

オウム目鳥の羽毛損傷行動に関する研究

日本大学大学院獣医学研究科獣医学専攻

博士課程

海老沢 和荘

2022

目次

第1章 諸論	pp. 3
第1節 飼育下のオウム目鳥における羽毛損傷行動	pp. 4
第2節 ストレスへの対処戦略としての羽毛損傷行動	pp. 8
第3節 不適応行動としての羽毛損傷行動	pp. 10
第4節 羽毛損傷行動の育雛方法の影響	pp. 12
第5節 病理的原因による羽毛損傷行動	pp. 13
第6節 本研究の目的	pp. 14
第2章 オウム目鳥の羽毛損傷行動有病率と危険因子に関する研究	pp. 17
第1節 はじめに	pp. 18
第2節 材料および方法	pp. 19
第3節 結果	pp. 30
第4節 考察	pp. 41
第5節 小括	pp. 48
第3章 コザクラインコの羽毛損傷行動有病率と危険因子に関する研究	pp. 49
第1節 はじめに	pp. 50
第2節 材料および方法	pp. 51
第3節 結果	pp. 54
第4節 考察	pp. 60
第5節 小括	pp. 62

第4章 コザクラインコにおける異なる育雛方法によるコルチコステロン	
代謝物排泄への影響に関する研究	pp. 63
第1節 はじめに	pp. 64
第2節 材料および方法	pp. 66
第3節 結果	pp. 72
第4節 考察	pp. 75
第5節 小括	pp. 77
第5章 総括	pp. 78
謝辞	pp. 92
参考文献	pp. 93

第 1 章
諸論

第1節 飼育下のオウム目鳥における羽毛損傷行動

飼育下のオウム目 (Psittaciformes) 鳥には、自らの嘴で羽毛を引き抜くまたは噛み切る「羽毛損傷行動 (Feather damaging behavior)」、頻繁に叫び続ける「雄叫び」、「ヒトに向けられた繁殖行動」、「恐怖症」、「常同行動」など多様な行動障害の発生が多く報告されている [21, 62, 71]。これらの行動障害は、不適切な飼育環境、人工育雛による早期母性剥奪、社会的孤立から生じることが示唆されている [35, 62, 70, 71, 93]。これらの行動の中でも、羽毛損傷行動は、飼い主および獣医師に最も一般的に認識されている行動障害である [80]。羽毛損傷行動による羽毛の喪失や損傷は、一部の飼い主には飼育個体の見た目の美しさを損なう結果と捉えられるが、その本質は動物福祉の低下を意味し、獣医学的問題と考えられるため、過去 20 年以上に渡り注目されている [105]。

羽毛損傷行動には、嘴で羽毛を引き抜く「毛引き」 (Feather picking, Feather plucking) (図 1) の他、嘴で羽毛を噛み切る「毛噛み」 (Feather biting, Feather chewing, Feather fraying) (図 2) があり、時に自咬 (図 3) して羽囊に損傷を与えて羽毛の正常な再生を阻害することもある [44, 89]。羽毛損傷行動と脱羽を示す他の疾患との鑑別は、羽毛損傷行動の場合、嘴が到達できない頭部羽毛および冠羽に正常な羽毛が残存することが鑑別の基準となる [34, 44]。

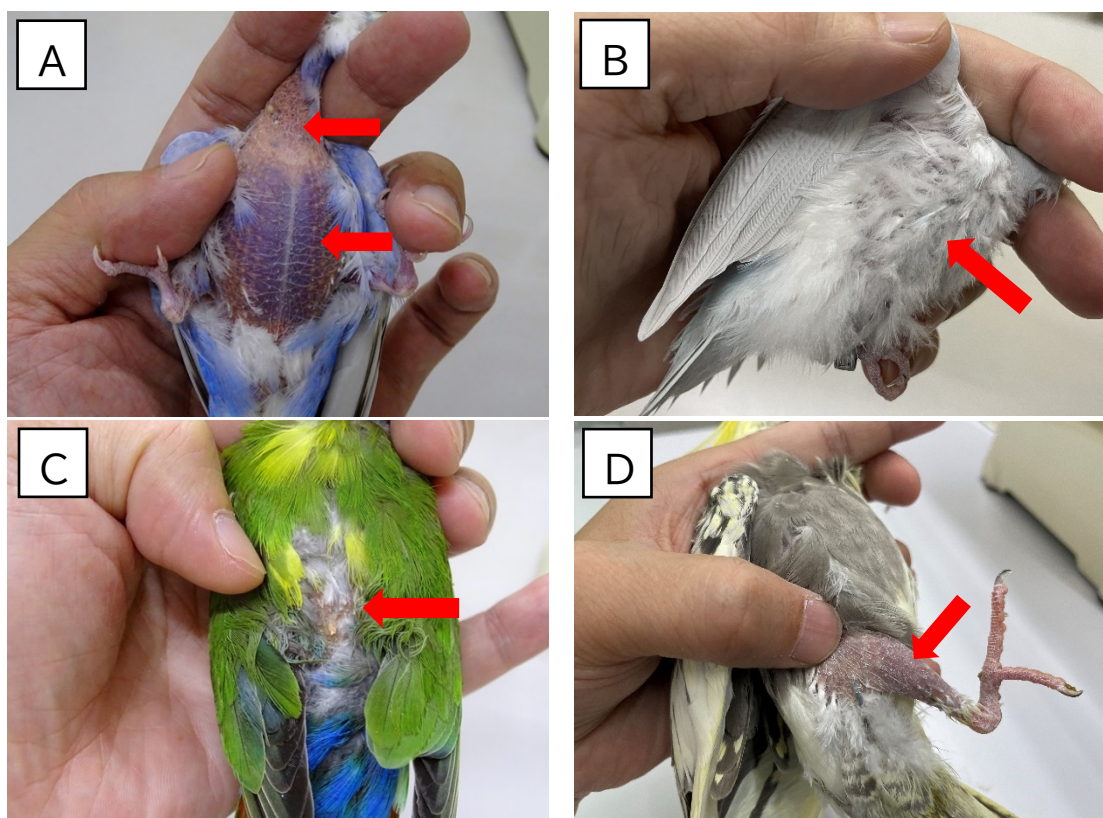


図1 オウム目鳥に見られる毛引き (Feather picking, Feather plucking) 症例

[A] 頸部から胸部にかけて毛引きが見られたセキセイインコ (*Melopsittacus undulatus*)

[B] 翼下から側腹部にかけて毛引きが見られたマメルリハインコ (*Forpus coelestis*)

[C] 腰部の毛引きが見られたコザクラインコ (*Agapornis roseicollis*)

[D] 脚部の毛引きが見られたオカメインコ (*Nymphicus hollandicus*)

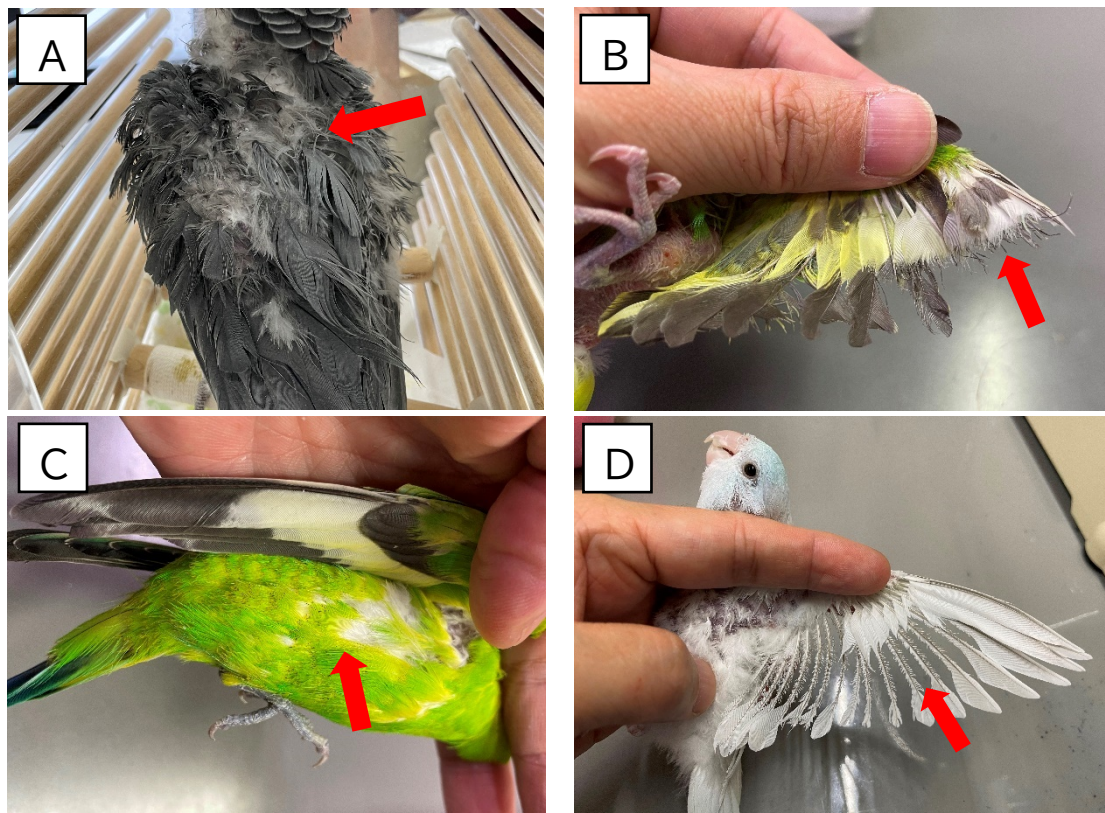


図2 オウム目鳥に見られる毛噛み (Feather biting, Feather chewing, Feather fraying) 症例

[A] 雨覆の羽軸の毛噛み (Feather biting と Feather chewing) が見られたヨウム (*Psittacus erithacus*)

