

# 8 動物園における 絶滅危惧種の繁殖学 ——繁殖生理を調べて飼育に生かす

楠田 哲士 *Satoshi Kusuda*

岐阜大学 応用生物科学部 准教授 / 動物園生物学研究センター長

希少野生動物種の保全の最前線に、動物園はますますなくてはならない存在となっている。飼育や繁殖の実践の中で、家畜繁殖学からの情報は不可欠である。シロオリックス、キリン、ゾウ、コアリクイ、コアラ、トラ、フェネックを例にあげ、家畜等と比較しながら繁殖特性を紹介する。その説明は適正な飼育管理を支え、それが絶滅危惧種の生息域外保全につながる。

## 1 動物園と畜産学

希少野生動物種の保全に対する動物園の役割は、ますます増大している。動物園の公的な機能やあり方に関して、種の保存等の生物多様性の保全、それに関連する環境教育と普及啓発について、環境省を中心に改めて検討が進められてきた<sup>1)</sup>。動物園におけるこれらの機能をさらに強化すべく、さまざまな公的整備が近年急速に進められている。

日本の動物園・水族館を束ねる公益社団法人日本動物園水族館協会と環境省は、2014年に、「生物多様性保全の推進に関する協定書」を締結した。これまでの動物園の取り組み実績を踏まえ、動物園を絶滅危惧種の生息域外保全の場として、より一層の連携と強化を図ることとなった。さらに、2017年の種の保存法改正において、第2条（責務）に「…動植物園等が生物の多様性の確保に重

要な役割を有していることに鑑み、…（中略）…国及び地方公共団体が行う施策に協力することにより、絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に寄与するよう努めなければならない。」との項目が加わり、法律上、動物園の機能が初めて明示



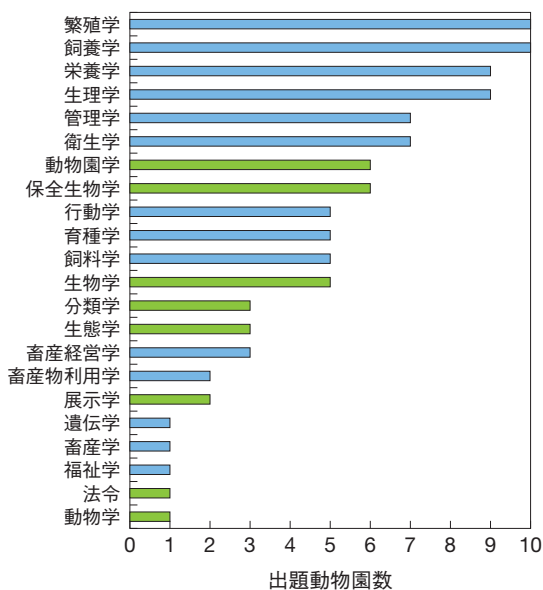
スマトラトラのフレーメン（仙台市八木山動物公園、筆者撮影）

された。この改正で、「認定希少種保全動植物園等」制度が新設され、希少種の保護増殖において、一定基準を満たす動物園を認定することで、希少種の譲渡しの規制が緩和されることになった。種の保存に関する動物園の機能の明確化と社会的な認知度の向上、法律上の手続きの簡素化により、生物多様性保全の取り組みを促進させることをねらいとしている<sup>1)</sup>。

絶滅危惧種の生息域外保全における動物園を場とした飼育や繁殖の管理には、繁殖生理学、内分泌学、遺伝学、行動学、栄養学などの複数の分野を統合した考え方が不可欠である<sup>2)</sup>。繁殖に直結するのは繁殖学や行動学ではあるものの、その根幹をなす栄養学や遺伝学などが重要で、そういった土台から応用までの統合的な視点が、動物園の飼育の最前線では重要である。本稿では、「繁殖学」に沿った話題しか書けないが、他の分野と合わせて考えていくことが重要であることを強調しておきたい。第9項（動物園に対する畜産学の貢献）やその他の畜産学の最前線についても併せて読んでいただきたい。

公立動物園の職員は、地方公務員の畜産職として採用されている場合が少なくない。公務員としての採用でない場合でも、多くの動物園の飼育係の採用試験では、繁殖学や栄養学などの畜産学（に加えて、動物園学と生物学）の知識が問われる（図1）。このような採用実態から見ても、動物園動物の飼育管理には、ウシなどの家畜の知識や技術が基盤にあるともいえる。野生動物に比べて、有蹄家畜やイヌ・ネコ、実験動物、あるいはヒトでの知見は豊富に蓄積され、参考にできる情報としてそれが主体になるのは当然である。少なくとも動物園動物の繁殖学を考える場合には、まずは家畜繁殖学から始まる。

たとえばウシ科の家畜種は、ウシ、ヤギ、ヒツジ、スイギュウ類、ヤクなどと数えるほどしかないが、ウシ科動物全体では279種<sup>3)</sup>もいて、形態も生態も多様性に富む。このうちの多くの種が動物園で飼育管理されている。家畜種を参考にし



【図1】動物園飼育係の採用試験（専門試験）における主な出題分野

過去3年間（2019～2021年度採用）の13施設の採用試験案内に記載されていた出題分野を集計した（毎年試験があった場合は最新年度のみ集計）。青は畜産学の科目。

つつも、動物種ごとの特性も明らかにしていかなければ、死なない飼育はできても、適正な飼育はできない。

家畜は、よい肉・よいミルク・よい卵を、均一に質高く効率よく「生産」することを目標として繁殖が管理され、また研究がおこなわれている。同様の視点で考えれば、動物園動物は「展示」あるいは「保全」の目標を達成するために、繁殖が適正に累代管理されている必要があり、その研究が不可欠である。

