に対する鎮静効果について. 動水誌 16: 31-34.
- Wilson, P. R. 1992. Field studies of advancing the breeding in farmed red deer using melatonin implants: two dosage regimes and the influence of the stag. pp. 313-319. *In: The Biology of Deer* (Brown, R. D. ed.), Springer-Verlag, New York.
- 矢部（恒）1990. エゾシカによる生息環境の利用と森林植生. 101回日林論: 561-563.
- Yamashita, T. 1960. Histological studies on the ovaries of sows III. *Jpn. J. Vet. Res.* 8: 221-236.
- 山内（昭），村井（敏），西谷（康）1984. 日本シカ *Cervus nippon* (奈良公園) 雄性生殖器官の組織学的研究. 家畜繁殖誌 30: 162-173.
- 山内（昭），村井（敏），田中（裕），山本（智），西谷（康）1982. 日本シカ *Cervus nippon* (奈良公園) 雄性生殖器官の組織学的研究. 家畜繁殖誌 28: 32-40.
- 山内（昭），鶴飼（剛），矢口（幹），西谷（康）1983. 日本シカ *Cervus nippon* (奈良公園) 卵巢の組織学的研究. 特に季節変化について. 家畜繁殖誌 29: 81-90.
- 米倉（督）1978. セラクタール+ケタラー混合注射麻酔法の利点について. 獣医畜産新報 678: 30-33.



