

## 学 術

## 展示飼育下のアカキツネにおける繁殖成績の向上に関する研究

谷 津 實

エム動物病院

## はじめに

キツネは哺乳綱ネコ目（食肉目）イヌ科イヌ亜科キツネ属に分類され、我が国ではアカキツネ属の亜種であるキタキツネとホンドキツネの2種のみが棲息している<sup>1,2)</sup>。アカキツネの被毛は、突然変異により遺伝的多型が存在し<sup>3)</sup>、キタキツネやホンドキツネのような「きつね色」のほかに、銀キツネ（silver fox）、プラチナキツネ（platinum fox）、茶プラキツネ（gold platinum fox）や十字キツネ（cross fox）と呼ばれる被毛のものもある。

我が国におけるキツネに関する研究は1980年代に毛皮用養殖業が衰退したため、エキノコックス感染や防除のようなズーノーシスの観点<sup>4-7)</sup>あるいはキツネの分布・生態に関する研究<sup>1,2,8)</sup>を除き、獣医学的視点での研究は極めて少ない。

本研究は宮城蔵王キツネ村で飼養されているアカキツネ（上記遺伝的多型の被毛を持つキツネもアカキツネと定義）を研究対象とし、屋外展示下にある群飼いアカキツネの繁殖データを収集し、繁殖に影響する背景や要因を明らかにして、繁殖成績の向上と遺伝的多様性の維持を目的に実施したものである。

蔵王キツネ村は宮城県白石市の蔵王山麓にあるキツネ専門の観光動物園で、1985年の開園以来、約0.5haの敷地に100頭ほどが野生に近い状態で屋外放牧されている。繁殖は2008年頃までは自然に近い状態で交配が行われていたが、発情発見の見逃しや近親交配により、新生子数が激減したことから、安定した繁殖管理技術が強く求められた。

研究には临床上異常のみられない個体を選別した。

実験開始時の年齢は雌雄とも19~91ヶ月齢の成熟個体で、体重は雄9~12kg、雌8~11kgであった。個体識別は左肩部皮下に装着したマイクロチップ（11mm×2.2mm, Trovan社, Köln, ドイツ）で行った。キツネには1日1回、ドックフードと魚肉、馬肉と牛肉を混ぜ合わせた餌を約400g（総エネルギー150kcal/100g）与え、水道水を自由に摂取させた。なお、交尾が確認された雌キツネは分娩舎（4m W×15m D x 3m H）に設置した外部から光が遮断された木製の分娩哺育箱（90cm×50cm×50cm）付きのワイヤーケージ（90cm×120cm×60cm）に移し、健康状態、流産や死産、保育中の死亡についてビデオカメラで継続的にモニターした。キツネ村では犬糸状虫感染予防のため毎年5~10月の期間、イベルメクチン製剤（イベルメック散0.6%、フジタ製薬、東京）を定期的に混餌給与している。今回実験に供した全ての個体でミクロフィラリアは陰性であった。エキノコックス感染<sup>4-7)</sup>に対しては無作為に選別した個体より糞便を採取し、定期的にELISA検査（環境動物フォーラム、札幌）と糞便鏡検を行い、かつ予防処置としてプラジクアンテル製剤（ドロントールプラス錠、バイエル、東京）を混餌給与している。これまでの検査ではエキノコックスは全て陰性であった。展示下のキツネの保定は、まず標的とするキツネを餌肉あるいはサラミソーセージで保定可能な狭い場所に誘導し、タイミングを見計りマジックハンド型の保定具（Fox neck tong 75 mm black, Granlunds Farmtillbehör社, Nykarleby, フィンランド）で頸背部を保持した。この方法では気管や頸部血管を圧迫することなく、保定者と術者の2人で、