近年では、「動物専門員」、「動物研究員」、「飼育研究員」、「研究推進員」といった専門的な職種として採用する動物園が増えてきている。また、従来から大学（大学院含む）や専門学校などで、生物、畜産、動物関連の専門課程（農学部、動物学科、畜産学科など）を修了していることが受験資格となる動物園は多い。それと同等に、他の動物園での一定年数以上の職務経験を持つことをもう一つの受験資格としているところも少なくない。

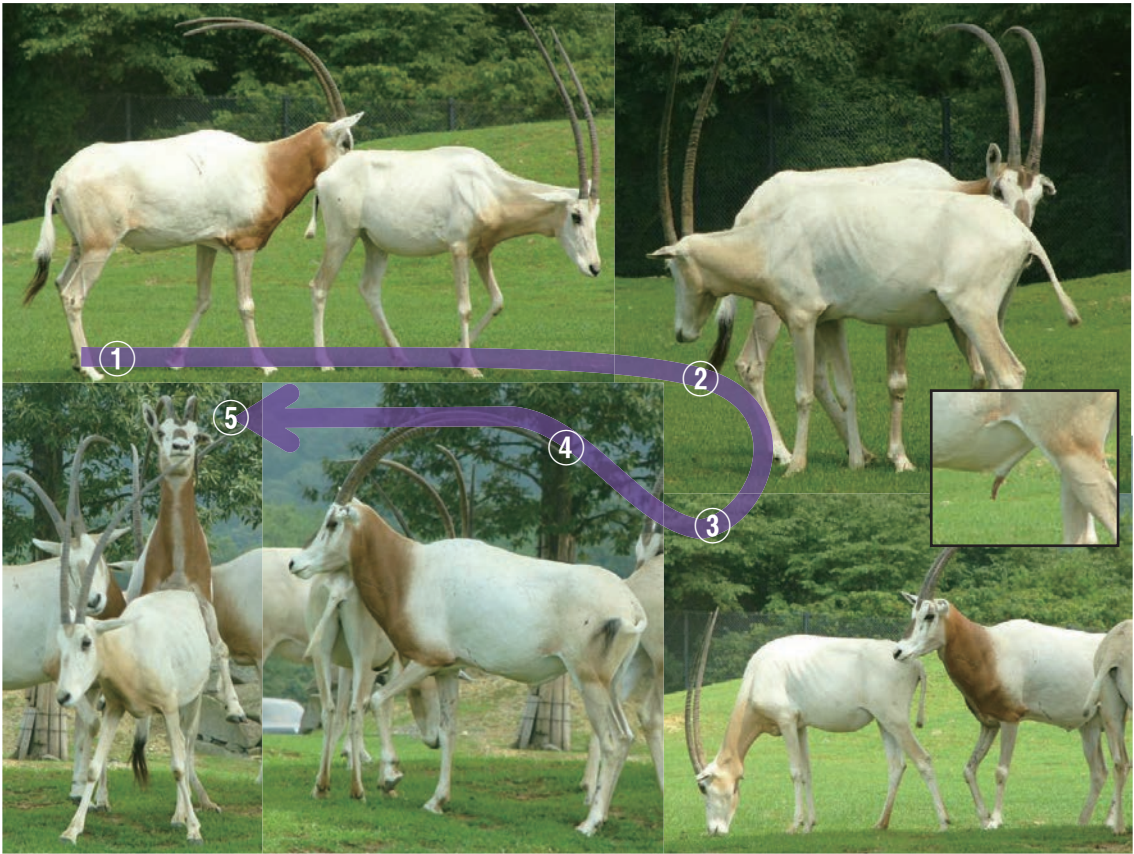


図2 シロオリックスの性行動

①雄から雌への追尾行動, ②サークリング, ③雄が雌の背後に立つ, ④雄から雌へのキッキング (laufs Schlag), ⑤マウント・交尾

(姫路セントラルパーク, 筆者撮影)

すなわち、机上の学びだけではなく、現場での実践で身に着けることも含め、特殊な野生動物飼育の専門性が高く求められていることが、動物園の採用案内からも年々うかがえる。

以前、上野動物園の公式ツイッターで「飼育係になるために必要なこと」と題して、観察力・知力・体力・器用さ・柔軟性・語学力など、また大学などで専門的な勉強をする、そして、採用されたあとも勉強や研究が必須、と書かれていた。動物園で働くには様々な能力や高める努力が必要で、あるいはそれを補うためのチームワークが重要なのである。このことは、私自身も、趣味や研究におけるさまざまな場面での動物の飼育・繁殖の経験からも痛感している。

私の研究室で、これまで動物園と共同で研究してきた哺乳類126種のうち、いくつかの動物を例に家畜種との類似点や、まるで異なる点をあげながら、その多様性を紹介してみたい。

## 2 シロオリックスの性行動とキリンの発情周期

ウシの発情周期は約21日間(18~24日)である。その他の有蹄家畜も同じくらいの日数である。ウシ科のシロオリックスやアダックスの発情周期はおおよそ1カ月間である。哺乳類に共通して、排卵後の卵巣の黄体からプロジェステロンというホ