[B] 風切羽の羽軸の毛噛み (Feather biting) が見られたセキセイインコ

[C] 腰部正羽の羽弁の毛噛み (Feather fraying) が見られたセキセイインコ

[D] 風切羽の羽弁の毛噛み (Feather fraying) が見られたマメルリハインコ

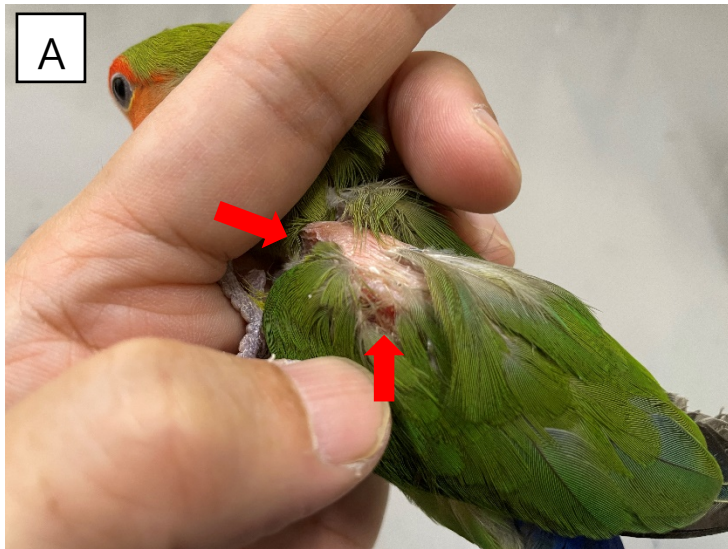


図3 オウム目鳥に見られる自咬症例

[A]左手根部および肘部に自咬が見られたコザクラインコ

[B]左胸部に自咬が見られたセキセイインコ

羽毛損傷時には、主に頸部、胸部、腹部、翼下、腋窩、内股、脚の羽毛が引き抜かれるか、噛み切られ[44, 103]、多くは、胸部の羽毛を引き抜くことが多い [77, 88, 103]。羽毛の部位としては主に正羽と綿羽を損傷するが、尾羽と風切羽が損傷することもあり、この場合は噛み切られることが多い。羽毛損傷行動は、通常自らに対して見られるが、複数個体がケージに収容されている場合は、時折同居個体または幼鳥に対して見られることがある。この場合の標的は主に頭部と顔である [31, 62, 106]。興味深いことに、これらは個体間で相互に羽繕いを行う部位でもある [103]。また場合によっては自咬に発展し、断続的な出血や感染などの獣医学的問題を起こすことがある [34, 88, 89]。また自咬による軟部組織損傷はオウム類、特にオオバタン (*Cacatua moluccensis*)、タイハクオウム (*Cacatua alba*) に見られることが多い [88]。

第2節 ストレスへの対処戦略としての羽毛損傷行動

羽毛損傷行動は、孤独、退屈、欲求不満または不適切な環境によるストレスへの対処戦略と考えられている [59, 89]。飼育下の鳥類は、不適切な飼育環境や管理によって様々なストレスに暴露されており、Lantermann [57] は、次の三つの要因が羽毛損傷行動を引き起こす可能性があるとして提案している。すなわち、(1) ケージの大きさがしばしば鳥の動きを制限している。(2) ケージの構造が、オウム目鳥の高い感受性、知能、行動のニーズを十分に満たすことができ

ていない。(3)ケージでの1羽飼いは、鳥の高度な社会性を満たすことができない。

飼育下の鳥類は、同種から隔離されていることが多いが、オウム目鳥は高度な社会があり、野性下では安定した群れで生活しているため、孤独な生活には向いていない可能性がある[25, 78, 95]。飼育下条件における社会的孤立、または配偶者の剥奪は、分離不安、孤独、退屈、性的欲求不満、注意喚起行動につながる可能性があり、これらの因子はすべて羽毛損傷行動の発症に影響する可能性があるが、これらの仮説を検証する実証研究は行われていない[21, 106]。飼育下のオウム目鳥には、同種または飼い主のいずれかとの社会的交流が重要であり、どちらと交流するかは育雛方法に依存する[93, 96]。ほとんどのオウム目鳥は一夫一婦制であり、生涯にわたってペアになることが多く、形成される絆は強固である[95]。よって、配偶者が突然いなくなると、ストレスとそれに伴う羽毛損傷行動が生じるという仮説が提唱されている[96]。

羽毛損傷行動の発症には、突然の変化といった予測不能な環境が影響することが示唆されている[88, 108]。飼育する部屋の扉の近くに置かれたケージで飼育されているキノデボウシインコ (*Amazona amazonica*) は、扉から離れた場所に置かれたケージで飼育されている個体より、有意に高い羽毛損傷行動を示した[37]。この研究では、突然部屋の扉が開くといった変化が急性ストレスの原因となった可能性がある。さらにこの研究では羽毛損傷行動が鳥間で伝播するかも調査されたが、隣接するケージで飼育される鳥の羽毛損傷行動レベルに

相関は認められなかった。

犬や猫をはじめとする他の動物との同室での飼育および接触は、鳥にとってストレスとなり、羽毛損傷行動の発症に影響する可能性がある[96]。さらに鳥が羽毛損傷行動をしている時に、鳥を罰したり、注意をそらそうとするといった飼い主の対応は、鳥にとって飼い主の関心を得られたことが報酬となり、羽毛損傷行動を強化する可能性がある[62]。

オウム目鳥のメスは、繁殖期に営巣および抱卵のために自ら腹部の羽毛を引き抜くが[79]、羽毛損傷行動が繁殖期に合わせて観察される場合、性ホルモンが関与している可能性がある[89, 96]。慢性的な繁殖行動[88]やオスのパートナーが得られないことによる性的欲求不満[24]は、ストレスとなり羽毛損傷行動の危険因子となり得る。

第3節 不適応行動としての羽毛損傷行動

不適応行動は、環境や生理的欲求に適応する行動が十分に取れない場合に見られる行動であり、ヒトの爪噛みである習慣的行動や野生とは異なる生活の時間配分の変化によって行われる羽繕い行動の増加などがある[44, 51]。Meehanらは、ニワトリの羽つつき (Feather pecking) において示唆されている「方向転換性フォーaging (Redirected foraging)」が羽毛損傷行動の根底にある動機であると推定した[69]。羽つつきは、養鶏における集団生活において発

生し、他の個体の羽毛を抜いてしまう行動障害である。フォーミングとは、エサ探し行動のことである。方向転換性フォーミングとは、エサを探したり、嘴でエサを操作する行動の代替として羽毛を損傷することへと方向転換したものである。羽毛損傷行動の方向転換性フォーミング仮説は、Lumeij と Hommers によっても提案されている [63]。飼育下の鳥と野生の鳥では、フォーミングに割り当てられる時間が大きく異なり、野生のキノデボウシインコ (*Amazona amazonica*) は、食物の探索、選択、操作に約 6 時間費やしているが [100]、飼育下では通常 30-72 分以内に採食している [83]。しかし単に時間配分の問題によって羽毛損傷行動の発展に影響しているのか、あるいは行動上の必要性が関与しているのかは明らかではない [63, 69]。

羽毛損傷行動は、羽繕いの置き換えとして生じる可能性があり [102]、さらに羽繕いは、リラックス効果があるためストレスに伴い増加する可能性が示唆されている [23]。羽繕い行動は、鳥が高い興奮状態にある後の緊張の解放と関連しており [22]、日常的な行動が妨げられている状況では、本来の目的から変位した羽繕い行動が観察されることもある [22, 98]。日常的に行われる行動の中でも優先度の低い羽繕いは、社会的交流やフォーミングなどの活動の直後に観察され、通常は睡眠前にも行われる [98]。羽繕いは、特定の状況、時間、居場所に結び付けられていないため、採食や社会的交流など優先度の高い行動の間に残された時間の隙間を埋めている。さらに興奮直後は皮膚の感度が増加することが確認されており、羽繕いによるリラックス効果が得られやすくなる

[102]。さらに羽繕いは脳の報酬系を活性化させ、 β エンドルフィンが放出されることから自己報酬行動と見なされている[104]。ストレスにより自己報酬行動が増加すると報酬系が過敏となり、自己報酬行動の制御が不能になる可能性がある [10]。これらの理論は、慢性ストレスが関係している時に羽繕いが対処戦略として機能している可能性があり、これはオウム目鳥の羽毛損傷行動でも同様の機序であると考えられ、不適切な環境で対処しようとする個体の適応行動と見なすことができる。そしてこの行動が日常的に継続すると最終的に異常反復行動に発展する可能性がある。さらに神経化学的変化や神経解剖学的変化によって、本来のストレス因子や環境障害がなくても、他の動物において報告されているのと同様に行動が持続する可能性がある[36]。

第4節 羽毛損傷行動の育雛方法の影響

羽毛損傷行動は、親鳥による自然育雛ではない育雛方法による異常な脳発達および神経化学変化から生じる行動障害または機能不全行動であることが示唆されている[31, 36]。羽毛損傷行動と育雛方法の関係性は、行動発達と新規性恐怖への影響が報告されている[15, 68, 70]。いくつかの研究は、育雛方法【野生捕獲、自然育雛、人工育雛】の重要性に焦点を当てており、育雛期間中の親の不在は、適切な自己および相互羽繕い行動や社会的行動、親和行動などの日常的な行動を学習できなくなることが指摘されている[93]。よって人工育雛

鳥における母性剥奪は、種特異的行動パターンの学習の失敗をもたらす可能性がある[106]。また、脳の発達の変化は、成長の初期段階においてすべき学習の欠乏の結果の可能性もある [36]。

育雛方法は、視床下部-下垂体-副腎 (Hypothalamic-Pituitary-Adrenal; HPA) 軸応答性に影響する可能性が示唆されている[17, 81]。鳥類の優位な副腎皮質ホルモンはコルチコステロンであり、糞中コルチコステロン代謝物濃度の上昇は慢性ストレスの存在を示す[76]。自然育雛のヨウム (*Psittacus erithacus*) には羽毛損傷行動の発生が極めて低く、自然育雛のヨウムと羽毛損傷行動を示す人工育雛のヨウムにおける糞中コルチコステロン代謝物濃度は、羽毛損傷行動を示す人工育雛のヨウムの方が有意に高く、羽毛損傷行動が慢性ストレスと関連し、人工育雛はHPA 軸応答性が亢進する可能性が示唆された。[17]。

第5節 病理的原因による羽毛損傷行動

病理的原因が基礎となって羽毛損傷行動を行うことが示唆されており、これにはアレルギー (接触/吸入/食物)、内部寄生虫、外部寄生虫、皮膚刺激(有害物質や医薬品)、皮膚乾燥、甲状腺機能低下症、肥満、疼痛、生殖器疾患、全身性疾患 (特に肝疾患および腎疾患)、低カルシウム血症、オウム類の嘴・羽毛病 (Psittacine Beak and Feather Disease; Pbfd)、線胃拡張症、仙痛、