ほぼ全ての手技（バイタルサイン測定、触診、採血、投薬あるいは人工授精）が実施可能であった。

全ての実験は動物実験に関する指針<sup>9)</sup>を基に宮城蔵王キツネ村の飼育、管理及び使用規定に従い実施した。

## 1. 展示飼育下の健康アカキツネにおけるバイタルサインと臨床検査値の基準範囲<sup>10)</sup>

屋外展示飼育下の群飼いきつネについて、“臨床学的に健康である”ことを予め確認しておくことは重要である。しかし、アカキツネ属での参考値は毛皮用養殖施設で飼育された報告<sup>8,11~13)</sup>がみられるのみで、展示飼育下の群飼いきつネの基準値は見当たらない。そこで、臨床的に健康な雌雄成熟アカキツネにおけるバイタルサインと臨床検査値の基準範囲を調べた。採血は成熟した雌雄各12匹から無麻酔下にて外側伏在静脈より行った。

試験は1~3月のアカキツネの発情期<sup>14,15)</sup>における性ホルモンや食欲低下の影響を避けるため、非発情期の11月に実施した。得られた検査データから平均値と標準誤差、正規分布の成否及び外れ値を求め、基準値を設定した。次に、これらキツネの基準値を蓄積データの多い犬の参考値<sup>11,16~20)</sup>と比較した。

尿量は雌雄とも1.3~18.7ml/kg/日、排糞量は0.5~3.4g/kg/日の範囲にあった。犬の参考値に比べ、直腸温(38.8~40.1°C)、赤血球数(890~943×10<sup>4</sup>/μL)、好酸球数(3.0~21.4×10<sup>2</sup>/μL)、血清グルコース(112~169mg/dL)、アルブミン(3.3~4.2g/dL)及び尿素窒素濃度(19~44mg/dL)は高値、逆にMCV(45~51fL)及びMCH(15~17pg)、血清ブチリルコリンエステラーゼ活性(596~1015IU/L)は低値を示した。全ての項目で雌雄差は認められなかった。得られた所見から、夏毛から冬毛への換毛期の影響(体温上昇)、小球性赤血球(赤血球恒数MCVとMCHの低値を伴う赤血球数の高値)、群飼いかから個別ケージへの移動ストレス(好酸球数の高値)、肉食中心の食餌(血清グルコース、アルブミンと尿素窒素濃度の高値)によると考えられた。血清ブチリルコリンエステラーゼ活性は犬との間に種差が推測された。以上のこと

より、犬に使用されている臨床検査試薬はほぼキツネに応用可能で、得られた基準値は今後の研究に利用できると思われた。

## 2. 雌アカキツネの受胎能に対する子宮頸管粘液電気抵抗(VER)値と交尾持続時間の影響<sup>21)</sup>

アカキツネは季節繁殖・単発情動物<sup>14,22~24)</sup>に分類されている。雌キツネの発情徴候は不明瞭で、個体差が大きく、外見的には発情しているにも関わらず雄から逃避する個体、交尾したが受胎しない個体あるいは発情が発見できない個体が散見され、繁殖性の低下はキツネ村の存続・維持に大きく影響していた。そこで、膣を介して子宮内粘液の抵抗値を測定する子宮頸管粘液電気抵抗(vaginal electrical resistance; VER)に着目し、発情適期の把握を試みた。VER測定にはデジタル表示盤とプローブ(約15cm)からなる市販の測定器(Draminski犬排卵指示器, Draminski社, Olsztyn, ポーランド)を用いた。また試験実施中、交尾持続時間(コイタルロックが掛かった時間)が長い雌キツネでは受胎し易い傾向にあることに気づき、VER高値を示す雌個体における交尾持続時間と受胎率の関係を調べ、これらから交尾直後に受胎予測が出来るか検討した。

外陰部の変化とVER値を1年間を通して継続的に調べところ、湿潤腫脹を伴う発情徴候は2~3月に観察され、VER値のピーク値は外陰部の腫脹1~2日後にみられた(図1)。非発情時の平均basal VER値は144±4 units (n=32)であった。