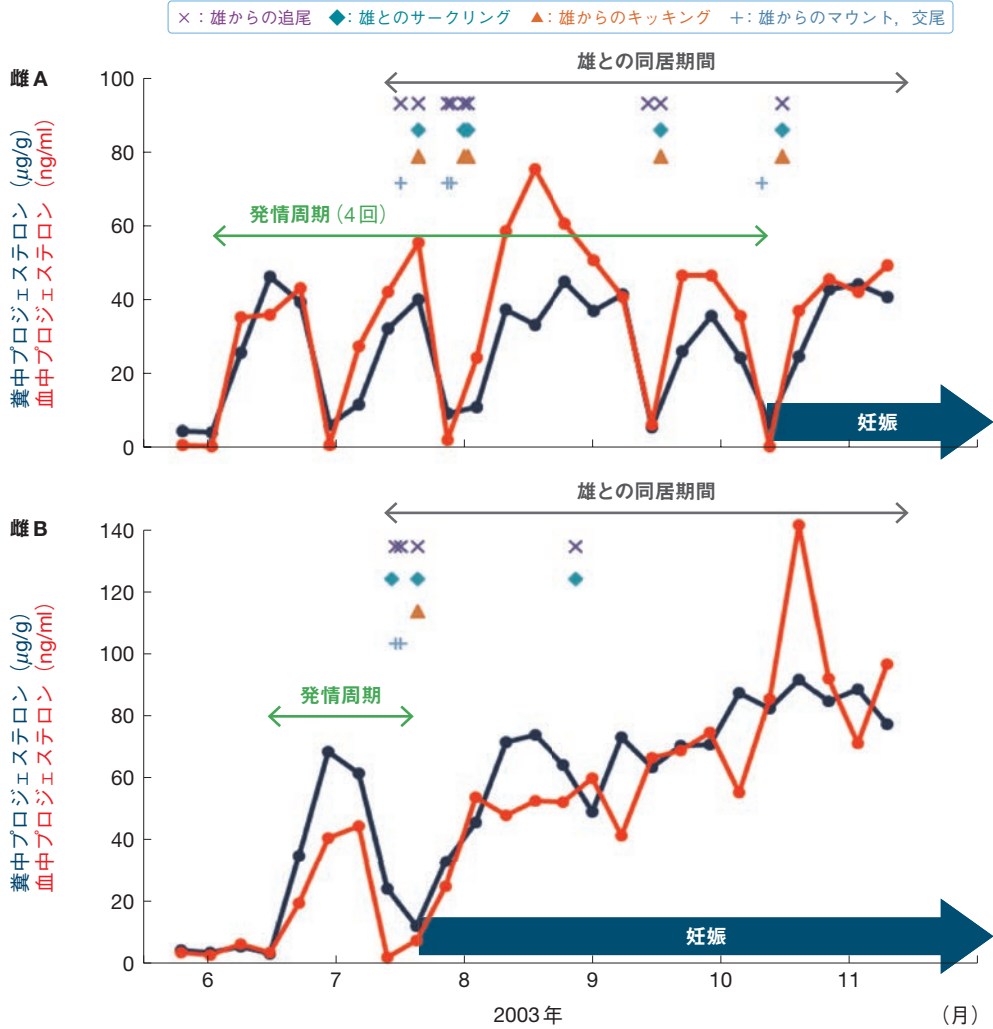


図3 アダックスの雌2頭で同じ期間調査した性ホルモンと性行動の関係(姫路セントラルパークとの共同研究)

(楠田ら, 2006)<sup>4)</sup>

ルモンが産生されるため、ほとんどの種ではプロジェステロン濃度が増加する直前に、発情・排卵があったことがわかる。プロジェステロンは、妊娠中は高濃度で維持され、妊娠を持続させる働きがあるため、このホルモンの変動パターンから発情周期や妊娠の判断ができる。

発情期には、それぞれの種に特有の発情兆候を見せる。たとえば、シロオリックスの雄は、発情期の雌を、尿や陰部の臭いを嗅ぎながら探しあて、その雌への追尾行動を始める(図2)。雄と雌は互

いの尻や陰部を嗅ぎ合いながら、同じ場所でゆっくり回転する行動(サークリング)が見られる。雌は雄を受け入れる発情のピークに達すると、雄が背後に立っても動かずに留まるようになる。雄は前肢を持ち上げて雌の後肢などを刺激し、許容の状況を確認するような行動(*laufs Schlag*またはキッキング)を見せる。雌が発情ピーク(排卵時期)であることがわかると、マウント行動や交尾がおこなわれる。

アダックスでも、サークリングやキッキングが、

雌の発情期（プロジェステロンの低い時期）に多く観察される行動であることを確認した<sup>4)</sup>。アンテロープ類に共通して見られる行動のようである。アダックスの研究では、保定技術によって比較的安全に無麻酔で定期的な採血ができていたため、血液中の性ホルモンの動きを調べ、糞に排泄されたホルモンの動きと比較することもできた。糞中プロジェステロン代謝物の変化が、体内のプロジェステロン動態をよく反映していることがわかり（図3）、糞の採取という個体へのストレスや採材者に危険のない非侵襲的なホルモン分析法が確立できた。