# 写 真

写真 2 - 1

写真 4 - 1 ~ 2

写真 5 - 1 ~ 2

写真 6 - 1 ~ 8

写真 7 - 1 ~ 14

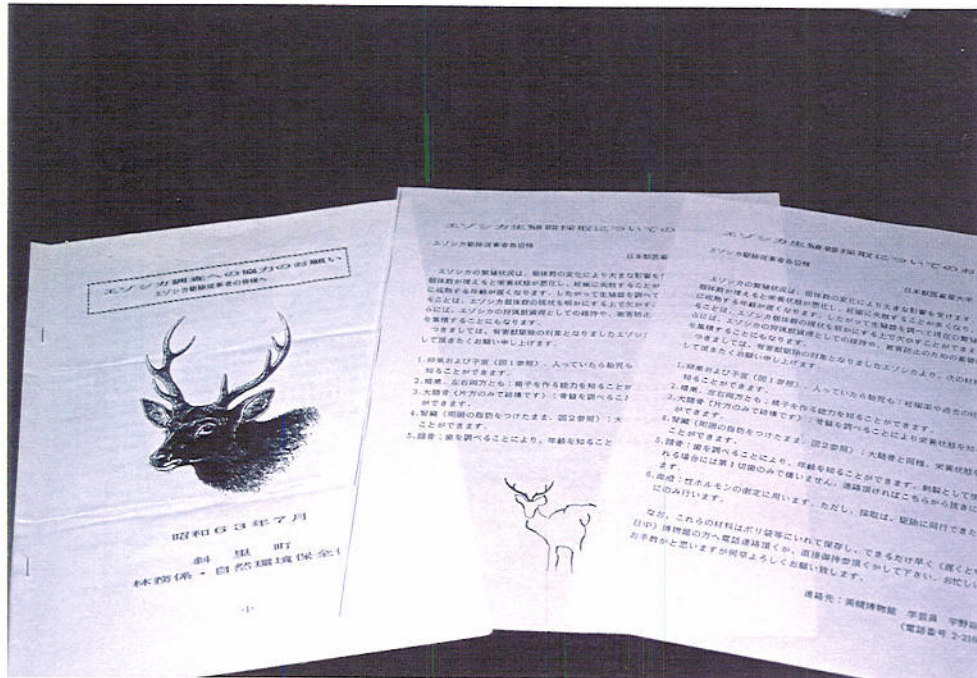


写真 2-1. 調査に先立ち、関係諸機関に配付した協力依頼書；標本回収体制に合わせ、地域ごとに作成している。

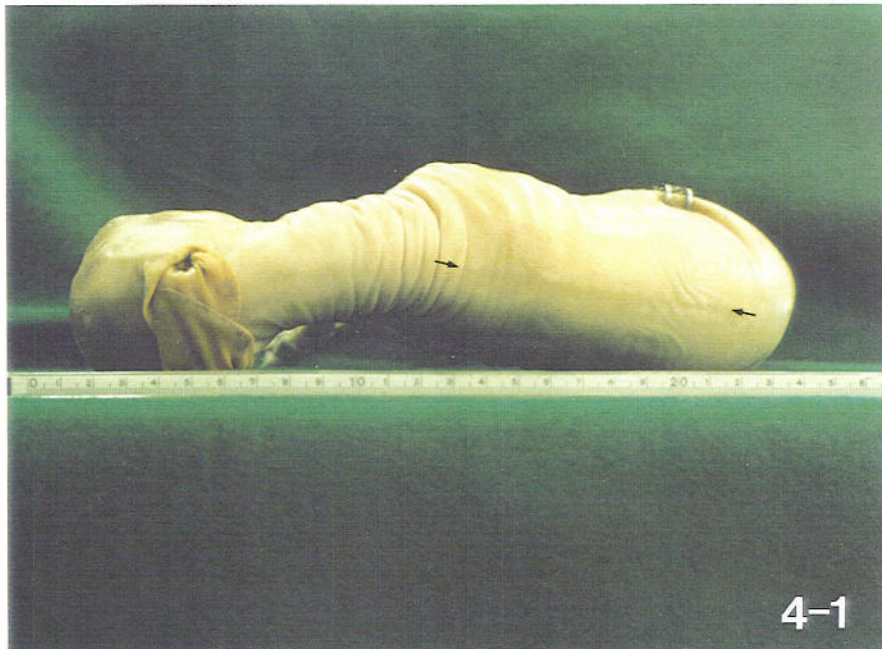


写真 4 - 1. 背側正中部（矢印ではさんだ範囲）に斑紋の出現した胎子；斑紋は最初に、この部位に出現する。ホルマリン固定標本のため、退色が著しい。

写真 4 - 2. 体側全域に斑紋の出現した胎子；体側部の斑紋は、腰部と大腿とに最初に出現し、次いで前方に広がる。

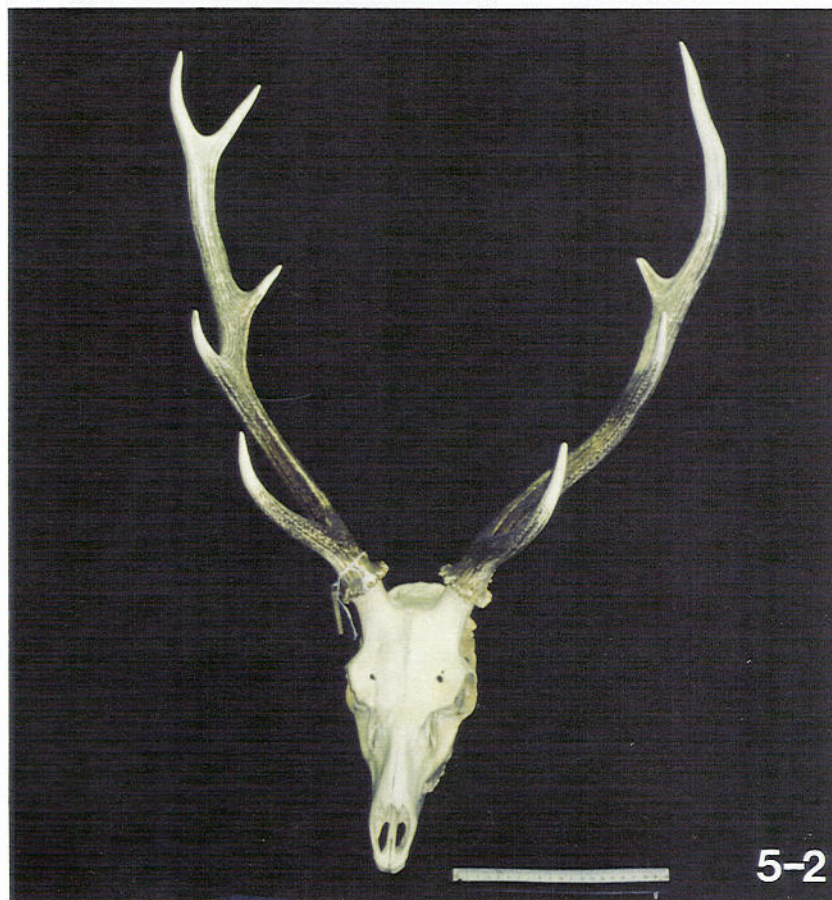
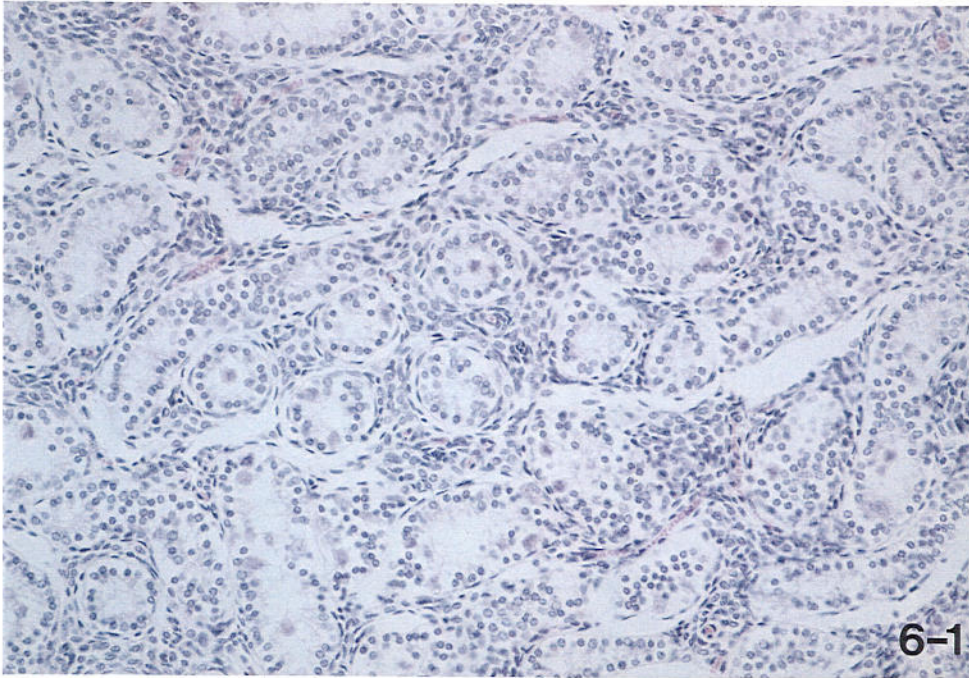
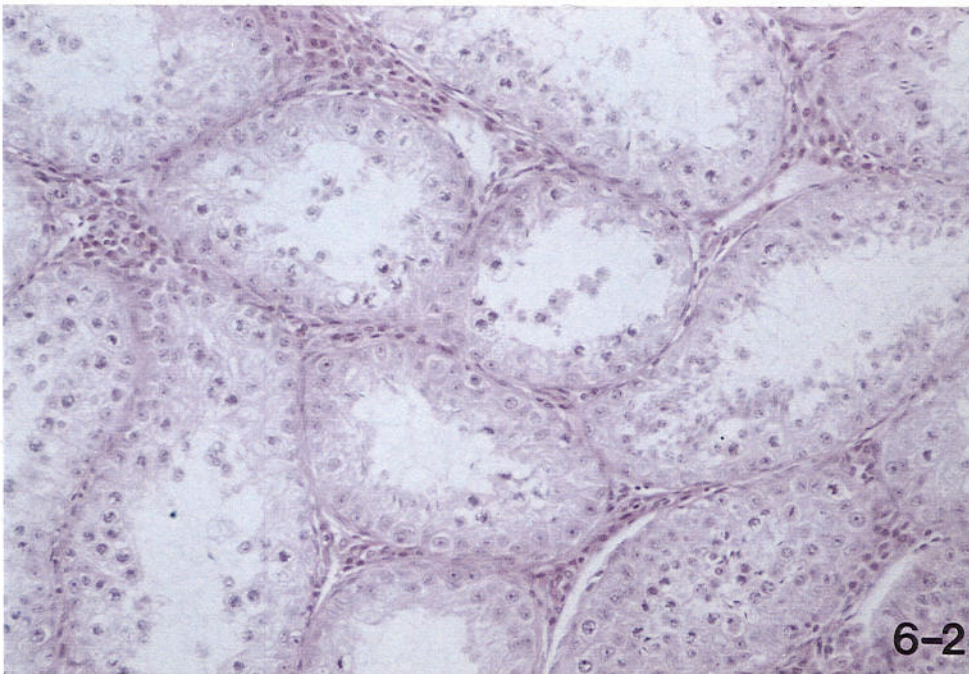