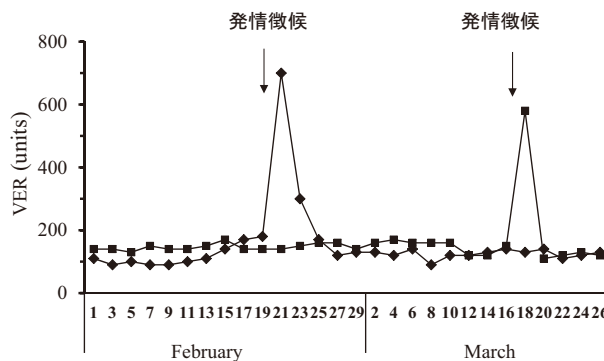


図1 雌アカキツネの典型的な子宮頸管粘液電気抵抗(VER)推移と発情徴候

受胎の有無とVERのピーク値との関連性を調べたところ、交尾し受胎した群 (Iグループ) のVER値は $381 \pm 30$ units (中央値: 350units)、交尾したが受胎しなかった群 (IIグループ) では $264 \pm 51$ units (230units)、交尾しなかった群 (IIIグループ) では $202 \pm 13$ units (190units) であった (図2)。したがって、アカキツネでは発情期のVERの高値 (350units以上) は受胎に必要な条件であると考えられた。

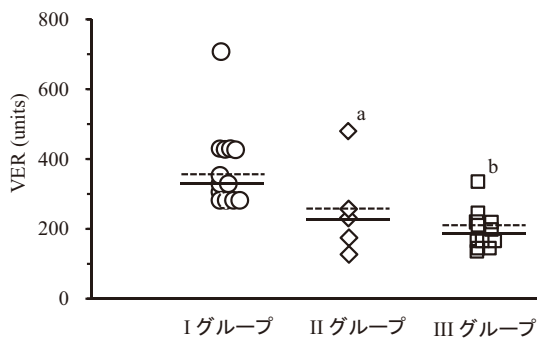


図2 雌アカキツネの子宮頸管粘液電気抵抗 (VER) 値と交尾・受胎との関連

Iグループ: 交尾し受胎 (n = 13)

IIグループ: 交尾したが不受胎 (n = 5)

IIIグループ: 交尾せず (n = 14)

a: 交尾を繰り返すも受胎せず、b: 雄に対し逃避行動を示す

破線: 平均値、実線: 中央値

交尾直前のVER値が350units以上の44頭において、受胎した雌キツネ (n=23) の交尾持続時間は $41.5 \pm 2.5$ 分 (中央値40分)、受胎しなかった雌キツネ (n=21) の交尾持続時間は $26.6 \pm 1.2$ 分 (25分) であり有意差 ( $p < 0.01$ ) がみられた (図3A)。また、交尾持続時間が40分を超えると受胎率が飛躍的に上昇した (図3B)。このことから、発情期にVERの高値 (350units以上) を示す個体で交尾持続時間が長くなると受胎率が高まることが判明した。

VERの発情期の反応については動物種差があることが報告されている<sup>25)</sup>。牛では発情日にVER値は低下するが<sup>26)</sup>、犬<sup>25, 27)</sup> やキツネ<sup>14, 15, 28~31)</sup> では発情期にはVERが高値 (犬: LHサージ前10日前後から上昇、キツネ: LHサージ1~2日後にピーク値) を示し、明らかに種差が認められている。この種差は発情期における頸管粘液の構成成分特にNaCl含量の差<sup>26)</sup> (例えば、NaCl含量が増加すると、通電し易くな

るためVERは低下する) あるいは血球・血漿成分の漏出 (出血) の関与が指摘されている<sup>25)</sup>。Møllerら<sup>31)</sup> によると、キツネではVER値がピークを示す1~2日前に血漿エストラジオール- $17\beta$ 濃度が最大値に達し、それに伴いLHサージ (期間は1~3日) が誘発され排卵が起こるといふ。血漿エストラジオール濃度が最大値となる時期は外陰部の湿潤腫脹と一致することから、その1~2日後の腔粘液の粘稠度の増加が電気抵抗を増大させVERの高値に繋がったと考えられた。