ジアルジア症、クラミジア症、気嚢炎、重金属中毒症、細菌性または真菌性の羽嚢炎、遺伝的羽毛異常、栄養欠乏（特にビタミンA）、栄養アンバランス、新生物などがある[21, 88, 96]。さらに不適切な風切羽クリッピングといった医原性の原因も報告されている[105]。病理的原因が基礎となって見られる羽毛損傷行動は、病理的原因が治癒あるいは改善することによって行動が消失するため、行動障害としての羽毛損傷行動とは区別する必要がある。そのため羽毛損傷行動のオウム目鳥を診察する獣医師は、潜在的な病理的問題を除外するために身体検査、そ嚢液検査、糞便検査、X線検査、血液生化学検査、遺伝子検査（特に脱羽や羽毛形成不全を主徴候とするPBFD）を行うことにより、鑑別診断を実施すべきである[21, 30, 56, 77, 107]。

第6節 本研究の目的

国内におけるペットとしての鳥類の飼育は、近年のコロナ禍の影響も受けて年々人気を博している。国内で飼育される鳥類の多くは、オウム目のインコ・オウム類またはスズメ目のフィンチ類であり、多数の鳥種が入手可能である。しかしそれぞれの鳥種の飼育に関する情報は十分とは言えず、獣医師であっても適切な飼育指導ができていないのが現状である。不適切な飼育環境が羽毛損傷行動の原因となることは獣医師および飼い主によく知られているが、我々の知る限り、国内において飼い鳥の羽毛損傷行動に関する調査は行われてこなか

った。そこで我々は、羽毛損傷行動がスズメ目鳥よりも多く発生するオウム目鳥に焦点を当てた。

第2節および第3節で述べたように行動障害としての羽毛損傷行動の原因は、不適切な環境や欲求不満によるストレスへの対処戦略、環境や生理的欲求に適応する行動が十分に取れない場合に見られる不適応行動であることが示唆されている。そこで最初にオウム目鳥の飼い主向けのアンケートを作成してインターネット調査を実施し、羽毛損傷行動の有病率および危険因子に関する研究を行った（第2章）。この研究の結果、オウム目鳥全体を通した羽毛損傷行動の有病率と危険因子が明らかとなった。そこで我々は次に、鳥種別の羽毛損傷行動の有病率および危険因子に関する研究を計画した。第2章の研究において、国内で飼育される個体数の多い鳥種の中で羽毛損傷行動有病率が比較的高い鳥種は、ラブバード類 (*Agapornis* spp.) であった。ラブバード類には、コザクラインコ (*A. roseicollis*)、キエリクロボタンインコ (*A. personatus*)、ルリコシボタンインコ (*A. fischeri*) の3種が含まれたが、そのなかでも90.3%がコザクラインコであったため、第3章の研究種としてコザクラインコを選択した。最後に第5節で述べたように羽毛損傷行動は、人工育雛による異常な脳発達および神経化学変化から生じる行動障害または機能不全行動であることも示唆されていることから、オウム目鳥に適した育雛方法を特定する必要がある。そこで第4章では、コザクラインコに適した育雛方法を調査するため、被験鳥を(1) 羽毛損傷行動のない人工育雛鳥、(2) 羽毛損傷行

動を示す人工育雛鳥、(3) 共同育雛の3群に分類し、コザクラインコの糞中コルチコステロン代謝物濃度を比較して羽毛損傷行動への育雛方法の影響を評価した。

第 2 章

オウム目鳥の羽毛損傷行動有病率と危険因子に関する研究

第1節 はじめに

羽毛損傷行動は、ペットとして飼育されるオウム目鳥に一般的に見られる行動障害である [14, 37]。羽毛損傷行動はペットの飼い主や飼育員、臨床医にとって厄介な問題であり、一般的にアニマルウェルフェアの低下を示唆している [37, 64, 72]。羽毛損傷行動には毛引き (picking and plucking)、毛噛み (chewing, fraying, and biting) が含まれ [44, 50, 105]、皮膚または筋肉の自咬を含めることもあり、自咬は羽毛の正常な再生を阻害する [89]。オウム目鳥全体の羽毛損傷行動有病率は、10-17.5%であると推定されている [16, 39, 42, 67]。鳥種間における羽毛損傷行動有病率には、違いが認められている [38, 96]。

羽毛損傷行動は、不適切な環境や劣った飼育方法によるストレスへの対処戦略と考えられている [60, 89]。羽毛損傷行動の原因には、退屈 (環境エンリッチメントまたはフォーミング機会の不足、不適當なケージ・サイズまたは形状など) [62, 63, 69, 96]、環境ストレス (放鳥不足、仲の悪い鳥との生活など) [16, 37, 49]、孤独 (社会的隔離、選好する飼い主の不在など) [54, 93, 105]、分離不安 [40, 96, 105] と性的欲求不満 (慢性的な繁殖行動) [21, 62] が報告されている。さらに性別 [16, 49]、年齢 (成鳥) [67]、入手先 (保護や譲渡、ペットショップなど) [40, 49]、人工育雛 [16, 93]、8時間以上の放鳥 [40]、睡眠時間 (8時間以上) [49] 羽毛損傷行動の危険因子として示唆されている。そ

れに対して、1日につき4時間以上人と交流することが羽毛損傷行動の予防につながる可能性が示唆されている[40]。

羽毛損傷行動の発症に関与する情報を蓄積するには、症例対照研究が必要であるが、研究数が相対的に不足している[91]。羽毛損傷行動に関するより正確な情報は、羽毛損傷行動鳥のより良好な治療を容易にするだけでなく、羽毛損傷行動発症の予防につながる可能性がある。国内でもペットオウム目鳥における羽毛損傷行動はしばしば観察されるが、我々の知る限りでは、その有病率と危険因子は調査されてこなかった。本章の目的は、日本のペットオウム目鳥の羽毛損傷行動の有病率を推定して、羽毛損傷行動と潜在的危険因子との関係を評価することである。我々は、高度に社会性動物であるオウム目鳥が、ヒト、同種鳥、その他の鳥と動物の存在がどのように羽毛損傷行動に影響を及ぼすかに注目した。さらに分離不安が羽毛損傷行動を引き起こすかどうか、そしてヒト、同種鳥、他の鳥と動物の存在が羽毛損傷行動を予防することができるかどうかについて調査した。

第2節 材料および方法

母集団およびデータ収集

オンライン・アンケートは Google Forms

(<https://www.google.com/forms/about/>) を用いて作成した。すべての参加者

は著者のウェブサイト (<https://www.yokohamabirdclinic.jp>)、インターネットフォーラムおよびソーシャルネットワークの告知を通して国内全域を対象に募集を行った。参加者は、2羽以上の鳥がいた場合、最大5羽の鳥に回答することができた。調査は2018年10月から2019年1月までの16週間実施した。参加者はアンケートに答える前に同意が求められた。同意を得るには、[はい] ボタンをクリックし、参加者の名前を入力した。この研究は、参加者のプライバシーと機密性を確保し、データが科学研究の目的にのみ使用されることを保証するために細心の注意を払って実施した。羽毛損傷行動または非羽毛損傷行動の回答数のバイアスを避けるため、参加者には調査の目的は行動障害の研究であると説明した。

アンケート

先行研究 [16, 39, 40, 49, 67] およびレビュー論文 [41, 105] に報告されている羽毛損傷行動の危険因子に基づいて、独自のアンケートを作成した。アンケートには合計26問の質問を設定した(表1)。鳥種はプルダウンリストから選択することができた。鳥種がリストにない場合、または正確な種がわからない場合は、飼い主が記入欄に鳥種を入力することができた。鳥が飛べるかどうか確認するために風切羽のクリッピングの有無を聴取した。野生で捕獲された鳥は、日本のペットショップでは入手できないため、入手先としてリストされなかった。育雛方法は、人工育雛(ヒトがさし餌を与えて育てる)、自然育雛

(親鳥が育てる)、共同育雛(親鳥が育て、ヒトが日に数回雛を触ってヒトに馴れさせる)の3つに分類した。水浴び/霧吹きの高頻度に関する質問は、月に1回以下を「まれ」、週に1回程度を「毎週」、ほぼ毎日を「毎日」と定義し、羽毛が濡れる高頻度と羽毛損傷行動の関係を評価した。生鮮食品は野菜および/または果物と定義した。ヒトの食べ物は生鮮食品を除く食品とし、週1回程度を「時々」、ほぼ毎日を「いつも」とした。

羽毛損傷行動は毛引きおよび毛噛みと定義した。羽毛損傷行動があると回答した参加者には、さらにいつから見られるかを聴取した。常同行動は、過剰な羽繕い、頻繁な雄叫び、ワイヤー噛み、空咀嚼、食物操作、嘴擦り付け、頻繁な羽ばたき、ペーシング、止まり木上の回転と定義した[71, 84, 105]。繁殖行動は求愛行動、交尾行動、営巣行動と定義した[101]。分離不安に関する項目は、専門家による診断ではなく、定義された行動の有無を飼い主が判断するため、分離不安徴候とした。分離不安徴候は、飼い主が家を離れる時の呼び鳴きや自発運動(ペーシングおよび羽ばたきなど)、飼い主不在時の食欲減退や破壊行動と定義した[9, 66, 82]。分離不安徴候の有無は、飼い主が家を出る時の鳥の行動と飼い主が帰宅した時のケージ内の状態に基づいて飼い主が判断した。各行動に定義された用語の詳細な説明は、表2に記載した。

表 1. 日本で飼育されるオウム目鳥を対象としたアンケート質問と予測子

質問	選択肢	予測子
1. あなたの性別を教えてください	男性 女性	飼い主の性別
2. あなたの年齢を教えてください	プルダウンリスト	飼い主の年齢
3. 結婚されていますか?	はい いいえ	婚姻の有無
4. お子さんはいますか?	はい いいえ	子供の有無
5. 家族人数を教えてください	プルダウンリスト	家族人数
6. 鳥種を教えてください	プルダウンリスト 自由記入欄	鳥種
7. 鳥の性別を教えてください	オス メス 不明	鳥の性別
8. 鳥の年齢を教えてください	プルダウンリスト 不明	鳥の年齢
9. 風切羽のクリッピングはしていますか?	はい いいえ	クリッピング
10. 鳥の入手先を教えてください	ペットショップ／ブリーダー 自家繁殖 譲渡 迷鳥 不明	入手元

表 1. 日本で飼育されるオウム目鳥を対象としたアンケート質問と予測子
(続き)