キリン科のキリン類やオカピでも、アンテロープ類と同様に発情期にキッキングなどの行動が見られる。キリン科の発情周期は、非常に短く、約2週間しかない。マメジカ科のジャワマメジカも同様である。キリンではプロジェステロンのピーク日の2.7日後<sup>5)</sup>、マメジカでは2～3日後<sup>6)</sup>に雄との性行動が多く確認されている。

キリンでは、糞中のプロジェステロンとエストラジオールの変化に加えて、卵巣の超音波検査による卵胞と黄体の状態が詳細に調べられている<sup>7)</sup>。ウシなどの一般的な卵巣の動態とは異なり、排卵後の黄体形成（プロジェステロン分泌）とともに、次の卵胞がほぼ同時に成長し、それに伴いエストラジオール濃度も上昇する。発情はプロジェステロンのピークの数日後に起こり、その数日後には次の排卵が起こるようである。家畜繁殖学の常識からすると、非常に特異な仕組みであり、これによって2週間という短い卵巣周期を成立させているようである。

### 3 ゾウの特殊な卵巣周期

有蹄家畜やヒト、鯨類など発情周期が1カ月前後である動物は多いが、先述のとおりキリンやマメジカの発情周期は2週間と非常に短い。逆にアジアゾウやアフリカゾウは3～4カ月間と長く、

周年繁殖の哺乳類では最長とされる。

ゾウの発情周期は、1970年代に尿テストなどの行動観察から22日間とされてきた。その後、ラジオイムノアッセイという微量ホルモン定量技術の進展と普及により、1980年代になるとアジアゾウとアフリカゾウの発情周期が、血中プロジェステロン濃度の周期的変化から平均16週間であることが報告された。さらに1990年代になると、プロジェステロン動態に基づく黄体期の前（排卵前）に黄体形成ホルモン（LH）のサージが2度起こり、その間隔が3週間であることが両種で明らかにされた。一見、発情周期が修正されてきた歴史のように思えるが、LHサージの間隔が3週間であったことは、1970年代の22日間という行動観察からのデータが、ゾウの卵巣周期のごく一部の期間を見ていたということがわかったのである。ゾウのLHサージの1回目は排卵を誘起せず、2回目のサージで排卵が起こるという極めて特殊な卵巣生理<sup>8)</sup>を持つことはとても興味深い。1回目のサージ後には第1卵胞波における主席卵胞が黄体化し、2回目のサージでは第2卵胞波の主席卵胞が排卵して黄体が形成される<sup>9)</sup>。これらの黄体からプロジェステロンが分泌されることが明らかにされている。キリンとは逆に、ゾウはこの特異な仕組みで長い発情周期を成立させているようである。この研究成果によって、ゾウの人工授精適期として、4カ月先を予測するのではなく、3週間先を予測するという短縮により、劇的に人工授精の成功率が上がっている。

通常ゾウの飼育繁殖管理においても、性ホルモンの分析は欠かせない。動物園でのゾウの繁殖の科学的管理の例として、過去の本誌の記事<sup>10)</sup>もご覧いただきたい。

### 4 ヒトだけじゃない月経出血

動物の生殖孔からの生理的出血には、主に月経血と発情出血の2種類がある。月経血は、卵巣周

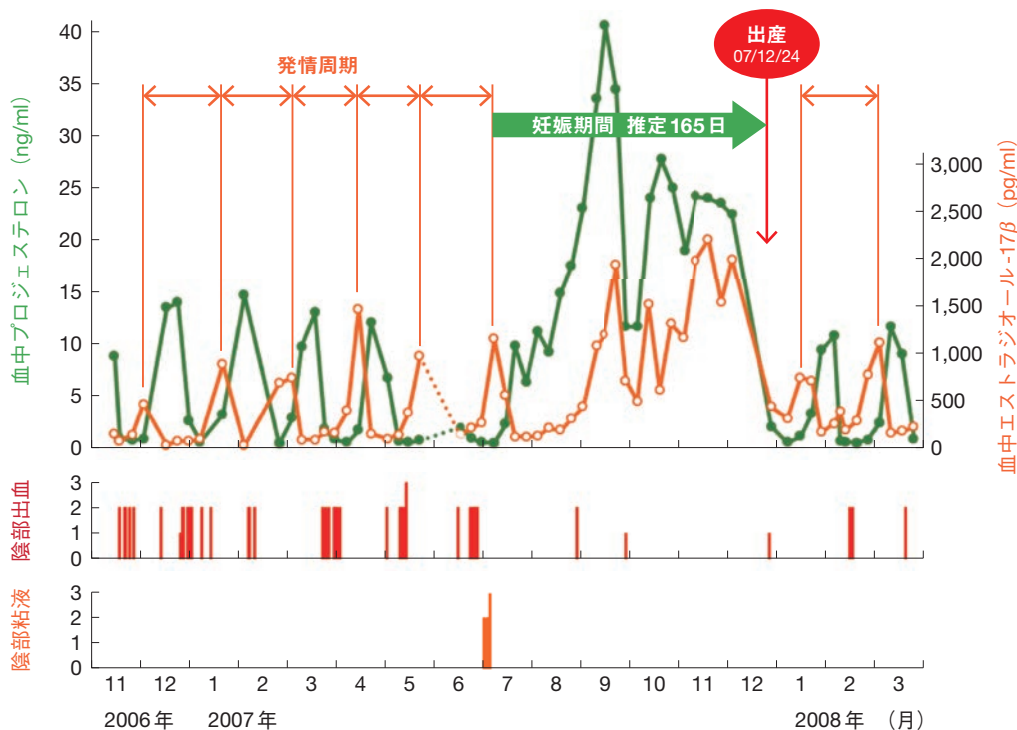


図4 雌ミナミコアリクイの性ホルモン動態と陰部からの出血・粘液排出時期の関係 (サンシャイン水族館との共同研究)