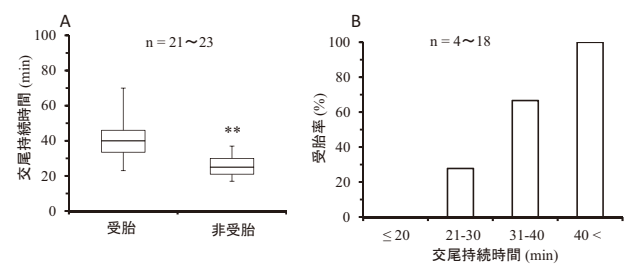


図3 雌アカキツネの交尾持続時間(A)と受胎率(B)

\*\* $P < 0.01$  vs. 受胎群

### 3. アカキツネにおける精液採取と人工授精法の検討<sup>32)</sup>

近親交配を避け多様な毛色のキツネを計画的かつ長期的に維持するためには、多数の優秀な種雄の確保・維持が必須であることから、人工授精法の確立を試みた。人工授精には繁殖率の向上や遺伝的多様性の維持のほか、少数の優秀な種雄の精液を安定的に供給できる利点がある。そこで、キシラジン鎮静下での電気刺激射精法<sup>33, 34)</sup>で精液を採取し、入手が容易で調整済の牛用精液増量希釈剤<sup>35)</sup>が応用できるか検討した。

電気刺激器 (One channel type for mammals、富士平、東京) で採取した精液は外観から尿の混入が無いことを確認後、直ちに $32^{\circ}\text{C}$ の恒温槽に置き、精液量をマイクロピペットにより計測した。精子数はトーマ式血球計算盤 (Hem cytometer、富士平) により顕微鏡下で算出した。精子生存指数は加温装置 (Microwarm Plate MP-1000、北里コーポレーション、静岡) を取り付けた精子活力計算盤 (Horwell

chamber、富士平)を用い顕微鏡下(20~400倍)に観察した。精子生存指数は牛精子の標準的な精子活力基準法<sup>35)</sup>に従いスコア化した。

人工授精は無麻酔下、腹壁を介し子宮頸管を保持し、精液注入器(今回考案)<sup>32)</sup>のプロープを頸管深部に挿入して行った。子宮頸管は非繁殖期には小さくかつ細く体外から触知することは困難であるが、発情期になると硬く太くなり触知可能となる。新規精液注入器は外筒や内筒の位置や角度からプロープ先端部を認知することが可能で頸管深部まで誘導できる利点がある。

精液採取には周波数60Hzで電圧3~4V、2~4サイクルで良好で再現性のある精液量(0.41~0.42mL)及び精子数(555~629×10<sup>6</sup> cells/mL)が得られた(図4)。

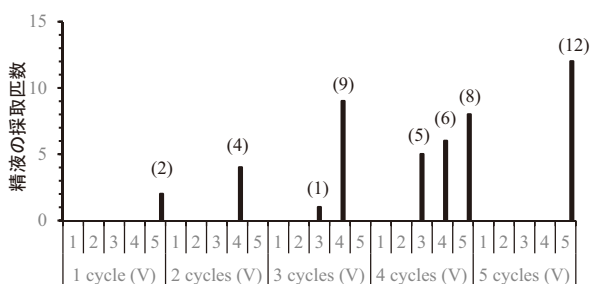


図4 雄アカキツネにおける電気刺激のサイクル数、電圧(V)と精液の採取匹数

1 cycle : 周波数60ヘルツで、1秒通電 - 1秒休止の間隔で  
1Vから5Vまで電圧を上げる操作。( )内は匹数

しかし、電圧を5Vまで上げると採精率は高まるが(図5A)、精子数は減少し( $p < 0.01$ )、個体によっては苦痛症状を呈したため5Vは除いた(図5B)。なお使用した雄キツネ71頭のうち47頭で精液が採取され、採精成功率は66.2%であった。