質問	選択肢	予測子
11. 鳥の雛の育てた方法を教えてください	飼い主による人工育雛 ペットショップでの人工育雛 自然育雛 共同育雛 不明	育雛方法
12. 他に鳥または動物を飼っていますか?	はい いいえ	他の鳥または動物
13. 同種鳥を同じケージ内で飼っていますか?	はい いいえ 放し飼い	同種の同居鳥
14. 1日の放鳥時間を教えてください	プルダウンリスト ケージからは出さない	放鳥時間
15. 1日の睡眠時間を教えてください	プルダウンリスト	睡眠時間
16. 夜にケージカバーは使っていますか?	はい いいえ 放し飼い	夜間ケージカバー
17. 週日のヒトの不在時間を教えてください	プルダウンリスト	ヒトの不在時間
18. 紫外線ライトは使っていますか?	はい いいえ	紫外線ライト
19. 水浴びまたは霧吹き の頻度を教えてください	まったくやらない まれ 毎週 毎日	水浴び／霧吹き

表 1. 日本で飼育されるオウム目鳥を対象としたアンケート質問と予測子
(続き)

質問	選択肢	予測子
20. 主食は何ですか？	シードのみ ペレットのみ シードとペレット	主食
21. 野菜や果物は与えていますか？	はい いいえ	生鮮食品
22. ヒトの食べ物を与えていますか？	いつも与えてる 時々与えている まったく与えていない	ヒトの食べ物
23. 羽毛損傷行動 [†] はありますか？	はい いいえ	羽毛損傷行動
24. 常同行動 [†] はありますか？	はい いいえ	常同行動
25. 半年以内に繁殖行動 [†] は見られましたか？	はい いいえ	繁殖行動
26. 分離不安徴候 [†] はありますか？	はい いいえ	分離不安徴候

† : 表 2 において回答者に提示した各行動の定義および説明を示す

表 2. 回答者に提示された各行動に定義された用語の説明

行動	定義された用語	説明
羽毛損傷行動	毛引き	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥が嘴で羽を引き抜いて、床に落ちている ・部分的に羽が無くなり、時に皮膚を噛んで傷ができています
	毛噛み	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥が嘴で羽を噛んでヨレたり、ボサボサになっている ・鳥が嘴で羽軸（羽の中央の軸）や羽弁（羽の辺縁）を噛み千切っている
常同行動	過剰な羽繕い	<ul style="list-style-type: none"> ・頻繁に羽繕いをしているのを見かける
	頻繁な雄叫び	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥は鋭い声で連続して雄叫びをする
	ワイヤー噛み	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥はケージのワイヤーを頻繁に齧る ・ワイヤーを強く引くか、弾いて音を出すことがある ・これらの行動は、同一の姿勢またはケージ内の同一の位置で行うことがある
	空咀嚼	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥は口の中に何も入れずに噛む動きを繰り返す
	食物操作	<ul style="list-style-type: none"> ・餌を口に入れ、噛まずに口の中で繰り返し回す
	嘴擦りつけ	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥はとまり木やケージのワイヤーに嘴を擦りつける
	頻繁な羽ばたき	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥はとまり木やケージの側壁に止まり頻繁に羽ばたく

表 2. 回答者に提示された各行動に定義された用語の説明（続き）

行動	定義された用語	説明
常同行動	ペーシング	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥はケージの正面を向いたままとまり木を行ったり来たりしながら歩く ・とまり木の全長に沿って歩いて向きを変えるか、数歩のみで向きを変えることもある
	止まり木上の回転	<ul style="list-style-type: none"> ・鳥はとまり木の端まで歩き、ケージの側壁をよじ登り、上部を伝って、反対側の側壁を伝ってとまり木に降りて、再びとまり木を端まで歩くことを繰り返す
繁殖行動	求愛行動	<ul style="list-style-type: none"> ・主にオスが行う行動で、ペアの鳥やヒトに対して羽ばたき、頭部の頷き行動、吐出、囀り、足踏みなどをする
	交尾行動	<ul style="list-style-type: none"> ・オスは他の鳥（一般的にメス）、またはヒトの手、足、その他の部位と交尾しようとする ・メスは、オスまたはヒトの手からの刺激に応答して、交尾に対する受容姿勢として身をかがめる
	営巣行動	<ul style="list-style-type: none"> ・ケージの隅、本棚、クローゼット、ゴミ箱など、巣を作れる場所を探して占有する ・鳥は紙や木、羽、その他の材料を使って巣を作ることがある

表 2. 回答者に提示された各行動に定義された用語の説明（続き）

行動	定義された用語	説明
分離不安徴候	呼び鳴き	・ 飼い主が家を出る時に、鳥は過度に呼び鳴きする
	自発行動	・ 飼い主が家を出る時に、鳥はそわそわし始め、ペーシングや羽ばたきをする
	食欲減退	・ 飼い主が不在の間、鳥はほとんど、あるいはまったく餌を食べない
	破壊行動	・ 飼い主が不在の間、とまり木やおもちゃを過度に噛んだり、破壊する

データ分析

合計 3,392 件の回答が得られた。以下のいずれかに該当する回答を分析から除外した；【重複回答、何らかの不明のある回答(種の不明、性別、年齢、入手元および育雛方法)、ハイブリット種の回答、非オウム目種の回答(スズメ目、キジ目、ハト目、フクロウ目)】。また、羽毛損傷行動発症時の環境が不明であったことから、鳥の入手時から羽毛損傷行動を示していた回答は除外した。これらの除外を行った結果、2,331 件の有効回答が得られた。いくつかの同属または近縁種は、羽毛損傷行動有病率が類似するためグループ化した。全体の 2% 以下の割合の種を除外し、種またはグループによる羽毛損傷行動有病率の傾向を明らかにした。

Agapornis 属は、ラブバード類としてグループ化した。*Aratinga* 属、*Cyanoliseus* 属および *Pyrrhura* 属は、コニユア類としてグループ化した。*Cacatua* 属、*Calyptorhynchus* 属、*Eolophus* 属および *Lophochroa* 属は、オウム類としてグループ化した。オカメインコ (*Nymphicus hollandicus*) はオウム上科であるが、小型で標本数が大きいためオウム類に分類しなかった。生物学的年齢の意義が種間で異なることから、年齢は種特異的な段階によって以下のように分類した；幼若鳥(自立から巣立ち、性成熟までの期間)、若い成鳥(性成熟の初期)、成鳥(完全な性成熟後の期間) [67]。以下の設問のいくつかの選択肢を除外し、同レベルの選択肢を合わせて標本数を増やした；「同種鳥の同居」 および 「夜間のケージカバー」 から 「放し飼い」 を削除した。

育雛方法は「自然育雛」と「共同育雛」を合わせて「自然育雛」とした。水浴び／霧吹き「なし」と「まれ」を合わせて「まれ」とした。ヒトの食べ物の「時々」と「いつも」は合わせて「はい」に、「なし」は「いいえ」に変更した。

すべての統計解析はSPSS for Windows (version 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)を用いて行った。最初に、単変量ロジスティック回帰を用いて羽毛損傷行動を示す鳥と羽毛損傷行動を示さない鳥間の潜在的危険因子を比較し、オッズ比(OR)を推定し、95%信頼区間を計算した。名義変数が有意の場合 ($P < 0.05$)、Phi または Cramer's V 係数を用いて変数間の相関を測定した。変数間の相関が非常に強い (Phi または Cramer's V $> \pm 0.25$) 場合、潜在的危険因子は生物学的妥当性、羽毛損傷行動との関連の有意性およびモデル適合性に基づいて選択した[4]。多変量ロジスティック回帰を用いて羽毛損傷行動に対する潜在的危険因子の調整 OR (OR_{adj}) と 95%信頼区間を計算し、変数の交絡を調整した。尤度比に基づく前方選択法を用いて変数を選択した。保存オプションにおいて、Predicted probabilities、Predicted group membership、Standardised residuals および Cook's s を選択した。オプションにおいて Classification plots、Hosmer-Lemeshow goodness of fit および CI for exp (B) を選択した[7]。変数は $P < 0.05$ で最終モデルに残った[45]。すべての有意でない変数を最終モデルで試験し、残留交絡をチェックした [19]。

第3節 結果

全体的な羽毛損傷行動有病率は、11.7% (272/2,331 件) であり、種およびグループ間で異なっていた。最も高い羽毛損傷行動有病率は、オウム類の30.6%であり、次いでラブバード類の24.5%、ヨウム類の23.7%であった。回答数が最も多かったセキセイインコ (*Melopsittacus undulatus*) の羽毛損傷行動有病率は4.9%であり、次いでオカメインコの7.6%であった (表3)。

単変量解析における26のうち10の潜在的危険因子は、羽毛損傷行動に対するORの増加または減少と有意に関連していた (表4, 5)。変数間にはいくつかの相関が認められた (表6)。各相関について導出したカイ二乗検定のP値も表6に示した。子供の存在と家族人数の間の非常に強い相関 (Cramer's V = 0.591, $P < 0.001$) が認められたため、モデル適合に基づいて家族人数を選択した。種と水浴び/霧吹きとの間に非常に強い相関 (Cramer's V = 0.316, $P < 0.001$) が認められたため、羽毛損傷行動との関連の有意性に基づいて種を選択した。鳥の年齢と入手元との間に非常に強い相関 (Cramer's V = 0.515, $P < 0.001$) が認められたため、生物学的妥当性に基づいて鳥の年齢を選択した。

家族人数、鳥種、鳥の年齢、鳥の性別、主食、ヒトの食べ物および分離不安徴候の7つの潜在的危険因子を多変量モデルに含めた。最終モデルには多変量ロジスティック回帰において鳥種、鳥の年齢、分離不安徴候の3つの危険因子

が含まれた。セイセイインコと比較して、羽毛損傷行動有病率はコニユア類で約 2.5 倍高く ($OR_{adj} = 2.55, P = 0.005$)、マメルリハインコ (*Forpus coelestis*) では約 4 倍高く ($OR_{adj} = 3.96, P < 0.001$)、ヨウムでは約 7 倍高く ($OR_{adj} = 6.74, P < 0.001$)、ラブバード類では約 7 倍高く ($OR_{adj} = 6.79, P < 0.001$)、オウム類では約 9.5 倍高かった ($OR_{adj} = 9.46, P < 0.001$)。幼若鳥と比較して、羽毛損傷行動有病率は若い成鳥で約 2 倍高く ($OR_{adj} = 1.81, P = 0.038$)、成鳥で約 3 倍高かった ($OR_{adj} = 3.17, P < 0.001$)。分離不安徴候なしと比較して、ありは羽毛損傷行動有病率が約 2 倍高かった ($OR_{adj} = 1.81, P < 0.001$) (表 7)。

表 3. 研究に含まれるオウム目の種とグループの標本数(n = 2,331) と
羽毛損傷行動有病率

種およびグループ	標本数		羽毛損傷行動有病率		
	n	%	n	%	95% CI
セキセイインコ (<i>Melopsittacus undulatus</i>)	853	36.6	42	4.9	3.6–6.6
オカメインコ (<i>Nymphicus hollandicus</i>)	608	26.1	46	7.6	5.6–10.0
ラブバード類 (<i>Agapornis</i> spp.) ^a	470	20.2	115	24.5	20.6–28.6
コニユア類 (various species) ^b	126	5.4	14	11.1	6.2–17.9
マメルリハインコ (<i>Forpus coelestis</i>)	79	3.4	14	17.7	10.0–27.9
オウム類 (various species) ^c	72	3.1	22	30.6	20.2–42.5
サザナミンコ (<i>Bolborhynchus lineola</i>)	64	2.7	5	7.8	2.6–17.3
ヨウム (<i>Psittacus erithacus</i>) ^d	59	2.5	14	23.7	13.6–36.6
合計	2,331		272	11.7	

^a*Agapornis roseicollis*, *A. personatus*, *A. fischeri*

^b*Aratinga* spp., *Cyanoliseus* sp., *Pyrrhura* spp.