写真 5 - 1 . 不規則な形状を示す1歳の枝角 (スケールは17cm) ; 短かい角枝 (矢印) が、不規則に出現している。

写真 5 - 2 . 角枝数9本の枝角 (スケールは17cm) ; 右角の先端部が2本に分岐している。



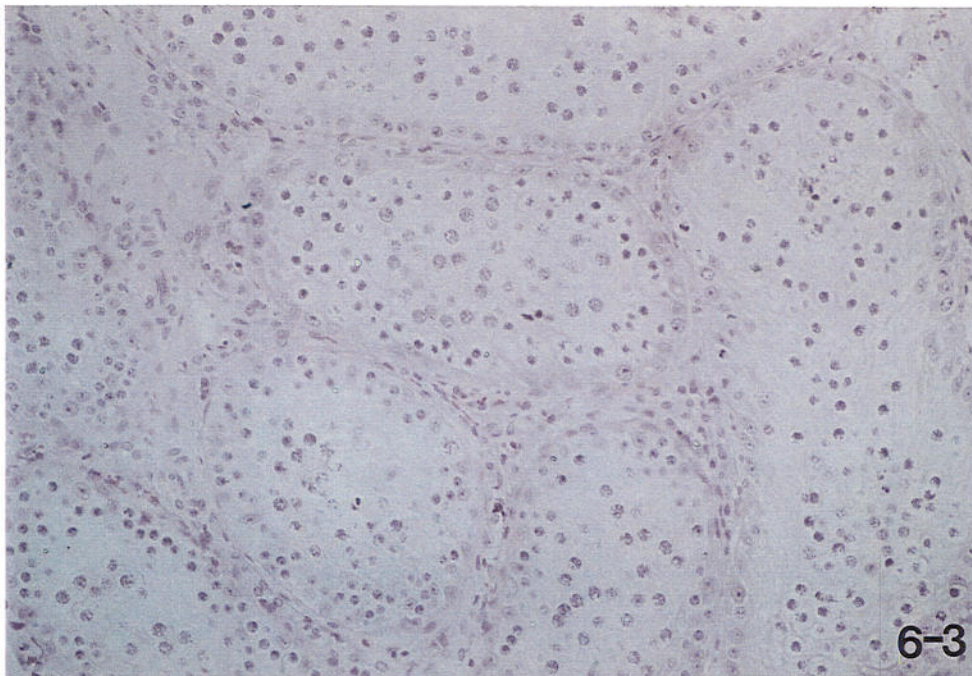
6-1



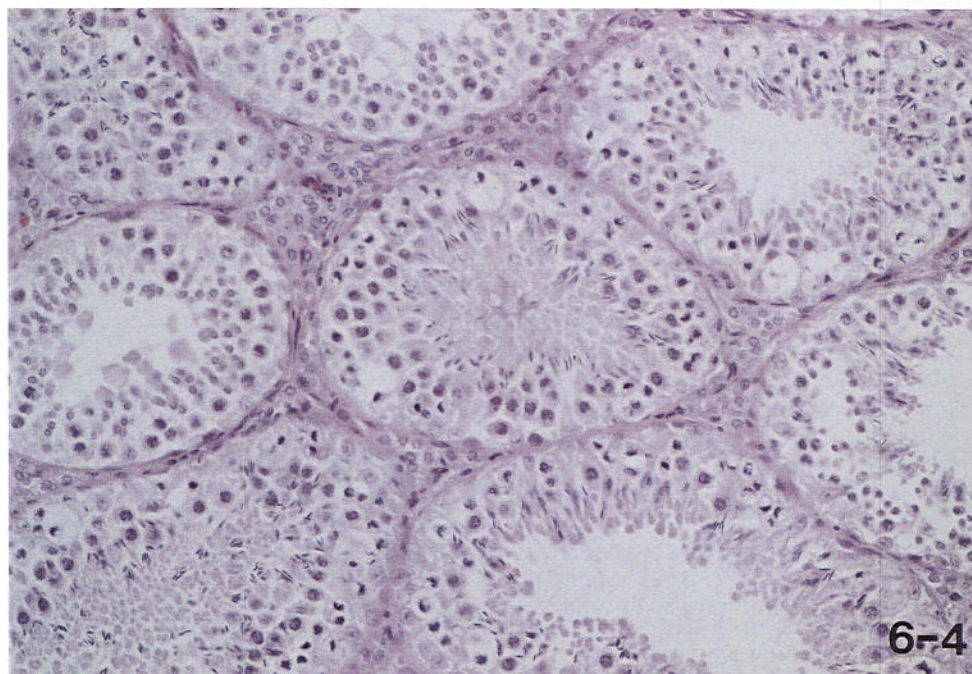
6-2

写真 6-1. 0歳の精巣の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、  
×200）；精上皮は単層で、精母細胞以上に分化した細胞は認められない。

写真 6-2. 6月の精巣の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、  
×200）；ほとんどの精上皮は単層で、精母細胞以上に分化している細胞は少ない。管腔内には、上皮より脱落した細胞も認められる。間質細胞の核は小型で濃染し、細胞質も少ない。



6-3



6-4

写真 6-3. 8月の精巣の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、 $\times 200$ ）；精上皮内には分化の進んだ細胞が多数認められ、精子形成過程が進行中であることが示されている。精細管腔は閉鎖状態にあり、間質細胞では核の大型化ならびに細胞質の拡大が認められる。

写真 6-4. 10月の精巣の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、 $\times 200$ ）；完成した精子が多数観察される。間質細胞の核は大型で淡染し、細胞質の領域も拡大している。

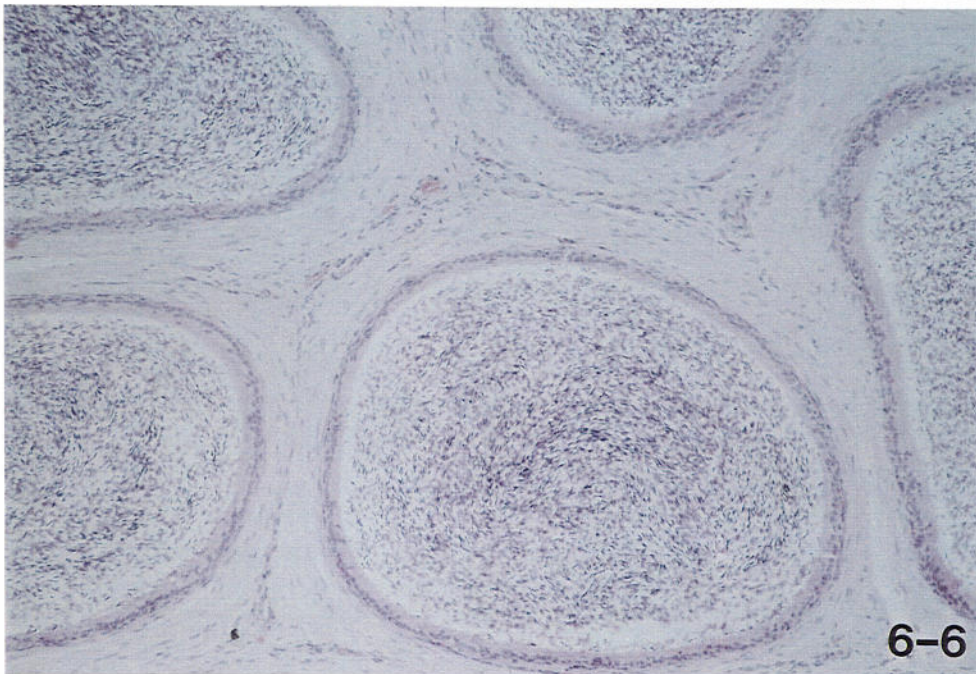
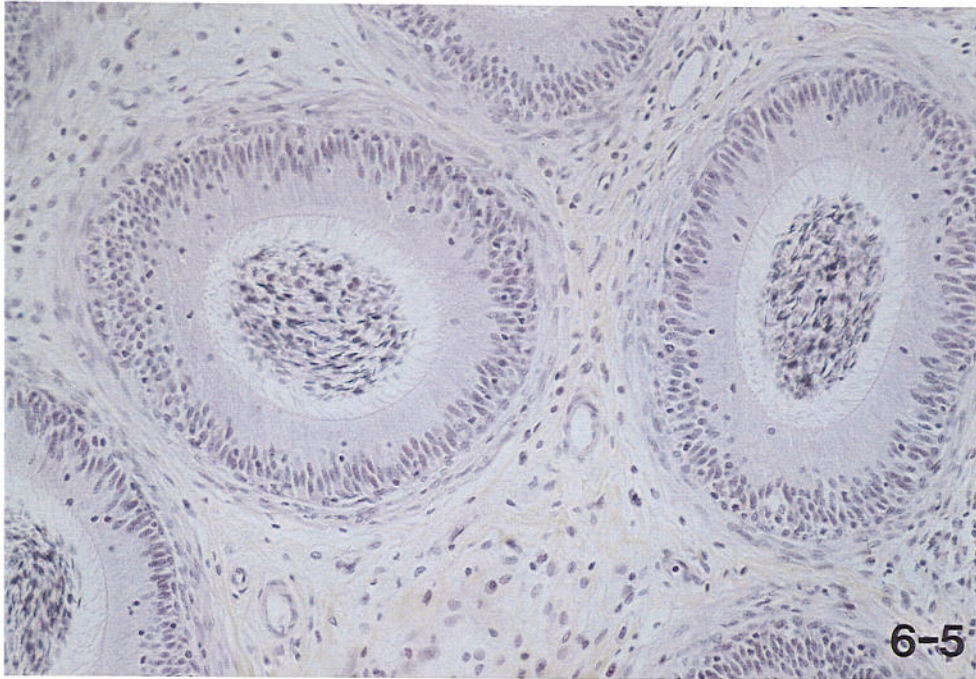