3~4Vで精液を採取した雄キツネ25頭のうち、精子数及び精子生存指数を基に、実際の人工授精には20頭の種雄キツネを選別した。凍結融解時の精子生存指数は精液を液体窒素中で保存(8日間~52週間)し、その後融解して凍結の影響を調べた。精子生存指数は凍結前(65.0±3.8)に比べ凍結融解後(46.5±2.5)有意に低下し、平均低下率は28.5%であった。しかし、保存期間8日間と52週間との間

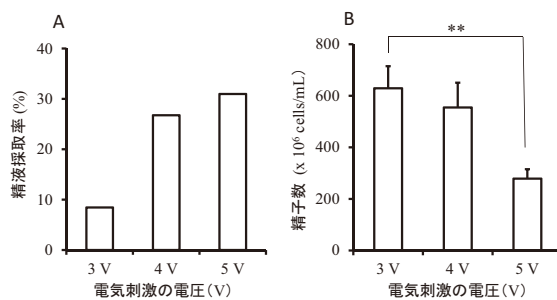


図5 雄アカキツネにおける電気刺激の電圧(V)と精液採取率(A)と精子数(B)

\*\* $p < 0.01$  n = 6~22

では精子生存指数の低下率に差が見られなかった。本条件下における人工授精における受胎率は、81.3% (13/16頭)であった。この結果はアカキツネあるいは亜種である銀キツネでの既結果<sup>14, 15, 36)</sup>とほぼ一致していた。牛用精液希釈液はキツネ用精液希釈液とは(モル濃度には差異があるものの)構成成分はトリス緩衝液を主体としたものであることから、代替希釈液として応用できると考えられた。

#### 4. アカキツネの自然交配と人工授精における受胎プロファイル<sup>37)</sup>

アカキツネの今後の繁殖研究の一助にするために、これまでに得られた自然交配データ(実施期間: 2012~2017年)と人工授精データ(2015~2017年)における受胎率、妊娠期間及び新生子数の受胎プロファイルを回顧的に解析した。自然交配では特に同一雄キツネと1~3回交尾(最大3回)させて、交尾回数毎の受胎率、妊娠期間及び新生子数を求めた。また、自然交配と人工授精について、初産と経産間で受胎プロファイルに差異があるかも解析をした。

自然交配の総受胎率67.7% (65/96頭)は、人工授精の受胎率82.4% (28/34頭)に比べやや低かったが有意差はみられなかった。自然交配において、同一雄との3回交尾での受胎率85.7% (24/28頭)は、1回交尾の55.8% (24/43頭)や2回交尾の68.0% (17/25頭)に比べ高い傾向にあり、1回と3回交尾間には有意差が認められた( $p < 0.05$ , 表1)。これは交尾回数を重ねることで雌キツネの性機能が刺激、特に交尾刺激によりエストロジェン濃

度が高まり、卵子の成熟に繋がった可能性が考えられた。この事象はマウスでのフェロモンコミュニケーションの1つとして知られている“Vandenbergh 効果<sup>38)</sup>”（未成熟雌の群れに雄を入れると雌の性成熟が急速に高まる）に類似していた。

妊娠期間（52～56日）及び産子数（3～5頭）は交尾回数の影響がみられなかった（表1）。また、自然交配（初産30頭、経産35頭）と人工授精（初産12頭、経産16頭）とも出産回数は妊娠期間や産子数に影響しなかった。

なお、本実験で採用した分娩哺育箱（入口がトンネル状で内部が3つ区切られ完全に光を遮断した構造）は、入口が広く部屋の区切がない伝統的な巣箱に比べ、ヒトとの接触を最小限にするよう設計<sup>39)~42)</sup>されている。このことが常に一定の産子数が得られた要因と考えられた。