^c*Cacatua* spp., *Calyptorhynchus* sp., *Eolophus* sp., *Lophochroa* sp.

^d Include *Psittacus erithacus timneh*

CI = 信頼区間

表 4. 羽毛損傷行動に関連する飼い主の特性の単変量ロジスティック回帰
分析結果

変数	FDB n	Non-FDB n	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
性別						
男性	19	173	9.9			
女性	253	1,886	11.8	1.22	0.75–2.00	0.425
飼い主年齢						
18–39 歳	50	408	10.9			
40–49 歳	133	902	12.9	1.20	0.85–1.70	0.294
≥ 50 歳	89	749	10.6	0.97	0.67–1.40	0.970
婚姻の有無						
なし	103	802	11.4			
あり	169	1,257	11.9	1.05	0.81–1.36	0.730
子供の有無						
なし	197	1,321	13.0			
あり	75	738	9.2	0.68	0.52–0.90	0.007*
家族人数						
1 人	42	331	11.3			
2 人	128	773	14.2	1.30	0.90–1.89	0.160
3 人	66	487	11.9	1.07	0.71–1.61	0.754
4 人以上	36	468	7.1	0.61	0.38–0.97	0.036*

* $P < 0.05$

FDB = 羽毛損傷行動あり

Non-FDB = 羽毛損傷行動なし

OR = オッズ比

CI = 信頼区間

表 5. 羽毛損傷行動に関連する鳥の特性の単変量ロジスティック回帰分析

結果

変数	FDB n	Non- FDB n	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
種およびグループ						
セキセイインコ (<i>Melopsittacus undulatus</i>)	42	811	4.9			
オカメインコ (<i>Nymphicus hollandicus</i>)	46	562	7.6	1.58	1.03–2.43	0.038*
サザナミインコ (<i>Bolborhynchus lineola</i>)	5	59	7.8	1.64	0.62–4.29	0.317
コニユア類 (various species) ^a	14	112	11.1	2.41	1.28–4.56	0.007*
マメルリハインコ (<i>Forpus coelestis</i>)	14	65	17.7	4.16	2.16–8.01	< 0.001*
ヨウム (<i>Psittacus erithacus</i>)	14	45	23.7	6.01	3.06–11.80	< 0.001*
ラブバード類 (<i>Agapornis spp.</i>) ^b	115	355	24.5	6.26	4.30–9.10	< 0.001*
オウム類 (various species) ^c	22	50	30.6	8.50	4.71–15.30	< 0.001*
鳥の性別						
オス	143	1,240	10.3			
メス	129	819	13.6	1.37	1.06–1.76	0.016*
鳥の年齢						
幼若鳥 ^d	18	227	7.3			
若い成鳥 ^e	90	866	9.4	1.31	0.77–2.22	0.314
成鳥 ^f	164	966	14.5	2.14	1.29–3.56	0.003*
クリッピング						
なし	248	1,915	11.5			
あり	24	144	14.3	1.29	0.82–2.02	0.274

表 5. 羽毛損傷行動に関連する鳥の特性の単変量ロジスティック回帰分析
結果（続き）

変数	FDB n	Non- FDB n	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
入手元						
ペットショップ/ ブリーダー	217	1,754	11.0			
自家繁殖	34	177	16.1	1.55	1.05–2.30	0.028*
譲渡	21	128	14.1	1.33	0.82–2.15	0.252
育雛方法						
飼い主による人工 育雛	159	1,166	12.0			
ペットショップ/ ブリーダーによる 人工育雛	100	799	11.1	0.92	0.70–1.20	0.527
自然育雛（共同育 雛を含む）	13	94	12.1	1.01	0.56–1.85	0.963
他の鳥または動物						
なし	81	600	8.3			
あり	191	1,459	11.6	0.97	0.74–1.28	0.828
同種の同居鳥						
なし	247	1,840	11.8			
あり	25	219	9.8	0.85	0.55–1.31	0.465

表 5. 羽毛損傷行動に関連する鳥の特性の単変量ロジスティック回帰分析
結果（続き）

変数	FDB n	Non- FDB n	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
放鳥時間						
< 2 時間	175	1,271	12.1			
≥ 2 時間	86	693	11.0	0.90	0.69–1.19	0.458
放鳥なし	11	95	10.4	0.84	0.44–1.60	0.598
睡眠時間						
< 8 時間	52	468	10.0			
8–12 時間	158	1,172	11.9	1.21	0.87–1.69	0.252
> 12 時間	62	419	12.9	1.33	0.90–1.97	0.151
夜間ケージカバー						
なし	48	358	11.8			
あり	224	1,701	11.6	0.98	0.71–1.37	0.915
ヒトの不在時間						
< 3 時間	76	508	13.0			
3–7 時間	74	665	10.0	0.74	0.53–1.05	0.088
7–11 時間	79	651	10.8	0.81	0.58–1.13	0.222
> 11 時間	43	235	15.5	1.22	0.82–1.83	0.329
紫外線ライト						
なし	231	1,756	11.6			
あり	41	303	11.9	1.03	0.72–1.47	0.876
水浴び／霧吹き						
まれ	71	864	7.6			
毎週	173	1,043	14.2	2.02	1.51–2.70	< 0.001*
毎日	28	152	15.6	2.24	1.40–3.59	< 0.001*

表 5. 羽毛損傷行動に関連する鳥の特性の単変量ロジスティック回帰分析
結果（続き）

変数	FDB n	Non- FDB n	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
主食						
シードのみ	53	563	8.7			
ペレットのみ	56	322	14.8	1.85	1.24–2.76	0.003*
シードとペレット	163	1,174	12.2	1.47	1.06–2.04	0.019*
生鮮食品						
なし	52	401	11.5			
あり	220	1,658	11.7	1.02	0.74–1.41	0.889
ヒトの食べ物						
なし	206	1,702	10.8			
あり	66	357	16.6	1.53	1.13–2.06	0.006*
繁殖行動						
なし	85	647	11.6			
あり	187	1,412	11.7	1.01	0.77–1.32	0.954
常同行動						
なし	224	1,717	11.5			
あり	48	342	12.3	1.06	0.77–1.50	0.667
分離不安徴候						
なし	160	1,411	10.2			
あり	112	648	14.7	1.52	1.18–1.97	< 0.001*

表 5 羽毛損傷行動に関連する鳥の特性の単変量ロジスティック回帰分析
結果 (続き)

^a*Aratinga* spp., *Cyanoliseus* sp., *Pyrrhura* spp.

^b*Agapornis roseicollis*, *A. personata*, *A. fischeri*

^c*Cacatua* spp., *Calyptorhynchus* sp., *Eolophus* sp., *Lophochroa* sp.

^dSmall parrot: < 5 months, medium parrot: < 1 year 11 months, large parrot: < 4 years
11 months

^eSmall parrot: 5 months to 3 years 11 months, medium parrot: 2 years to 5 years 11
months, large parrot: 5 years to 10 years 11 months

^fSmall parrot: > 4 years, medium parrot: > 6 years, large parrot: > 11 years

* $P < 0.05$

FDB = 羽毛損傷行動あり

Non-FDB = 羽毛損傷行動なし

OR = オッズ比

CI = 信頼区間

表 6. 単変量解析において $P < 0.05$ の変数間の Phi および Cramer's V 係数

	子供の有無	家族 人数	種／グ ループ	鳥の性別	鳥の年齢	入手元	水浴び／ 霧吹き	主食	ヒトの 食べ物
家族人数	0.591 ^a 0.000**								
種／グルー プ	0.105 0.001*	0.107 0.000**							
鳥の性別	-0.140† 0.449	0.037 0.354	0.090 0.009*						
鳥の年齢	0.090 0.000**	0.070 0.001*	0.209 0.000**	0.014 0.788					
入手元	0.067 0.005*	0.043 0.184	0.123 0.000**	0.019 0.654	0.515 ^a 0.000**				
水浴び／霧 吹き	0.070 0.004*	0.062 0.006*	0.316 ^a 0.000**	0.098 0.000**	0.075 0.000**	0.034 0.254			
主食	0.037 0.210*	0.066 0.002*	0.249 0.000**	0.022 0.564	0.077 0.000**	0.015 0.910	0.089 0.000**		
ヒトの食べ 物	0.001† 0.953	0.039 .316	0.230 0.000**	0.050† 0.016	0.029 0.383	0.076 0.001*	0.040 0.157	0.066 0.006*	
分離不安徴 候	0.029† 0.166	0.032 0.488	0.212 0.000**	0.000† 0.994	0.076 0.001*	0.097 0.000**	0.036 0.220	0.069 0.004*	0.081 0.000**

※セルの上段：Phi および Cramer's V 係数、†Phi、^aCramer's V > ±0.25

※セルの下段：カイ二乗検定の P 値、* $P < 0.01$ 、** $P < 0.001$

表 7. 2,331 羽のオウム目鳥の羽毛損傷行動と危険因子の多変量ロジスティック回帰
の最終モデル

変数	B	SE	OR _{adj}	95% CI	P value
種およびグループ					
セキセイインコ (<i>Melopsittacus undulatus</i>)					
オカメインコ (<i>Nymphicus hollandicus</i>)	0.402	0.225	1.49	0.96–2.32	0.074
サザナミインコ (<i>Bolborhynchus lineola</i>)	0.457	0.498	1.58	0.60–4.19	0.358
コニユア類 (various species) ^a	0.936	0.332	2.55	1.33–4.89	0.005*
マメルリハインコ (<i>Forpus coelestis</i>)	1.377	0.339	3.96	2.04–7.71	< 0.001*
ヨウム (<i>Psittacus erithacus</i>)	1.908	0.360	6.74	3.33–13.65	< 0.001*
ラブバード類 (<i>Agapornis</i> spp.) ^b	1.916	0.195	6.79	4.64–9.95	< 0.001*
オウム類 (various species) ^c	2.247	0.321	9.46	5.05–17.73	< 0.001*
鳥の年齢					
幼若鳥					
若い成鳥	0.591	0.286	1.81	1.03–3.16	0.038*
成鳥	1.154	0.275	3.17	1.85–5.44	< 0.001*
分離不安徴候					
なし					
あり	0.595	0.144	1.81	1.37–2.40	< 0.001*

^a*Aratinga* spp., *Cyanoliseus* sp., *Pyrrhura* spp.