写真 6-5. 10月の精巣上部頭部の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、×200）；多数の精子が観察される。

写真 6-6. 10月の精巣上部尾部の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、×100）；多数の精子が観察される。

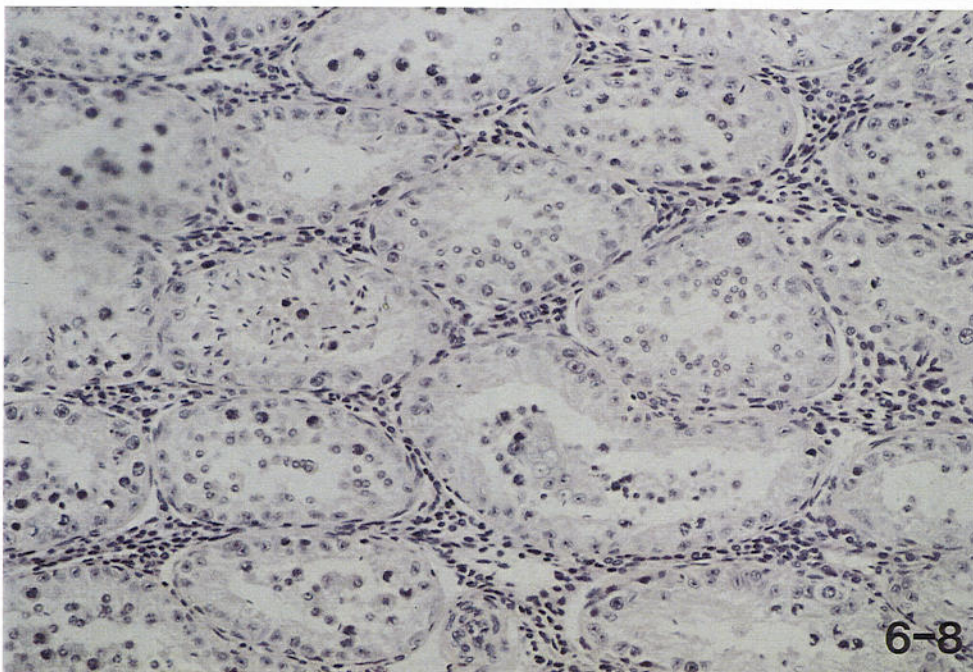
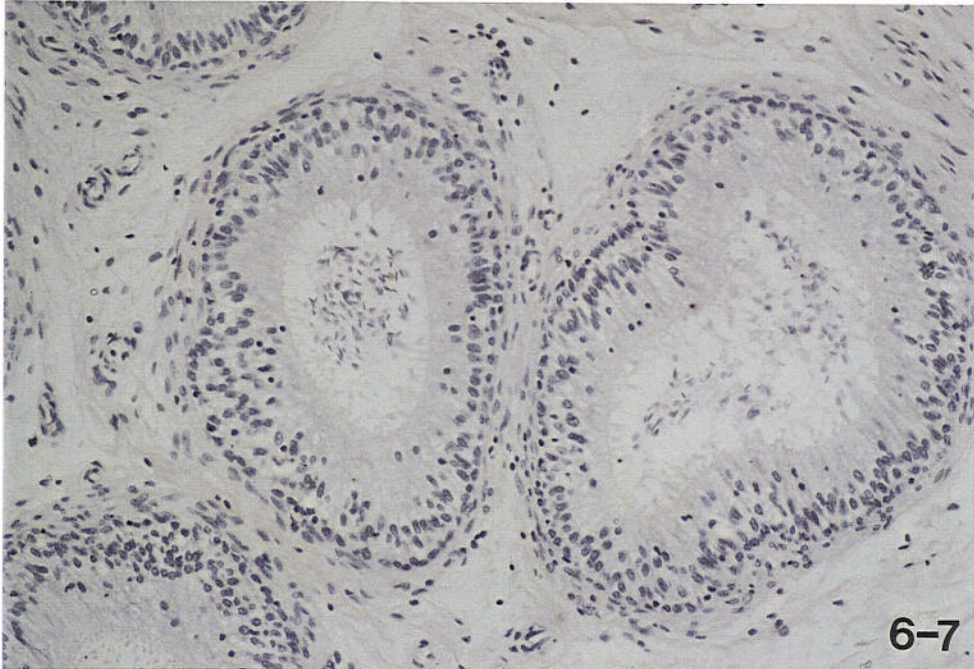


写真 6-7. 1月の精巣上部頭部の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、×200）；写真 6-5 に比べ、精子は減少している。

写真 6-8. 4月の精巣の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、×200）；精上皮は退縮し、単層となっている部分もある。管腔内には、上皮より脱落した細胞が観察される。間質細胞は小型化し、5～6月と類似した形態を呈している。