表1 過去6年間の自然交配と人工授精の受胎プロフィール

項目	自然交配 <sup>a)</sup>			
	1回交尾	2回交尾	3回交尾	人工授精
n数	43	25	28	34
受胎率 <sup>b)</sup> (%)	55.8	68.0	85.7*	82.4
妊娠期間(日)	53.3 ± 0.2 <sup>c)</sup>	52.1 ± 0.3	52.4 ± 0.3	53 ± 0.2
産子数	3.7 ± 0.2	4.2 ± 0.3	4.3 ± 0.2	4.4 ± 0.2

<sup>a)</sup> 自然交配では同一雄と最大3回交尾させた

<sup>b)</sup> 受胎キツネ数 / 使用した雌キツネ数

<sup>c)</sup> 平均値 ± 標準誤差

\*  $p < 0.05$  vs. 1回交尾群 (Chi-squared test)

## まとめ

本研究の結果から、アカキツネの基準値は獣医療や研究現場で利用できると判断した。また、アカキツネは発情期にVERが高値となり、交尾持続時間が長くなると受胎率が高まること、アカキツネの精液採取には限定された電気刺激条件が存在し、牛用精液希釈剤はアカキツネの人工授精に応用可能であることが明らかとなった。さらに、アカキツネの自然交配及び人工授精の回顧的なデータは今後の繁殖研究の一助となると考えられた。

以上、本研究で得られたアカキツネでの基礎データは、安定した繁殖成績の維持向上に寄与するとともに、種の多様性維持にも役立つと考えられた。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり終始懇篤にご指導、ご鞭撻を賜りました岩手大学農学部共同獣医学科 佐藤 繁教授及びNPO法人いわて野生生物疾病研究センター理事長 古濱 和久博士に深甚なる謝意を表します。

## 引用文献

- 1) 塚田英晴 (1997) 知床国立公園におけるキタキツネ (*Vulpes vulpes schrenchi*) の外部形態、繁殖期、リッターサイズ、生存率および食性について、知床博物館研究報告, 18, 35~43.
- 2) 塚田英晴 (2016) 野生動物管理 理論と技術、第32章 中・小型哺乳類の個体群と生息地の管理技術、羽山伸一、三浦慎悟、梶光一、鈴木正嗣編, pp. 451~465, 文永堂, 東京
- 3) Forsberg, M., J. A. Fougner, P. O. Hofmo, et al. (1990) Effect of melatonin implants on reproduction in the silver fox (*Vulpes vulpes*), J. Reprod. Fertil., 88, 383~388.
- 4) Deplazes, P., D. Hegglin, S. Gloor, et al. (2004) Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*, Trends Parasitol., 20, 77~84.
- 5) Kamiya, M., J. T. Lagapa and Y. Oku (2007) Research on targeting sources of alveolar echinococcosis in Japan, Comp. Immunol. Microbiol., Infect. Dis., 30, 427~448.
- 6) Nonaka, N., M. Kamiya and Y. Oku (2006) Towards the control *Echinococcus multilocularis* in the definitive host in Japan, Parasitol. Int., 55, S263~266.
- 7) 高橋健一、浦口宏二、Thomas Romig他 (2002) キツネ用駆虫薬入りベイトを用いたエキノコックス症感染症源対策法の検討、道衛生研究報, 52, 61~63.
- 8) 山本裕彦 (2017) 主な日本産鳥類・哺乳類の血液性状参考値、野生動物救護ハンドブック 日本産野生動物の取り扱い、野生動物救護ハンドブック編集委員会編, 第7版, pp. 66, 文永堂, 東京
- 9) 日本実験動物学会 (1987) 動物実験に関する指針、実験動物, 36, 285~288.
- 10) 谷津實、佐藤光寛、一條俊浩 他 (2018) 展示飼育下の健康アカキツネにおけるバイタルサインと臨床検査値の基準範囲、日獣会誌, 71, 581~585.
- 11) Benn, D. M., D. B. Mckeown and J. H. Lumsden (1986) Hematology and biochemistry reference values for the ranch fox, Can. J. Vet. Res., 50, 54~58.
- 12) Zhan, Y-M., J. Yasuda and K. Too (1991) Reference data on the anatomy and serum biochemistry of the silver fox, Jpn. J. Vet. Res., 39, 39~50.
- 13) Zhan, Y-M., J. Yasuda and K. Too (1997) Reference data on the anatomy, hematology and biochemistry of 9-month-old silver foxes, Jpn. J. Vet. Res., 45, 13~19.
- 14) Farstad, W. (1998) Reproduction in foxes: current research and future challenges, Anim. Reprod. Sci., 53, 35~42.