^b*Agapornis roseicollis*, *A. personata*, *A. fischeri*

^c*Cacatua* spp., *Calyptorhynchus* sp., *Eolophus* sp., *Lophochroa* sp.

* $P < 0.05$

B = partial regression coefficient

SE = 標準誤差

OR_{adj} = 調整オッズ比

CI = 信頼区間

第4節 考察

飼い主の特性

今回の調査において最も多く回答したのは中年女性からのものであり、先行研究[5, 39, 40]の傾向と一致していた。中年女性はインターネット調査により協力的に反応するか、または動物を飼育することに非常に熟練しており、主な飼育者としてそれを楽しんでいるため、潜在的な反応バイアスの可能性がある。著者は、鳥がヒトの家族を群れとして認知するならば、飼い主の特性は羽毛損傷行動に関連するであろうと仮定し、子供の存在および家族人数の増加は、羽毛損傷行動有病率を低下させると予測した。実際に単変量解析では、子供の存在および家族人数が増加するにつれてオッズ比は減少したが、多変量解析の最終モデルには残らなかった。飼い主の性格、人と鳥の相互関係性、鳥の飼育目的などの飼い主の特性のさらなる研究は、羽毛損傷行動への影響をさらに明らかにする可能性がある。

羽毛損傷行動有病率と種の傾向

日本のオウム目鳥における羽毛損傷行動有病率は11.7%と推定され、先行研究[16, 39, 67]とほぼ一致した。回答の大半は小型種(セキセイインコ、オカメインコ、ラブバード類など)であり、中型および大型種の回答は少なかった。アメリカ、イギリス、イタリアで行われた過去の研究では、中型種【ネズ

ミガシラハネナガインコ (*Poicephalus senegalus*)、オキナインコ (*Myiopsitta monachus*) など】および大型種【ヨウム、オウム類、ボウシインコ類 (*Amazona* spp.)、コンゴウインコ類 (*Ara* spp.) など】の割合が高かった[16, 39, 40, 67]。本章の調査母集団に含まれる種と標本数が以前の研究と大きく異なり、異なる国での異なる飼育環境と飼育方法であるにもかかわらず、羽毛損傷行動有病率に大きな違いがみられなかった。さらに、種およびグループの羽毛損傷行動有病率も、先行研究の有病率とおおむね一致していた(表 3) [16, 39, 67]。

種およびグループは、最終モデルにおいて有意な危険因子であることが示され、種およびグループ間に羽毛損傷行動有病率に差があった。オウム類、ヨウム、コンゴウインコ類などのオウム目鳥は、羽毛損傷行動を含む異常な反復行動に対する相対的脆弱性が異なることが知られており、我々の結果はこの報告と一致していた[65]。他のオウム目鳥の有病率を調査した研究においても鳥種および変数に違いはあったが、種は有意な危険因子であった [67]。

鳥の年齢

年齢は羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。この結果は、加齢が羽毛損傷行動の危険因子である可能性を示唆しており、先行研究と一致している [67]。多くの飼育オウム目鳥は、性的成熟に達するとすぐに行動上の問題を示すことが示唆されており、性的成熟はオウム目鳥における羽毛損傷行動発症

の主要段階であると提案されている [106]。また、羽毛損傷行動は若い成鳥期において増加が見られ、成鳥期に入るにつれて発生率は横ばい状態になると提唱されている [67]。本章でみられた羽毛損傷行動有病率は、成鳥 ($OR_{adj} = 3.17, P < 0.001$) が若い成鳥 ($OR_{adj}=1.81, P=0.038$) よりも高く、これらの提案と一致している。しかし若い成鳥は単変量解析では有意な変数ではなかったが ($OR = 1.31, P = 0.314$)、最終モデルでは有意な変数であった。この結果は、年齢が羽毛損傷行動の唯一の危険因子ではないことを示唆する。調査時の環境は羽毛損傷行動発症時から変化している可能性があるため、羽毛損傷行動の危険因子と年齢変化の間の相互関係をさらに明らかにするためには経時的研究が必要であると考えられる。

睡眠時間と夜間のケージカバー

睡眠時間は羽毛損傷行動の危険因子として非常に重要である。睡眠時間の不足が羽毛損傷行動に寄与しているという認識は広く受け入れられている [13]。それに対し、ヨウムにおいて8時間以上の睡眠が羽毛損傷行動有病率を有意に増加させることが報告されている [49]。本章では、睡眠時間も夜間のケージカバーも羽毛損傷行動有病率に影響しなかった。しかし、本章では睡眠時間が明確に定義されていなかった。そのため飼い主は、鳥がまだ騒がしい環境にあるにもかかわらず休んでいると仮定して、ケージが覆われていた時間に基づいて睡眠時間の質問に答えた可能性がある。睡眠時間と羽毛損傷行動と

の関連をより正確に調査するためには、睡眠時間を鳥が睡眠のために暗くて中断されない静かな場所に置かれた時から始まる時間として定義し、ケージが覆われた時の環境条件について聴取することが推奨される。

繁殖行動

性的欲求不満が羽毛損傷行動の原因として示唆されているが[21, 62]、本章では繁殖行動と羽毛損傷行動に関係は認められなかった。しかし、飼い主は繁殖行動を見落としていたり、鳥の繁殖行動を正確に特定できなかつたりしている可能性がある。繁殖行動の中には、生殖活動とは関係のない単なる転移行動の場合もある。例えば、紙や床材を引き裂くことは、フォーミング機会の欠如と関連していることが示されている [69]。そのため繁殖行動と羽毛損傷行動の間の関係をより正確に調査するためには、羽毛損傷行動の有無の鳥の排泄物および/または血液中の性ホルモンレベルを比較することが必要である。

育雛方法

育雛方法による羽毛損傷行動の有病率に有意差は認められなかった。羽毛損傷行動は自然育雛鳥よりも人工育雛鳥に多いことが報告されている[16, 93]。

しかし本章における羽毛損傷行動の自然育雛鳥の数 ($n = 13$) は非常に少なかつたため、有意差を検出するには十分な数ではなかつた可能性がある。育雛方法は鳥の福祉に関わる重要な問題であり、育雛方法間の羽毛損傷行動発症の違

いを調査し、鳥種ごとに最適な育雛方法を見つけることが推奨される。

分離不安徴候

分離不安徴候は、羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。Gaskins と Hungerford は、譲渡(レスキューまたはリホーム)が分離不安の危険因子であり、分離不安が羽毛損傷行動の根底にある原因である可能性を示唆している [40]。しかし、本章では入手元の「譲渡」は、有意な変数ではなかった。著者らは、譲渡による永続的な分離ではなく日常的な分離が羽毛損傷行動の原因であると予測したため、飼い主が家を出る時または不在時の行動を分離不安徴候として定義した。オウム目鳥は高度に社会的であり、野生では群れに依存するため [78, 95]、孤独が羽毛損傷行動の原因であることが示唆されている [54, 93, 105]。しかし本章では、家族人数、ヒトの不在時間、他の鳥および/または動物の存在、および同種鳥との同居は、羽毛損傷行動有病率に影響しなかった。鳥がヒトを好む場合には、同種が存在していても、人との分離時および不在によって分離不安が生じる可能性がある。また、他の鳥や動物との関係性についての情報は収集されなかった。もし鳥が他の鳥やイヌやネコのような捕食者となる可能性のある動物を恐れていたならば、これは潜在的な危険因子であり、他の鳥や動物の存在は分離不安を防ぐことはできないであろう。分離不安を引き起こす状況をさらに詳細に調査するには、鳥がヒトを好むのか同種を好むのかを問い、他の鳥類や動物との関係性を明らかにする必要がある。

研究の限界

インターネット上で行われる調査は、回答バイアスを伴う可能性が高く、調査結果の信頼性には限界がある [26]。本章の研究の限界は、羽毛損傷行動が獣医師ではなく飼い主によって診断されたことである。羽毛損傷行動の状態には、獣医学的問題(感染症、寄生虫、皮膚疾患、新生物など)、繁殖行動(抱卵斑：営巣のための生理的な抜羽)、換羽が含まれていた可能性がある。また、飼い主には明らかでない潜在的な毛嚙みが見落とされていた可能性や飼い主が正しい種を知らなかった可能性も考えられる。ボウシインコ属やウロコインコ属のような外見が似ていたり、雑種だったりしたために、飼い主が誤った解答をした可能性もある。さらに、経験豊富な飼い主であっても、常同行動、繁殖行動、分離不安徴候などの異なる鳥種の行動を認識し、信頼できるデータを提供できなかった可能性もある。これらの問題は、危険因子の検出力を下げ、誤った危険因子の検出につながる可能性がある。

水浴び/霧吹きおよびヒトの食べ物に関する質問に関して、飼い主はこれらの項目に主観的に反応した可能性があり、その場合はデータの信頼性は保持されない。今後の調査では、客観的に回答できるよう質問を設計するように注意すべきである。

鳥の調査時の飼育環境と管理が羽毛損傷行動開始前と同じかどうかは不明であった。飼い主が羽毛損傷行動治療のために飼育環境と管理を改善していた場

合、誤った危険因子の検出につながる可能性がある。経時的研究を実施することによってこの不確実性を取り除くことは、羽毛損傷行動の危険因子を検出するためのより良いデータを提供するであろう。さらに、オウム目鳥における羽毛損傷行動は、病的、遺伝的、神経生物学のおよび/または社会環境的要因の影響を受ける可能性がある多因子疾患とみなされている [105]。本章アプローチの病因的経路は主に環境的であり、部分的に神経生物学であった。そのため今後は羽毛損傷行動の潜在的危険因子として、病的、遺伝的も含めた広範囲な病因を調査する必要がある。