(Kusuda et al., 2009)<sup>12)</sup>

期に伴うエストロゲンとプロゲステロンの退行によって子宮が影響を受け、子宮内膜が剥離・脱落して生じるものである。ヒトのほか、類人猿（オランウータン、チンパンジー、ゴリラ、テナガザルなど）、旧世界ザル（アカゲザル、ブタオザル、ニホンザルなど）、新世界ザルの一部（オマキザル類、クモザル類、ホエザル類）やメガネザル類で月経血が見られることが報告されている<sup>11)</sup>。コウモリ類の一部（オヒキコウモリ類、ヘラコウモリ類）、ハネジネズミ類、ツパイ類でも報告されている<sup>11)</sup>。発情出血は、月経とは異なり、子宮内膜の剥離や脱落は起こらない。エストロゲンの増加によって、子宮内膜の血管が発達して滲出したものが陰門から漏出する。発情出血の起こる動物は、イヌが有名で、タイリクオオカミやアライグマなどでも報告されている<sup>11)</sup>。

これらの動物以外に、動物園ではミナミコアリ

クイで生殖孔からの出血があることが知られていた。出血の理由はわかっていなかったものの、定期的に見られていることや健康上の問題もないことから、生理的な出血であるだろうと予想されていた。コアリクイの発情周期や排卵周期に関する生理学的な報告例は、当時はほとんどなかったため、出血時期と性ホルモンの関係を調べることになった。血中の性ホルモン濃度の動態から、約6週間の発情周期（排卵周期）が確認でき、陰部からの出血はホルモン動態との関係から、月経血なのではないかと考えられた（図4）<sup>12)</sup>。また、その後調査した複数の出産個体で、産後の性ホルモンの変化から、育子中にも関わらず、すぐに発情周期（排卵周期）が回帰することが明らかになった<sup>12)</sup>。これもコアリクイの特徴といえる。一般的には、子育て中は、子による吸乳刺激によって、発情や排卵が離乳近くまで抑制されるが、コアリクイで

はそういった抑制が見られないというのである。ちなみに、先述のマメジカはもっと早く、出産日または翌日には交尾し、すぐに次の妊娠に至ることもわかった<sup>6)</sup>。

## 5 交尾排卵動物とコアラ

家畜(ウシ、ウマ、ブタ、ヒツジ、ヤギ、イヌ)やヒトなど多くの哺乳類で、卵巣内で発育した卵胞は自然に排卵し、これを自然排卵という。しかし、一部の動物は、そこに交尾刺激がないと、排卵が起こらない。これを交尾排卵という。交尾排卵動物として、イエネコ、ウサギ、フェレット、ミンク、アルパカなどが繁殖学の教科書にあげられている。意外なところでは、コアラが交尾排卵動物である。交尾排卵動物は、発情期に交尾がなければ発情が一定期間持続するため、自然排卵動物よりも1回の発情期が長い傾向がある。交尾排卵動物として有名なイエネコは、発情期になると雌が多くを誘引し、雄同士の競争も見られる。また、複数の雄と多数回交尾することによって精子間の競争も激化し、よりよい精子によって、より確率の高い受精が起こるとも考えられている。発情日数が一定期間続くことは、繁殖に適した季節が限定されているような環境や、雌雄の会うチャンスが少ない場合に都合がよいと考えられている。排卵様式は、ある環境やある種の生態において、繁殖戦略上有利に働いているかもしれない。

交尾排卵動物であっても、たとえばイエネコも稀に自然排卵も起こることが知られている。トラ、ライオン、ヒョウ、ツシマヤマネコなど、ネコ科動物のおそらくほぼすべての種は交尾排卵型であるが、わずかながら自然排卵が起こっていることも確認している。自然排卵が起こる頻度は種や個体によって異なるが、これまでの当研究室の蓄積データから、チーターはほぼ完全な交尾排卵動物であることがわかっている。コアラもほぼ完全な交尾排卵動物である。

コアラの雌21頭について、糞中プロゲステロンの動態を、発情兆候、交尾行動、出産のあった日と比べて<sup>13)</sup>。コアラの発情兆候には、行動量の増加(特に夜間)、地面に下りる回数の増加、採食量の減少があり<sup>14)</sup>、それらに伴い体重の減少が見られる。雄の鳴く回数が増え、雌が雄の鳴声に反応して耳を頻繁に動かす、木の上で鳴く、などが見られる。このような発情兆候が見られても、交尾しない限り、プロゲステロンの増加(黄体活動)がないため、排卵は起こっていない(図5)。交尾がなければ、長期間、発情兆候が持続することも明らかになり、この結果はコアラが交尾排卵動物であることを強く示唆するものである。

## 6 ネコ科動物の妊娠診断

プロゲステロンは、哺乳類においておそらく共通して妊娠維持の働きを持つ性ホルモンである。しかし、妊娠期以外でも通常の排卵(その後の黄体形成)に伴って分泌されるホルモンでもあり、また生殖異常などの場合にも分泌されるため、妊娠特異的な指標とはならない。そのため、継続的にモニタリングすることによってその動態から妊娠可能性の高さを推定することになる。