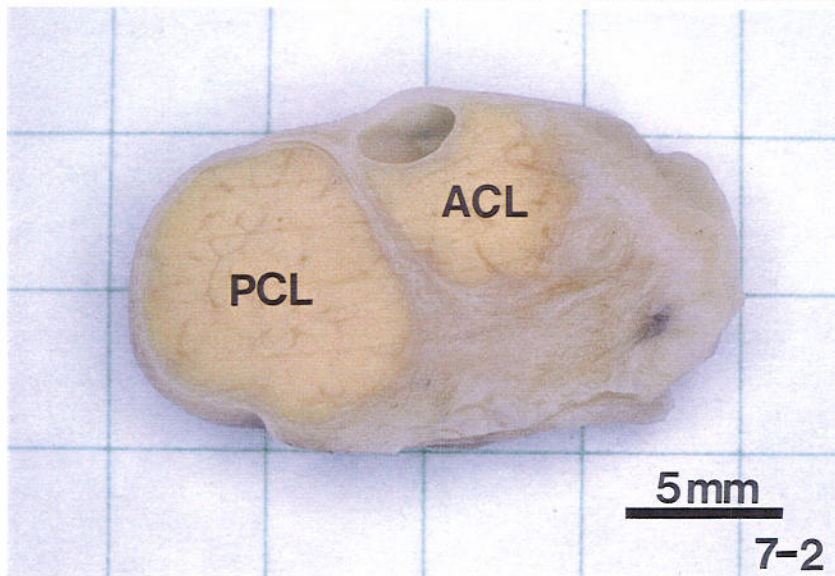
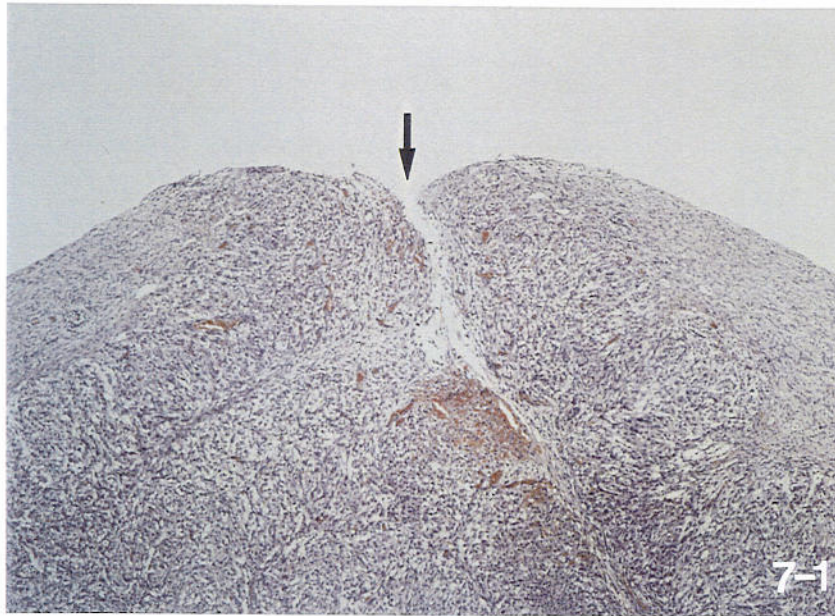
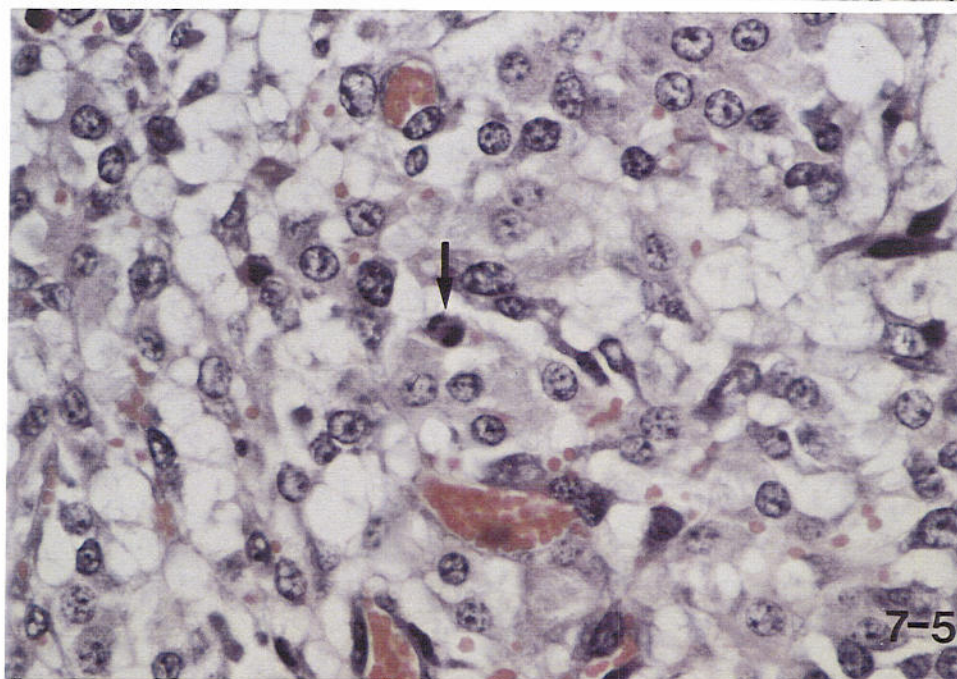
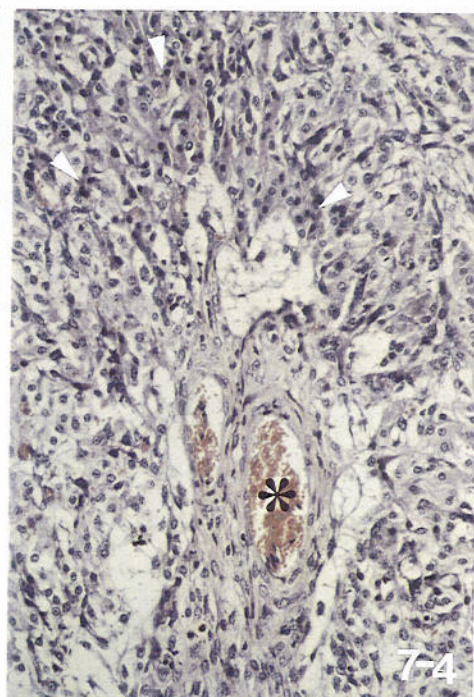
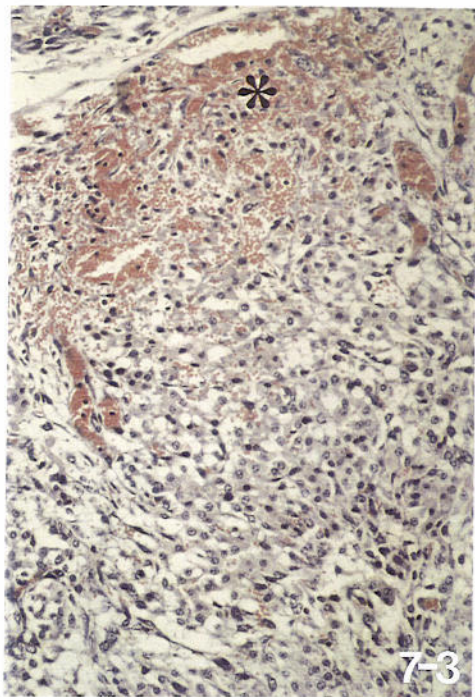


写真 7-1. 10月下旬に得られた卵巢の弱拡大（ヘマトキシリン - エオジン染色、×40）；矢印は遺残していた卵胞口を示す。

写真 7-2. 卵巢断面の肉眼的所見；PCLは一次黄体、ACLは副黄体を示す。双方の黄体の肉眼的所見は類似している。



- 写真 7-3. 10月下旬に得られた黄体の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、×140）；上部（\*）には出血の痕跡が認められる。細胞間隙は広い。
- 写真 7-4. 10月下旬の黄体の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、×140）；血管（\*）をともなう卵胞膜が、管腔内に侵入している。その週辺には、小型の核を持つ細胞（矢印）が存在する。
- 写真 7-5. 10月下旬に見られた黄体細胞の分裂像（ヘマトキシリン - エオジン染色、×600）；矢印は分裂中の細胞を示す。