オウム目鳥における種間アプローチは、羽毛損傷行動の一般的な危険因子の研究のための良い情報源を提供する。しかし、種やパラメータが多様で、種の個体数にばらつきがあるため、データの信頼性は限られている。さらに多変量解析は、他の変数を減少することがあるため、種特異的な潜在的危険因子を正確に検出できない可能性がある。より具体的な情報を明らかにするには、鳥種別のアプローチが必要である。羽毛損傷行動開始時の飼育環境と管理を経時的研究で明らかにすることは、臨床的に非常に重要であり、どの種が飼育により適しているか、どのように飼育すべきか、どのような環境と管理を提供すべきかを明らかにする可能性が高い。これらは飼い鳥の福祉向上のための貴重な情報となるであろう。

第5節 小括

- (1) 今回調査したオウム目鳥全体における羽毛損傷行動有病率は11.7%であった。
- (2) 種およびグループは、羽毛損傷行動の有意な危険因子であり、種によって羽毛損傷行動有病率に違いが見られた。
- (3) 鳥の年齢は羽毛損傷行動の有意な危険因子であったが、発症時と調査時の飼育環境および管理に違いがある可能性があるため、さらに年齢との関係性を調査するには、経時的研究が必要である。
- (4) 分離不安徴候は、羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。

第3章

コザクラインコの羽毛損傷行動有病率と

危険因子に関する研究

第1節 はじめに

羽毛損傷行動は、自らの毛引きや毛噛みによる羽毛の破壊を特徴とし、飼育下のオウム目鳥によく見られる行動障害である [14, 37, 105]。羽毛損傷行は多因子性障害であり、獣医学的、遺伝的、神経生物学的、および社会環境的要因の影響を受ける [105]。

羽毛損傷行動の原因には、孤独 [54, 93, 105]、退屈 [62, 63, 69, 96] や環境ストレス [16, 37, 49]、分離不安 [27, 40, 69, 96, 105]、性的欲求不満 [21, 62] が報告されている。さらに性別 [16, 27, 49]、加齢と所有期間 [27, 67]、保護鳥や譲渡鳥 [40, 49]、人工育雛 [16, 93]、8時間以上の放鳥 [40]、8時間以上の睡眠 [49] が羽毛損傷行動の危険因子として示唆されている。

我々の知る限り、羽毛損傷行動の危険因子に関する研究は、オウム目鳥全体を対象とした研究しか見当たらない [16, 39, 42, 67]。オウム目全体を通じた研究による情報は、大まかな傾向を掴むことには役立つが、種ごとの羽毛損傷行動の危険因子を特定することは、さらに臨床における詳細な治療の手助けとなり、予防にもつながる可能性がある。第2章のオウム目鳥の羽毛損傷行動有病率調査（表3）では、国内で飼育数の多い種の中でもラブバード類 (*Agapornis* spp.) の羽毛損傷行動有病率（24.5%）は、オウム目鳥全体の有病率（11.7%）より高かった [27]。第2章の研究におけるラブバード類には、コザクラインコ (*A. roseicollis*)、キエリクロボタンインコ (*A. personatus*)、

ルリコシボタンインコ (*A. fischeri*) の3種が含まれ、なかでも90.3%がコザクラインコであった。国内で多く飼育されるコザクラインコの動物福祉を向上するために羽毛損傷行動の危険因子を明らかにすることは重要である。そこで本章では、日本におけるコザクラインコの羽毛損傷行動の有病率を推定して、羽毛損傷行動と潜在的危険因子との関係を評価することを目的とした。

第2節 材料および方法

研究種

本章では、日本でコンパニオンペットとして多く飼育されているオウム目鳥のなかでも羽毛損傷行動有病率が高いコザクラインコを研究種として選択した [27]。122羽の被験鳥の選択基準は、個人宅で個別にケージで飼育され、羽毛損傷行動の治療履歴がなく、飼育歴が明確な日本の5つの動物病院（横浜小鳥の病院、森下小鳥病院、たかつき鳥の病院、small animal clinic、吉塚ペットクリニック）に登録された個体であった。羽毛損傷行動の有無は、栄養、感染、皮膚の状態を含む他の臨床的な羽毛関連の異常の可能性を排除するために、鳥を専門的に診察する獣医師によって診断された。鳥の特性（性別、年齢、育雛方法、分離不安徴候）と環境（主食、生鮮食品、エンリッチメント、同種の存在）は、獣医師が潜在的危険因子として記録した（表8） [1, 27, 49, 67, 93]。羽毛損傷行動および分離不安徴候の診断基準は、表2の説

明に従った。性的に未成熟であるか、性的行動を示さないために性別が不確定の11羽の被験鳥の性別は、商業研究所（株式会社ケーナインラボ、東京）において、血液を用いたポリメラーゼ連鎖反応を使用して鑑別を行った。診察時の鳥の平均年齢は 67.8 ± 47.1 ヶ月齢であった。

鳥の育雛方法は、人工育雛と共同育雛の2つに分類した。人工育雛は、鳥は最初に親鳥によって育雛され、新生雛期または幼鳥期に巣から取り出され、その後、ヒトが給餌をして育雛する方法である[90, 93]。共同育雛は、基本的に親鳥が育雛し、ヒトに馴らすために日に数回ヒトが幼鳥を巣から取り出して触り（ハンドリング）、場合によってはヒトが給餌を補助する方法である[3, 15, 73]。生物学的な親鳥のみが育てた自然育雛の被験鳥はいなかった。

主食は種子、ペレット、またはその両方として指定し、生鮮食品は野菜、果物、またはその両方として指定した。エンリッチメントは、採餌エンリッチメント、チュアブルデバイス、またはその両方として指定し、鳥がそれらを受け入れて使用した場合に「はい」を選択した。同じ部屋の異なるケージでの同種の存在も記録された。分離不安徴候は、飼い主が家を出る時の行動（発声、ペーシング、羽ばたき）と帰宅時のケージの状態（食欲不振と破壊性）に基づいて獣医師が判断した[27]。

表 8. コザクラインコを対象とした調査票と予測子

質問	選択肢	予測子
1. 羽毛損傷行動の有無	なし あり	羽毛損傷行動
2. 性別	オス メス 不明	性別
3. 年齢	○歳○ヶ月齢	年齢
4. 育雛方法	人工育雛 共同育雛	育雛方法
5. 分離不安徴候の有無	なし あり	分離不安
6. 主食	シードのみ ペレットのみ シードとペレット両方	主食
7. 生鮮食品給与の有無	なし あり	生鮮食品
8. エンリッチメントの有無	なし あり	エンリッチメント
9. 同種飼育の有無	なし あり	同種の存在

統計分析

単変量ロジスティック回帰分析を使用して、羽毛損傷行動を示す鳥と示さない鳥の間の潜在的危険因子を比較し、オッズ比 (OR) を推定し、95%信頼区間を計算した。Phi または Cramer' s V 係数を使用して、カテゴリ変数間の相関を調べた。変数はそれらの有意性に基づいて選択し、変数間の相関が非常に強い場合 (phi または $\text{Cramer' s V} > \pm 0.25$) にサブグループ分析を実施した [4]。多変量ロジスティック回帰分析を使用して、羽毛損傷行動の潜在的危険因子の調整オッズ比 (OR_{adj}) および 95%信頼区間を推定し、交絡変数を調整した。尤度比に基づく前方選択法を使用して変数を選択し、 $P < 0.05$ の場合に最終モデルにおいて分析した [45]。残差交絡を調べるために、全ての有意でない変数が最終モデルにおいて分析した。回帰分析の適合度診断は、ホスマー・レメショー検定にて実施した [7]。

すべての P 値は両側であり、 $P < 0.05$ は統計的に有意であるとみなし、 $P < 0.1$ はわずかに有意であるとみなした。すべての統計分析は、SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) を使用した。

第3節 結果

コザクラインコの羽毛損傷行動の有病率は 32.8% (40/122 羽) であった。単変量ロジスティック回帰分析により、年齢、育雛方法、および分離不安徴候

が羽毛損傷行動と有意に関連していることが明らかになった（表 9）。年齢と育雛方法の間に強い相関関係（Cramer's $V = 0.334$ ）がみられた（表 10）。サブグループ分析を実施した結果、96 ヶ月齢以上の共同育雛鳥が存在しなかったため、年齢は多変量ロジスティック回帰分析から除外した。多変量ロジスティック回帰分析には、育雛方法と分離不安徴候が含まれた。最終モデルでは、育雛方法にのみ有意差が認められ、共同育雛に比べ人工育雛は羽毛損傷行動有病率が約 5 倍高かった（表 11）。

表 9. 122 羽のコザクラインコにおける羽毛損傷行動 (FDB) に関連する潜在的危険因子の単変量ロジスティック回帰分析結果

変数	FDB birds	Non- FDB birds	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
性別						
オス	21	50	29.6			
メス	19	32	37.3	1.41	0.66–3.03	0.374
年齢						
< 48 months	7	46	13.2			
48–96 months	12	20	37.5	3.94	1.35–11.50	0.012*
> 96 months	21	16	56.8	8.62	3.09–24.10	< 0.001*
育雛方法						
共同育雛	2	17	10.5			
人工育雛	38	65	36.9	4.97	1.09–22.70	0.039*
分離不安徴候						
なし	21	59	26.3			
あり	19	23	45.2	2.32	1.06–5.09	0.036*
主食						
シード	17	37	31.5			
ペレット	9	20	31.0	0.98	0.37–2.59	0.967
シードと ペレット	14	25	35.9	1.22	0.51–2.91	0.656
生鮮食品						
なし	16	36	30.8			
あり	24	46	34.3	1.17	0.54–2.53	0.683

表 9. 122 羽のコザクラインコにおける羽毛損傷行動 (FDB) に関連する潜在的危険因子の単変量ロジスティック回帰分析結果 (続き)

変数	FDB birds	Non- FDB birds	羽毛損傷行動 有病率 %	OR	95% CI	P-value
エンリッチメント						
なし	14	37	27.5			
あり	26	45	36.6	1.53	0.70–3.34	0.289
同種飼育の有無						
なし	20	47	29.9			
あり	20	35	36.4	1.34	0.63–2.87	0.446