トラやチーターでは、糞中プロゲステロン濃度は、交尾刺激による排卵後に上昇し、妊娠していない場合には最終交尾後50~60日目ごろには基底値まで下降する(図6)。妊娠に至った場合には、糞中プロゲステロン濃度は約100日間の妊娠期間を通して高値が維持される。

糞中プロゲステロン測定によるネコ科動物の妊娠判定は、現在では一般的な妊娠判定法として日本の動物園でも普及している。私たちは、2002年から、アムールトラ、ベンガルトラおよびスマトラトラにおいて計50例以上の妊娠判定の依頼を受けて実施してきた<sup>15)</sup>。近年は、糞中プロゲステロンの測定に加え、より精度の高い方法として糞中プロスタグランジン $F_{2\alpha}$ 代謝物の13,14-dihydro-

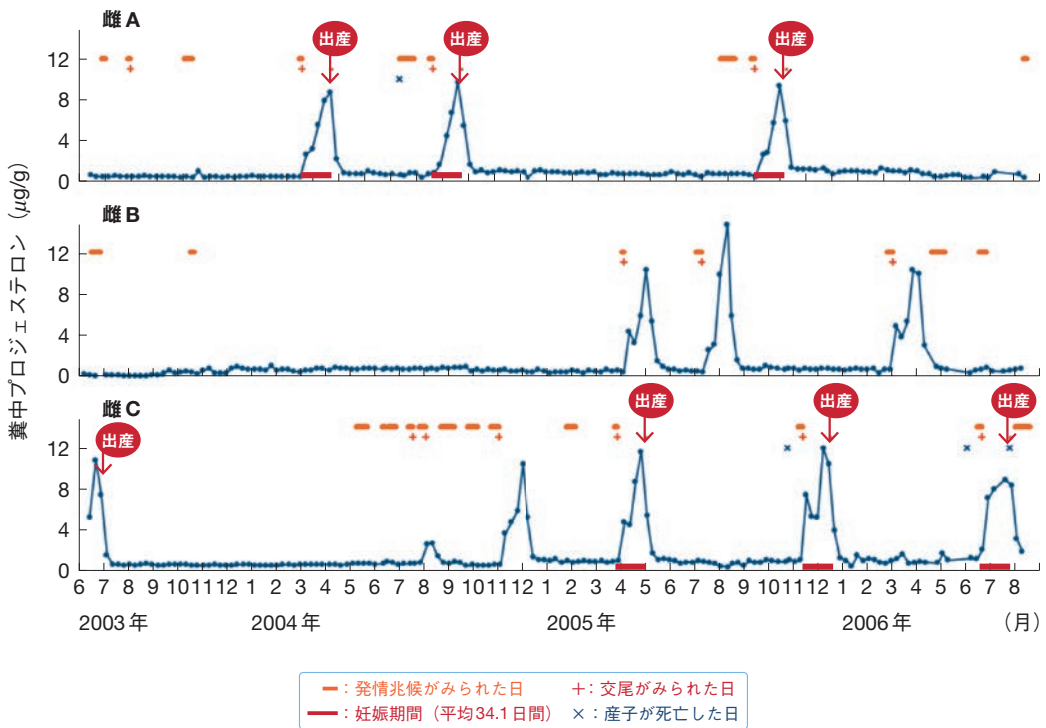


図5 北方系コアラ3頭の糞中プロジェステロンの動態と、発情や交尾・出産日との関係 (名古屋市東山動物園との共同研究)

(Kusuda et al., 2009)<sup>13)</sup>

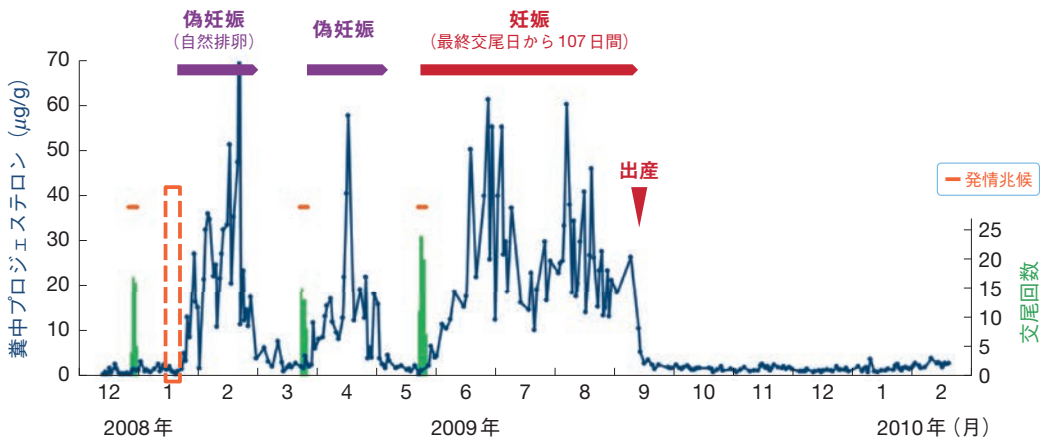


図6 アムールトラにおける糞中プロジェステロン濃度の動態 (アドベンチャーワールドとの共同研究)

発情期を中心に雄との同居がおこなわれた。糞中プロジェステロン動態から、2008年1月の点線の枠で示した時期は発情期であったと考えられるが、発情兆候が見られず雄との同居(交尾)はおこなわれなかった。