- 15) Fougner, J. A. (1989) Artificial insemination in fox breeding, *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 39, 317~323.
- 16) Schalam, O. W., N. C. Jain and E. J. Carroll (1975) *Veterinary Hematology*, 3<sup>rd</sup> ed., pp. 807, Lea and Febiger, Philadelphia.
- 17) 鬼頭克也 (2014) 付表2 臨床検査項目の基準範囲, 獣医内科学小動物編, 日本獣医内科学アカデミー編, 岩崎利郎ら監修, 第2版, pp. 665-672, 文永堂, 東京
- 18) McCurnin, D. M. (1985) *Clinical textbook for veterinary technicians*, pp. 216~217, Saunders., Philadelphia.
- 19) 大西堂文, 猪熊壽, 大野耕一 他 (2000) レーザー免疫比ろう法による健常犬および疾患犬におけるC-反応性蛋白の測定, *日獣会誌*, 53, 595~601.
- 20) Panakoval, L., H. Koch, S. Kolb, et al. (2008) Thyroid testing in Sloughis, *J. Vet. Intern. Med.*, 22, 1144~1148.
- 21) Yatu, M., M. Sato, J. Kobayashi, et al. (2018) Predicting conception in red foxes (*Vulpes vulpes*) by monitoring vaginal electrical resistance with coital-lock time, *Jpn. J. Vet. Res.*, 66, 215~220.
- 22) Boue, F., A. Delhomme and S. Chaffaux (2000) Reproductive management of silver foxes (*Vulpes vulpes*) in captivity, *Theriogenology*, 53, 1717~1728.
- 23) Forsberg, M., J. A. Fougner, P. O. Hofmo, et al. (1989) Photoperiodic regulation of reproduction in the male silver fox (*Vulpes vulpes*), *J. Reprod. Fertil.*, 87, 115~123.
- 24) Forsberg, M., J. A. Fougner, P. O. Hofmo, et al. (1990) Effect of melatonin implants on reproduction in the male silver fox (*Vulpes vulpes*), *J. Reprod. Fertil.*, 88, 383~388.
- 25) Leidl, W. and R. Stolla (1976) Measurement of electric resistance of the vaginal mucus as an aid for heat detection, *Theriogenology*, 6, 237~249.
- 26) 武石秀一, 松岡恭二, 池田哲 他 (2007) 次世代型センシング技術を用いた家畜精密飼養管理技術の確立 ア 膈内粘液電気抵抗値を利用した家畜管理システムの開発, 大分県産業科学技術センター 平成19年度試験成績報告書, 36, 36~40.
- 27) Günzel, A.-R., P. Koivisto and J. A. Fougner (1986) Electrical resistance of vaginal secretion in the bitch, *Theriogenology*, 25, 559~570.
- 28) Farstad, W., J. A. Fougner and C. G. Torres (1992) The effect of sperm number on fertility in blue fox vixens (*Alopex lagopus*) artificially inseminated with frozen silver fox (*Vulpes vulpes*) semen, *Theriogenology*, 37, 699~711.
- 29) Farstad, W., J. A. Fougner and C. G. Torres (1992) The optimum time for single artificial insemination of blue fox vixens (*Alopex lagopus*) with frozen-thawed semen from silver foxes (*Vulpes vulpes*), *Theriogenology*, 38, 853~865.
- 30) Mondain-Monval, M., B. Dutourne, M. Bonnin-Laffargue, et al. (1977) Ovarian activity during the anoestrus and the reproductive season of the red fox (*Vulpes vulpes L.*), *J. Steroid Biochem.*, 8, 761~769.