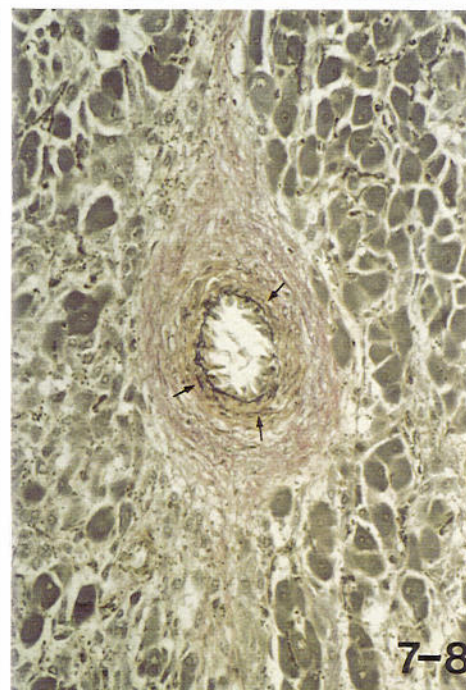
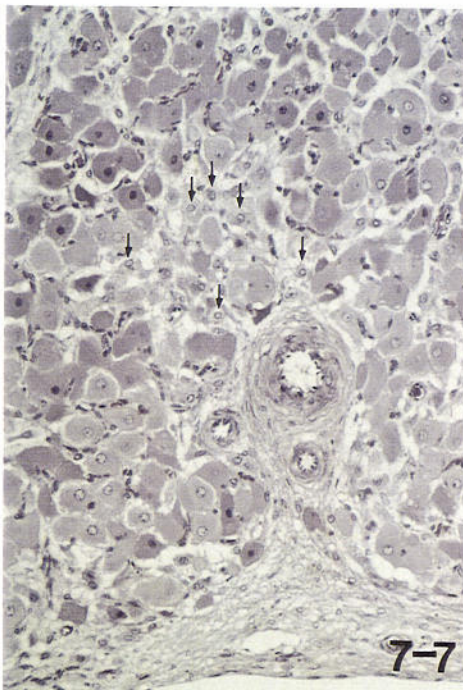
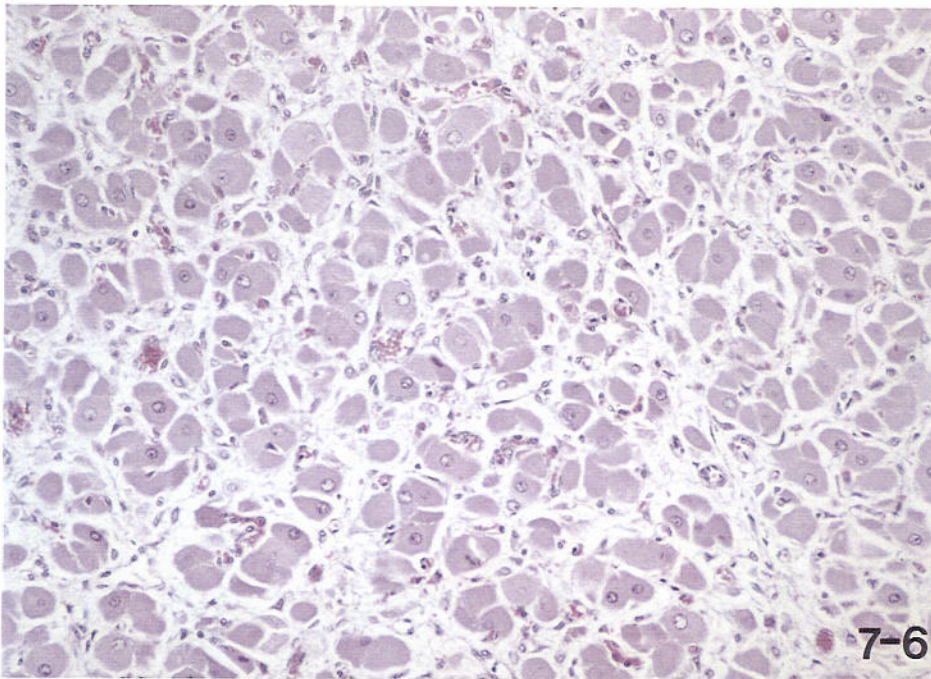


写真 7-6. 12月の黄体の組織像（ヘマトキシリン - エオジン染色、 $\times 200$ ）；多角形で大型胞状の核を有する細胞は、顆粒層細胞に由来すると考えられる。

写真 7-7. 小型の黄体細胞（ヘマトキシリン - エオジン染色、 $\times 140$ ）；小型で辺縁の不明瞭な細胞（矢印）は集塊を作る場合が多く、内卵胞膜細胞由来と考えられる。

写真 7-8. 12月の黄体に認められた細動脈（エラスチカ-ワンギーン染色 $\times 140$ ）；中膜にも弾性線維（矢印）が出現している。

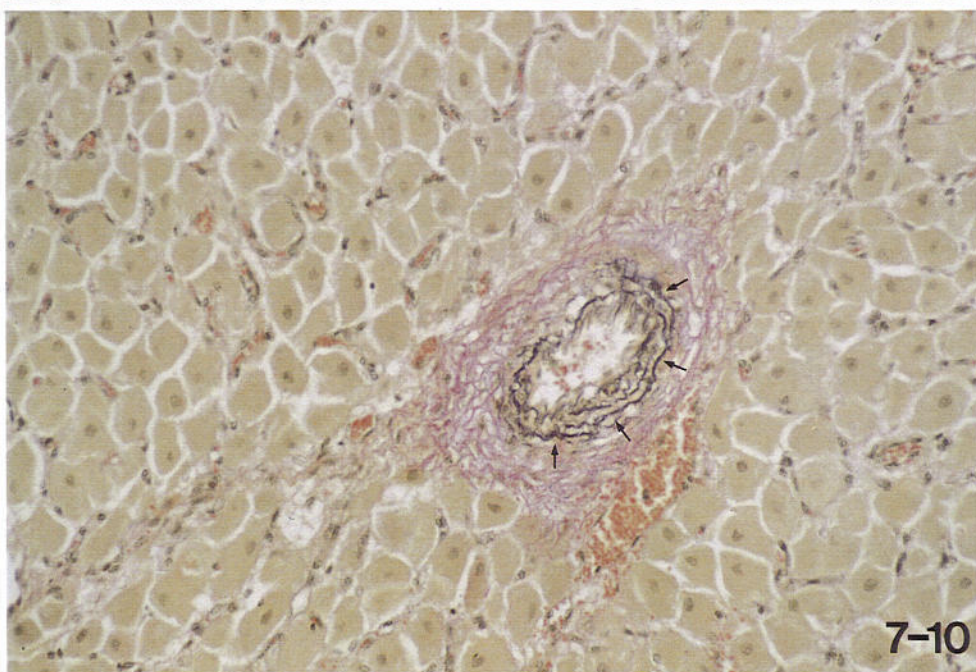
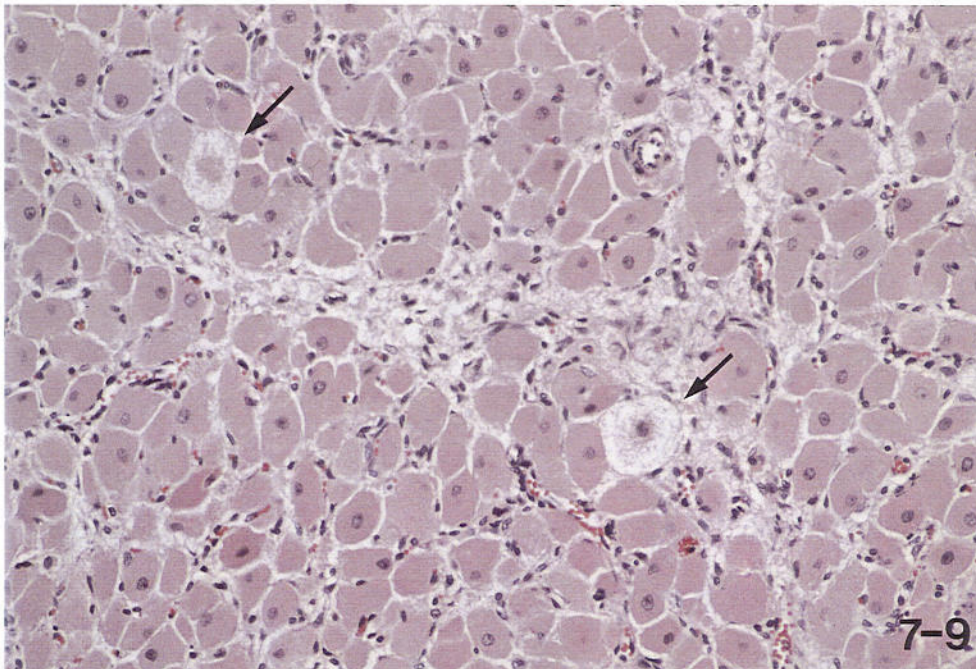


写真 7-9. 3月の黄体の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、 $\times 200$ ）；少数の細胞に、細胞質の膨化と空胞化、核濃縮（矢印）が認められた。

写真 7-10. 3月の黄体に認められた細動脈（エラスチカ-ワンギーソン染色、 $\times 200$ ）；中膜の弾性線維（矢印）は、12月に比べて発達している。