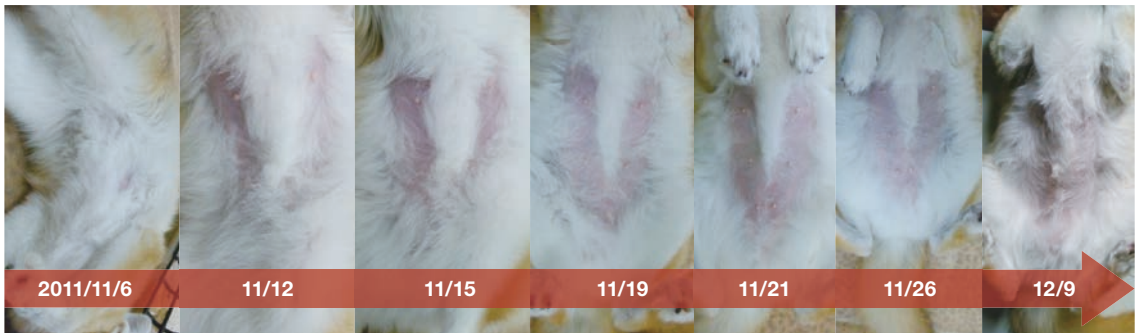


図7 フェネックの偽妊娠に伴う乳頭周辺の脱毛変化

15-keto-PGF<sub>2α</sub> (PGFM) を測定して判断するようにしている。プロスタグランジンF<sub>2α</sub>は、子宮や胎盤などから分泌され、黄体退行や分娩開始などの過程に関与することが知られている。トラをはじめ多くのネコ科動物では、PGFMが糞を利用して定量でき、妊娠判定の有効な指標になることが最近明らかにされている。トラでは妊娠中期(妊娠70～80日目ごろ)からPGFMが上昇し、偽妊娠の場合は上昇が見られないことから、プロジェステロンよりも確実な判定指標になる。食肉目の動物では、ときに出産後に子を食殺し跡形もなく始末してしまう場合や出産予定日になっても出産兆候がないような異常がみられることがある。このような場合に、PGFMの動態は妊娠・出産があったかどうかの判断材料にもなる。

## 7 イヌの偽妊娠とフェネック

イヌには偽妊娠 (pseudopregnancy) という状態がある。pseudoは「見せ掛けの」や「偽りの」という意味で、妊娠していないにも関わらず、妊娠しているかのような外見変化や生理変化が現れる状態である。社会性のあるオオカミではパック(群れ)内の最上位のアルファ雌の妊娠に伴い、下位の雌の偽妊娠が同調することで、下位の雌がヘルパーとなって子育てをおこなう繁殖戦略の一つだと考えられている。このような生態の動物で

は、群れ内の他者の子を育てることも、長い目で見れば群れの存続や、自らの家族の遺伝子を残していくことに有利に働いていると考えられる。一方で、このような生態ではない単独生活者の種にも偽妊娠現象があり、その意味はよくわかっていない。

偽妊娠になるイヌは、プロラクチン分泌があり、乳腺・乳房の発達や乳汁の分泌が見られることがある。営巣行動、攻撃行動、哺育行動などが起こることもある<sup>16)</sup>。シンリンオオカミでは、交尾後、営巣行動、腹部の膨らみと脱毛、乳頭の目立ちなどがみられ、フェネックでは偽妊娠と思われるプロジェステロンの増加期の後半に乳頭周囲の脱毛<sup>17)</sup>や乳汁分泌、ぬいぐるみの哺育行動、ホンドギツネでも同時期に腹部の脱毛と乳汁分泌が見られたことが飼育下で報告されている<sup>18)</sup>。イヌ科以外では、クマ科のジャイアントパンダにおいて、性ホルモン濃度の測定から偽妊娠が飼育下で比較的多く起こっていることが報告されている。その中には流産等の妊娠損失を偽妊娠と誤診している例も多そうであることが、近年の尿中セルロプラスミン動態の研究によって明らかにされている。

## 8 さいごに

一部の動物の事例を紹介したが、まだまだ不明なことはたくさんある。そして、動物園での繁殖

推進に向けて調べなければならない種も山ほどいる。対象が野生動物であり、絶滅危惧種であるため、実験条件を設定した研究や、また実験動物のように系統を統一した個体での研究はできない。繁殖や保全の実践と並行して進める研究であるため、多くの動物園との連携で、個体比較しながら種本来の特性を見いだしていく。限られたデータから考察するためにも、家畜等の知見は欠かせない。そして、種の特性が解明できても、いわゆる「個体差」の事例のほうが、動物園での繁殖には大事である。動物園の公的機能とされる種の保存や生息域外保全を下支えするようなデータを積み重ね、少しでも動物園の活動に貢献できればと思っている。

#### [謝辞]

本稿の内容は、多くの動物園との共同研究によるものであり、動物繁殖学研究室の学生とともに進めてきた研究の一部である。関係の動物園の皆様や学生諸氏に感謝の意を表する。