- 31) Møller, O. M., M. Mondain-Monval, A. Smith, et al. (1984) Temporal relationships between hormonal concentrations and the electrical resistance of the vaginal tract of blue foxes (*Alopex lagopus*) at pro-oestrus and oestrus, *J. Reprod. Fertil.*, 70, 15~24.
- 32) Yatu, M., M. Sato, J. Kobayashi, et al. (2018) Collection and frozen storage of semen for artificial insemination in red foxes (*Vulpes vulpes*), *J. Vet. Med. Sci.*, 80, 1762~1765.
- 33) Ishikawa, A., M. Matsui, H. Sakamoto, et al. (2002) Cryopreservation of the semen collected by electroejaculation from the Hokkaido brown bear (*Ursus arctos yesoensis*), *J. Vet. Med. Sci.*, 64, 373~376.
- 34) Platz, C. C. Jr., D. E. Wildt, J. G. Howard, et al. (1983) Electroejaculation and semen analysis and freezing in the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*), *J. Reprod. Fertil.*, 67, 9~12.
- 35) 家畜繁殖学会編 (1992) 新繁殖学辞典, pp. 315~316, 文永堂, 東京
- 36) Fougner, J. A. and M. Forsberg (1987) Effect of different sperm numbers on fertility after artificial insemination of foxes, *Acta. vet. Scand.*, 28, 403~407.
- 37) Yatu, M., M. Sato, J. Kobayashi, et al. (2019) Breeding profiles at the periparturient stage in captive red foxes (*Vulpes vulpes*) subjected to natural mating or artificial insemination in Japan, *J. Vet. Res.* (DOI: 10.2478/jvetres-2019-0031) .
- 38) Vandenberg, J. G., J. M. Whitsett and J. R. Lombardi (1975) Partial isolation of a pheromone accelerating puberty in female mice, *J. Reprod. Fertil.*, 43, 515-523.
- 39) Braastad, B. O. (1996) Behaviour of silver foxes in traditional breeding boxes and in boxes with an entrance tunnel, *Anim. Welfare*, 5, 155~166.
- 40) Pyykönen, T., L. Ahola, S. Hänninen, et al. (2009) A note on the reproductive success of primiparous blue fox vixens in social groups, *Anim. Reprod., Sci.*, 112, 409~414.
- 41) Pyykönen, T., S. Hänninen, M. Mohaibes, et al. (2008) The effect of a combination of permanent breeding cage and low housing density on the reproductive success of farmed blue foxes, *Anim. Reprod. Sci.*, 106, 255~264.
- 42) Pyykönen, T., J. Mononen, L. Ahola, et al. (2005) Periparturient behaviour in farmed blue foxes (*Alopex lagopus*), *Appl. Anim. Behavior Sci.*, 94, 133~147.

### プロフィール

1945年生まれ

1968年3月 岩手大学農学部獣医学科卒業

1968年4月 宮城県農業共済組合連合会に勤務

2003年5月 (株)共済薬事取締役に就任

2006年3月 宮城県農業共済組合連合会を退職

2006年4月 宮城県農業共済組合連合会嘱託獣医師の契約

2008年11月 エム動物病院開業

2011年3月 宮城県農業共済組合連合会嘱託獣医師を解約

現在に至る

2019年3月 博士(獣医学)学位取得(岐阜大学大学院連合獣医学研究科)

「展示飼育下のアカキツネにおける繁殖成績の向上に関する研究」