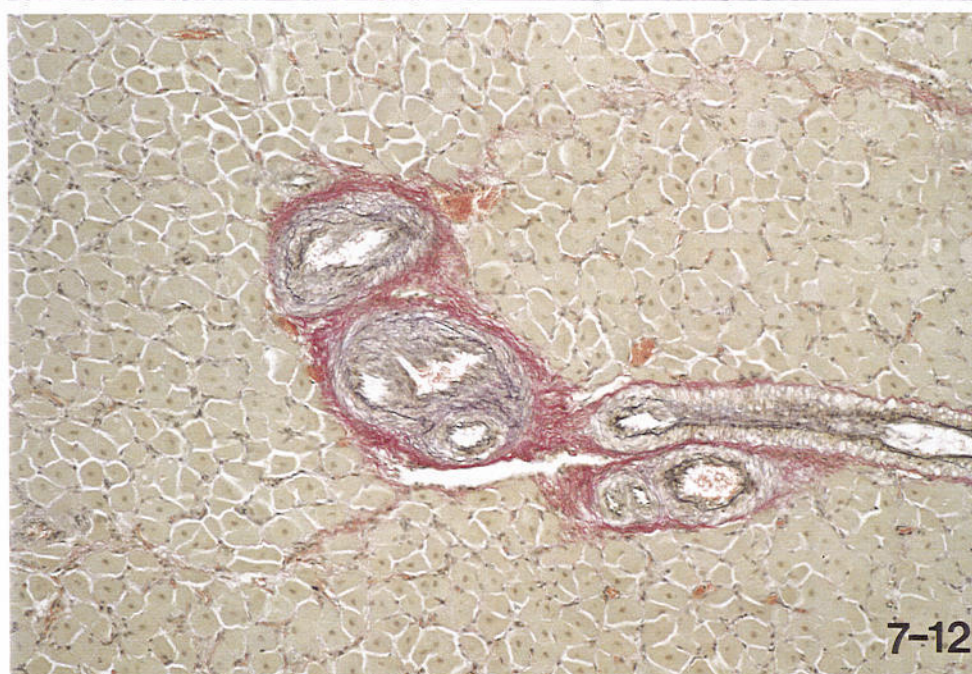
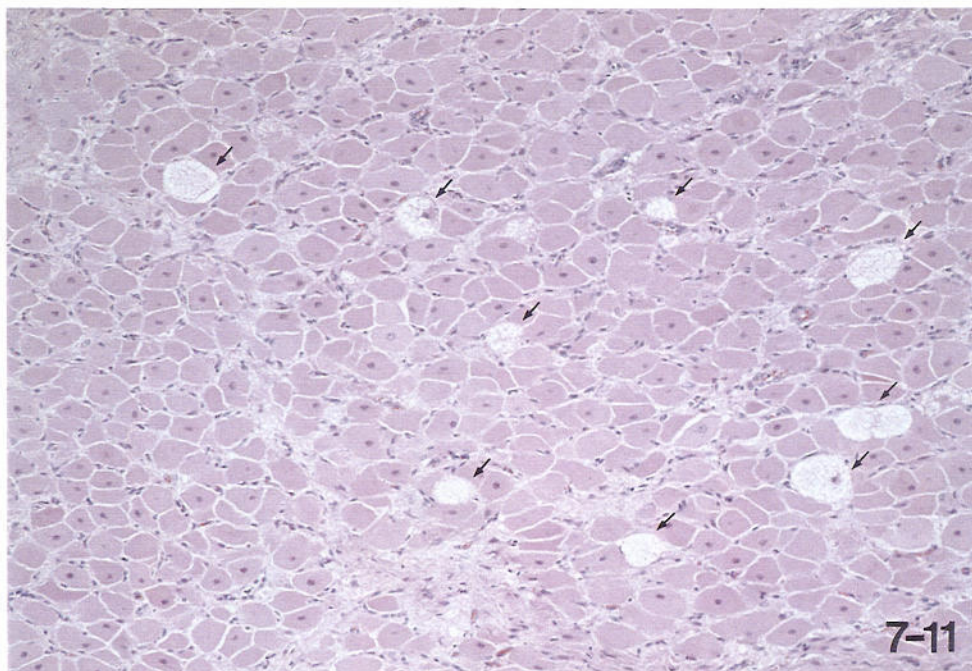


写真 7-11. 5月の黄体の組織像（ヘマトキシリン-エオジン染色、  
×100）；細胞質の膨化と空胞化、核濃縮を示す細胞  
（矢印）が散見される。

写真 7-12. 5月の黄体に見られた細動脈（エラスチカ-ワンギーソン  
染色、×100）；中膜における弾性線維は、密な線維網  
を形成している。

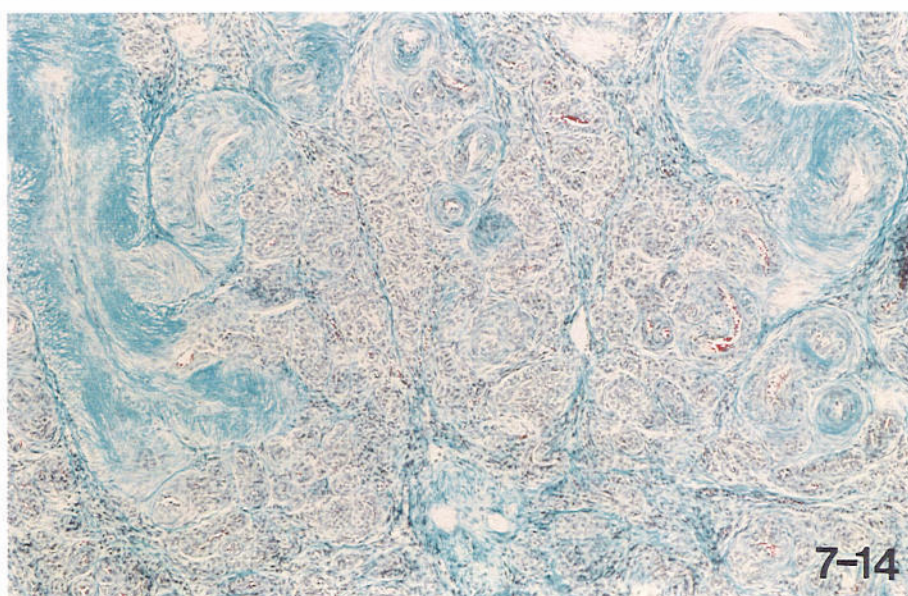
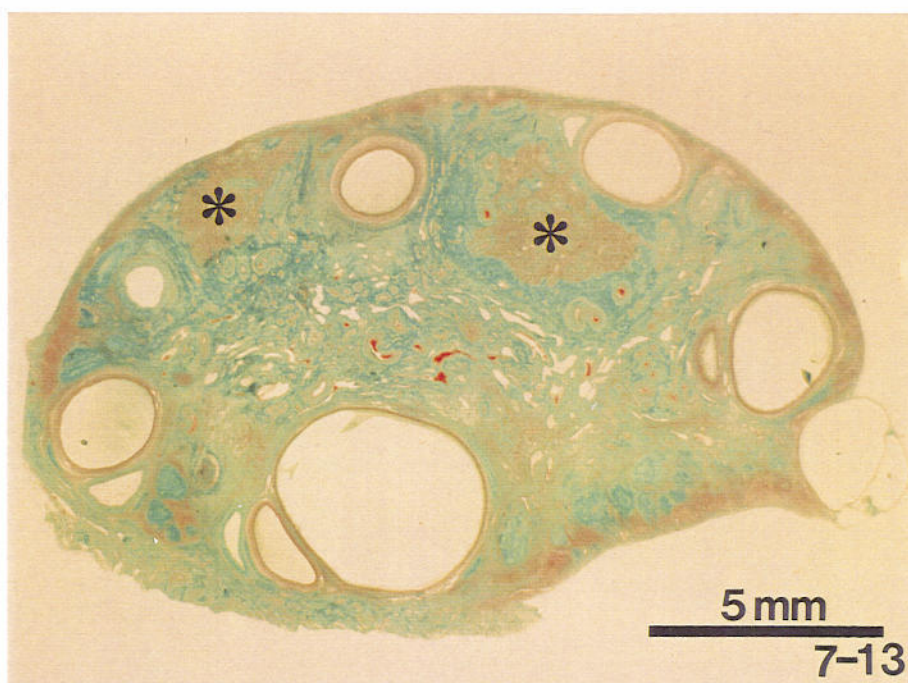