#### [文献]

- 1) 環境省. 平成27年度動植物園等の公的機能推進方策のあり方について(動植物園等公的機能推進方策のあり方検討会編). 2016年4月26日環境省報道発表資料(2016).
- 2) Hosey, G., Melfi, V., Pankhurst, S.. *Zoo Animals: Behaviour, Management, and Welfare*. Second edition (Oxford University Press, 2013).
- 3) Burgin, C. J., Wilson, D. E., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Lacher, T. E., Sechrest, W. *Illustrated Checklist of the Mammals of the World*. Vol 2: Eulipotyphla to Carnivora. (Lynx Edicions 2020).
- 4) 楠田哲士, 長神大志, 西角知也, 中川大輔, 瀧田豊治, 栗田大資, 上道幸史, 深井正輝, 久保田浩, 上田かおる, 大江智子, 奥田和男, 浜夏樹, 楠比呂志, 土井守. アダックスにおける糞中のプロジェステロン含量測定による発情周期, 妊娠および分娩後発情回帰の非侵襲的モニタリング. *日本野生動物医学学会誌* **11**(1), 49–56 (2006).
- 5) Bercovitch, F. B., Bashaw, M. J., del Castillo, S. M. Sociosexual behavior, male mating tactics, and the reproductive cycle of giraffe *Giraffa camelopardalis*. *Horm Behav* **50**, 314–321 (2006).
- 6) Kusuda, S., Adachi, I., Fujioka, K., Nakamura, M., Amano-Hanzawa, N., Goto, N., Furuhashi, S., Doi, O. Reproductive characteristics of female lesser mouse deers (*Tragulus javanicus*) based on fecal progesterone and breeding records. *Anim Reprod Sci* **137**, 69–73 (2013).
- 7) Lueders, I., Hildebrandt, T. B., Pootoolal, J., Rich, P., Gray, C. S., Niemuller, C. A. Ovarian ultrasonography correlated with fecal progesterone and estradiol during

the estrous cycle and early pregnancy in giraffes (*Giraffa camelopardalis rothschildi*). *Biol Reprod* **81**, 989–995 (2009).

- 8) 楠田哲士, 乙津和歌, 川上茂久. ゾウの飼育下繁殖の現状と課題(動物園における希少動物の繁殖と生殖補助技術・前編). *JVM獣医畜産新報* **66**(11), 812–817 (2013).
- 9) Lueders, I., Niemuller, C., Gray, C., Rich, P., Hildebrandt, T. B. Luteogenesis during the estrous cycle in Asian elephants (*Elephas maximus*). *Reproduction* **140**, 777–786 (2010).
- 10) 楠田哲士, 茶谷公一, 橋川 央. 2015. 動物園動物の妊娠・出産を支える科学的な繁殖管理—アジアゾウの繁殖を例に. *生物の科学 遺伝* **69**(2), 479–486.
- 11) Asa CS (楠田哲士訳). 繁殖生理学. 動物園動物管理学 (村田浩一, 楠田哲士監訳), pp.487–508. (文永堂出版, 2014).
- 12) Kusuda, S., Endoh, T., Tanaka, H., Adachi, I., Doi, O., Kimura, J. Relationship between gonadal steroid hormones and vulvar bleeding in southern tamandua, *Tamandua tetradactyla*. *Zoo Biol* **30**(2), 212–217 (2011).
- 13) Kusuda, S., Hashikawa, H., Takeda, M., Takeda, K., Ito, H., Ogata-Kobayashi, Y., Hashimoto, M., Ogata, M., Morikaku, K., Araki, S., Makino, T., Doi, O. Non-invasive monitoring of reproductive activity based on fecal progesterone profiles and sexual behavior in koalas, *Phascolarctos cinereus*. *Biol Reprod* **81**, 1033–1040 (2009).
- 14) 伊東英樹, 内藤仁美, 橋川央, 土井守, 楠田哲士. 北方系コアラにおける雌雄の行動量変化と性ステロイドホルモンの関係について. 第15回日本野生動物医学学会大会 (2009).
- 15) 松原香葉, 楠田哲士. トラにおける糞中ホルモン動態を指標とした妊娠判定実施例 (2002~2018年). 第3回野生動物保全繁殖研究会大会 (2019).
- 16) England, G. C. W. 雌の生理学と内分泌学. 小動物の繁殖と新生子マニュアル第二版 (津曲茂久監修). pp.1–13. (学窓社, 2011).
- 17) 楠田哲士, 森菜美, 大樂央, 足立樹, 綿貫仁美, 杉山栄一, 浪江麻利子, 土井守. 飼育下フェネックの繁殖生理を調べる試み(2). 第20回希少動物人工繁殖研究会議 (2012).
- 18) 野田亜矢子, 畑瀬淳, 屋野丸勢津子, 大樂央, 楠田哲士. ホンドギツネ (*Vulpes vulpes japonica*) における偽妊娠について. 第17回日本野生動物医学学会大会 (2011).



楠田 哲士 Satoshi Kusuda

岐阜大学 応用生物科学部 准教授 / 動物園生物学研究センター長

日本大学生物資源科学部卒業, 岐阜大学大学院連合農学研究科修了。多摩動物公園臨時職員, 日本学術振興会特別研究員, 2008年から岐阜大学応用生物科学部。専門分野は, 動物保全繁殖学, 動物園学。日本動物園水族館協会生物多様性委員会 外部委員, 日本野生動物医学学会 理事, 野生動物保全繁殖研究会 理事, 動物園水族館繁殖研究アライアンス 代表。主な著書に, 神の鳥ライチョウの生態と保全 (編著, 緑書房, 2020), 動物園学入門 (分担執筆, 朝倉書店, 2014)。