写真 7 -13. 9月の卵巣の弱拡大（マッソン-トリクローム染色）； 2個の退行黄体（\*）が認められる。

写真 7 -14. 写真 7 -13の退行黄体の拡大（マッソン-トリクローム染色、×100）； 2個の退行黄体は、組織学的に極めて類似していた。

## 英 文 要 約

# Studies on Immobilization Techniques, Reproduction and Growth in Wild Sika Deer (*Cervus nippon*) in Japan

Masatsugu SUZUKI

Department of Oral Anatomy I

School of Dentistry

Hokkaido University, Sapporo 060, Japan

Although the sika deer is the only Cervid species distributed in Japan, few reports are available on the reproduction and growth of this species. This lack of information limits our ability to conduct physiological studies and to manage wild deer populations. The main objective of the present study is to describe basic reproduction and growth of the sika deer. Chemical immobilization techniques using xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride on sika deer are also described.

Specimens were collected from wild populations in Shari District, Ashoro District, Onbetsu District and Nakanoshima Islands in Hokkaido and in Hyogo Prefecture from 1987 through 1992. Chemical immobilization techniques were tested on the population of Nakanoshima Islands in 1988. Except for the Nakanoshima Islands, sika deer populations were judged to be of high quality because of the excellent nutritional condition of individuals (Yokoyama, unpublished data).

### Chemical Immobilization of Sika Deer:

Tests were conducted in the Nakanoshima Islands to compare the effectiveness of different dosage of xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride in the immobilization of 25 wild deer. Drugs were administered by blow darts or capture gun to free-ranging and trapped animals.

1. A combination of xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride was effective for the chemical immobilization of sika deer.
2. Habituated males were immobilized with as little as 1mg/kg of xylazine hydrochloride and 1mg/kg of ketamine hydrochloride.
3. Up to 10mg/kg of ketamine hydrochloride were administered without obvious negative

effects in cases of incomplete immobilization.

4. It seemed that the effective dosage of xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride depends on the mental conditions, such as excitement, and sex of sika deer.
5. Intermittent periods of apnea can be successfully treated by tapping one's hand on the deer's breast.
6. Since eyes of deer may remain open, antibiotic ophthalmic ointment should be applied to prevent corneal damage and infection.
7. Tolazoline hydrochloride may be an effective counter to the combination of xylazine hydrochloride and ketamine hydrochloride. However, it did not seem to be effective against the combination of xylazine hydrochloride and large doses of ketamine hydrochloride.

### **Prenatal Growth and Fetal Age Determination in Sika Deer:**

90 fetuses were collected in Shari, Ashoro and Onbetsu Districts. The fetuses were weighed, hind foot length were measured and body surfaces were examined to arrive at an index for age determination.

1. Sex ratio of fetuses was statistically 1:1.
2. Twinning was exceptional.
3. The regression analysis of fetal age (T) on weight (W) resulted in the formula
$$T = \{(W)^{1/3} + 2.730\} / 0.091.$$
4. The regression analysis of fetal age (T) on hind foot length (H) resulted in the formula
$$T = (H + 11.357) / 0.172.$$
5. The earliest estimated conception date was 7 October and the latest was 17 January.
6. There were no large discrepancies between conception dates estimated from fetal weight and from fetal hind foot length.
7. Regional variation in the distribution of conception dates was apparent.

### **Postnatal Growth of Sika Deer:**

299 specimens were collected from deer killed in Shari, Ashoro and Onbetsu Districts. Measurements of body length and height, hind foot length and weight were taken. Measurements of antlers were also taken in males.

1. Adult body length, height and hind foot length were attained by two-year old males. In



females, adult body length and height were attained by yearlings, and adult hind foot length by two-year olds.

2. Mean body length, height and hind foot length were 110.32cm, 106.20cm and 52.83cm in adult males; and 101.57cm, 94.60cm and 49.24cm in adult females, respectively.
3. Adult whole weight was attained by three-year old males and two-year old females.
4. Mean whole weight in adult males and adult females in autumn were 131.55kg and 86.36kg, respectively.
5. Loss of whole weight in winter in adult males and adult females were 29.5% and 25.4%, respectively.
6. Sexual dimorphism ratios in adults were (male:female) 1.08:1 in length, 1.12:1 in height, 1.07:1 in hind foot length and 1.52:1 in whole weight.
7. The regression analysis of dressed weight (Y) on whole weight (X) in males and females gave the formulas

$$Y = -3.190 + 0.812X$$

and

$$Y = 2.166 + 0.740X,$$

respectively.

8. Antler point number was eight in 81.8% of two-year old males and in almost all males three years and older. Mean length and spread of antlers in males four years and older were 65.09cm and 61.67cm, respectively.

### **Reproduction and Antler Cycle in Males:**

150 pairs of testes that were collected in Shari District, Ashoro District and Nakanoshima Islands were observed macroscopically and microscopically. Plasma testosterone concentrations were measured in 37 deer captured on Nakanoshima Islands. Antlers were examined on 173 skulls from the Shari population.

1. Males attained sexual maturity as yearlings.
2. Testes were fully developed in three-year olds.
3. Testicular and epididymidal regression was greatest in May and June.
4. Spermatogenesis proceeds from June to February or March.
5. Since sperm were found in epididymides from September to May, these males maintain their reproductive capacity through this period.
6. Plasma testosterone concentration was highest in October and lowest in June. However, the concentration was highly variable, possibly due to pulsatile secretion.
7. Antler casting and shedding occurred in April and September, respectively, in adult males.

8. The antler cycle in males three years old and younger tended to lag behind than in adults.

### **Reproduction in Females:**

Reproductive status was examined in 95 females that were taken in Shari and Ashoro Districts in Hokkaido and in Hyogo Prefecture. 124 pairs of ovaries were also observed macroscopically and microscopically.

1. Large numbers of females attained sexual maturity as yearlings.
2. Pregnancy rates among yearling and older females exceeded 95% in Shari District, Ashoro District and Hyogo Prefecture.
3. Most females were pregnant every year and fetal loss was rare.
4. Effect of changes in population status on pregnancy rates appeared first in yearlings.
5. Estimated conception dates for yearlings were more variable than for females two years and older.
6. Using estimated conception date, the birthing season was calculated to be from 26 May to 5 September.
7. Accessory corpora lutea were found in about 80% of the pregnant females. The number of accessory corpora lutea was one in almost all of these cases.
8. Most accessory corpora lutea resembled primary ones macroscopically and microscopically. Primary and accessory corpora lutea appeared to function together during gestation.
9. There were both "granulosa lutein cells" and "theca lutein cells" in corpora lutea.
10. Though the sizes of corpora lutea vary slightly, some luteal cells may degenerate during late gestation.
11. Since elastic fibers in blood vessel walls develop in both types of corpora lutea, accessory corpora lutea remain in ovaries as corpora albicantia.