* $P < 0.05$

OR: オッズ比

CI: 信頼区間

表 10. 単変量ロジスティック回帰分析で $P < 0.05$ の変数間の相関に対する Phi および Cramer's V 係数

	年齢	人工育雛
育雛方法	0.334 ^a	
	0.001*	
分離不安徴候	0.086	-0.216 [†]
	0.634	0.017*

セルの上段：Phi および Cramer's V 係数、[†]Phi、^aCramer's V $> \pm 0.25$

セルの下段：カイ 2 乗検定の P 値 * $P < 0.05$

表 11. 122 羽のコザクラインコにおける羽毛損傷行動に関連する潜在的危険因子の多変量ロジスティック回帰分析の最終モデル

変数	B	SE	OR _{adj}	95% CI	P-value
育雛方法					
共同育雛					
人工育雛	1.603	0.775	4.97	1.09–22.69	0.039*

* $P < 0.05$

B: partial regression coefficient

SE: standard error

OR_{adj}: 調整オッズ比

CI: 信頼区間

第4節 考察

本章で観察されたコザクラインコの羽毛損傷行動有病率（32.8%）は、第2章で報告したラブバード類の有病率（24.5%）[27]よりわずかに高かった。本章では、人工育雛は共同育雛よりも羽毛損傷行動に対して有意に高い有病率を示した。この結果は、育雛方法がコザクラインコの羽毛損傷行動の発症に影響し、ラブバード類のような社会的動物における共同育雛は、人工育雛よりも適している可能性を示唆する。行動障害の発生を防ぐためには、親鳥からの完全な分離は避けた方がよい可能性がある[93]。

自然育雛鳥は、巣内および巣立ち後に親鳥や兄弟と過ごした後、同種の個体と数週間時間を過ごすことで種固有の行動を学習する[32, 93]。しかしながら自然育雛鳥は人工育雛鳥ほどヒトに馴れることはない。自然育雛鳥の信頼を得るためには努力と忍耐が必要であるため[93]、飼い主はコンパニオンペットとして人工育雛鳥を好む[73]。獣医師やブリーダーは、共同育雛は幼鳥が種固有の行動を学習し、ヒトに馴れ、行動障害の発生を減らすことができることを飼い主に知らされなければならない。本章では、共同育雛の詳細な手順についての調査はなされなかった。今後、効果的な共同育雛法を決定するには、幼鳥を触り始める日齢や1日当たりの触る頻度と時間を調査する必要がある。

鳥の年齢と所有期間は、羽毛損傷行動の危険因子として報告されている

[27, 67]。羽毛損傷行動有病率は、一般的に若い成鳥で増加し、その後成鳥での発生率は頭打ちとなる[67]。本章では、単変量ロジスティック回帰分析では、年齢が羽毛損傷行動の重要な危険因子であることが明らかとなった。しかし、年齢とともに羽毛損傷行動有病率が増加することは、羽毛損傷行動が慢性ストレスではなく、ストレスのかかる出来事（例えば、飼い主の短期的または長期的な不在や同種の喪失）に遭遇する機会の増加の結果である可能性がある。さらに、96ヶ月齢以上の共同育雛鳥はいなかった。これは、共同育雛が日本では比較的新しい育雛方法であるための可能性がある。そのため羽毛損傷行動の発症が、共同育雛鳥の加齢または所有期間とともに増加するかどうかを調査する必要がある。

オウム目鳥は、飼い主との交流に多くの時間を必要とし[62]、神経質または不安な個体は、単独で過ごすことへの耐性が低い[107]。これによって起こる分離不安は羽毛損傷行動につながる可能性がある[107]。本章では、分離不安徴候は多変量ロジスティック回帰分析で除かれたが、単変量分析では羽毛損傷行動の危険因子であった。配偶者からの隔離は急性ストレスを引き起こす可能性がある[6]。人工育雛鳥はヒトに性的刷り込みを引き起こすため[32]、ヒトの不在には分離不安を生じる可能性がある。今後、コザクラインコの羽毛損傷行動における分離不安による急性ストレスの影響を調査する必要がある。

雌雄間で羽毛損傷行動有病率に有意差はなかった。先行研究では、羽毛損傷行動有病率は性別によって異なることが報告されている。Jasonらは、オウム

類においてメスよりもオスが有意に高い羽毛損傷行動有病率を報告した[49]。Costa ともオウム目鳥において同様の報告をしている[16]。しかしながら Garner らは、キソデボウシインコにおいて、オスよりもメスが有意に高い羽毛損傷行動有病率を報告し[37]、van Zeeland ともオウム目鳥において同様の報告をしている[105]。コザクラインコにおける雌雄間の羽毛損傷行動有病率を検証するには、より大きな標本数で調査する必要がある。

コザクラインコにとって人工育雛は、羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。今後、鳥種毎のストレスの原因を特定し、より適切な育雛方法を見つけ出すことは、オウム目鳥の羽毛損傷行動を減らし、動物福祉の向上に貢献する可能性がある。

第5節 小括

- (1) コザクラインコの羽毛損傷行動有病率は 32.8%であった。
- (2) 人工育雛はコザクラインコの羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。
- (3) 共同育雛は、コザクラインコの羽毛損傷行動を減らすための適切な育雛方法である。

第4章

コザクラインコにおける異なる育雛方法による
コルチコステロン代謝物排泄への影響に関する研究

第1節 はじめに

コンパニオンバードの一般的な育雛方法は人工育雛であるが、人工育雛は行動障害の発生が増加することが示唆されている[32]。人工育雛を行うために幼鳥を親鳥や兄弟鳥から分離すると、主に2種類の発育異常が発生することが知られている。第1に、幼鳥の正常な行動の発達には、巣立ち後に同種の個体を観察し、社会的交流の中で学習する必要がある[93]。人工育雛は正常な行動学習の機会を失い、そのために行動障害の発達に至る可能性がある[93]。第2に、母性剥奪は、HPA軸応答性の発達に影響を与える可能性がある[6, 85]。人工育雛は、HPA軸応答性が高くなり、行動障害を起こしやすくなると考えられている。

共同育雛は、自然育雛と人工育雛をハイブリットした育雛方法であり、幼鳥を巣から完全に取り出してしまうことはせず、巣内で生物学的な親鳥が育雛し、ヒトは日に数回、巣から幼鳥を取り出して触り（ハンドリング）、時にヒトがさし餌をして給餌を補助する方法である[3, 15, 73]。近年、共同育雛は欧米諸国において行動障害を抑制する育雛方法として注目されている。

人工育雛鳥は、ヒトとの交流を好み、自然育雛鳥よりも家庭での生活に適している。そして、人工育雛鳥は、特定のヒトをパートナーとして選択することが多い。しかしヒトは鳥の社会的要求に完全に応えることも、ボディーラングージを理解したり反応したりすることができないため、鳥は欲求不満に陥る

[32, 93]。そのため人工育雛鳥は、自然育雛鳥よりも、羽毛損傷行動、ヒトへの攻撃性、注意喚起行動、常同行動、異常性行動などの欲求不満に関連する障害の影響を受けやすくなる[93, 105]。それに対して、共同育雛は、中等度にヒトが育雛に介入し、幼鳥が種特異的行動パターンを学び、ヒトに馴れることを可能にする[3, 15, 73]。ラットにおける新生子ハンドリングは、成体ラットのHPA 軸応答性を恒久的に変化させる[2]。新生児期にハンドリングされた成体ラットは、新生児期にハンドリングされなかったラットよりも低い血清副腎皮質刺激ホルモンレベルを示し、それによってストレスに対する反応を低下させる[47, 58]。家禽の幼鳥のハンドリングは、捕獲と拘束に対する HPA 軸の応答性を低下させ[46]、短時間でも人と接触したことのある幼鳥は、ヒトへの回避行動が減少する[52]。さらに、自然育雛鳥では羽毛損傷行動がまれであり[17, 93]、羽毛損傷行動有病率は人工育雛鳥で高い（10%-17.5%）[16, 27, 39, 42, 67]。

健康なヨウムに比べて、羽毛損傷行動を示すヨウムの糞中コルチコステロン代謝物（Corticosterone Metabolite; CM）濃度は有意に高いことから、羽毛損傷行動は、慢性ストレスと関連していることが示唆されている[17, 81]。鳥類の主要な糖質コルチコイドであるコルチコステロンは、HPA 軸の活性化時に副腎皮質から血流に分泌され[12]、代謝および排泄される（尿および糞便）[99]。排泄物は累積サンプルであり、長期の糖質コルチコイドレベルとストレスの正確な評価を提供するため、糖質コルチコイド代謝物を使用して全体的な

ストレス反応を評価できる[99]。

羽毛損傷行動は、正確な診断と治療が難しいため[77]、獣医師、ブリーダー、飼い主は、コンパニオンバードの羽毛損傷行動の発生を軽減または防止するために、より良い育雛方法を見つける必要がある。共同育雛の利点が報告されているが、我々の知る限り、羽毛損傷行動とストレスホルモンに対する育雛方法の影響を調査した研究はない。本章の目的は、人工育雛と共同育雛の鳥の糞中 CM 濃度を比較することによって、羽毛損傷行動とストレスホルモンに対する育雛方法の影響を評価することである。

第 2 節 材料および方法

研究種

本章では、第 3 章と同じコザクラインコ 122 羽を使用した。第 3 章で羽毛損傷行動の危険因子が人工育雛であることが示唆されたため、他の交絡因子による羽毛損傷行動への影響は少ないと判断したが、第 3 章で飼い主より聴取した年齢、性別、分離不安徴候の有無、主食、生鮮食品の有無、エンリッチメントの有無、同種存在の有無のデータを利用して、それぞれの羽毛損傷行動および育雛方法への影響も調査した。検体の採取は 2 回実施されたが、最初の検体採取時の鳥の平均年齢は 67.8 ± 47.1 ヶ月齢であった。

被験鳥は、糞中 CM 濃度を比較するために、羽毛損傷行動の有無および育雛

方法から次の3群に分類した；(1) 羽毛損傷行動がない人工育雛鳥 (N-HR)、
(2) 羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥 (FDB-HR)；(3) 共同育雛鳥 (PR)。 羽毛損傷行動を示す共同育雛鳥は2羽のみであったため、共同育雛鳥は羽毛損傷行動がない鳥と羽毛損傷行動を示す鳥に分類しなかった。羽毛損傷行動を示す2羽の共同育雛鳥を除外しなかった理由は、本章の研究では第3章と同一の被験鳥を使用しており、分析済みの母集団だからであった。

糞の収集

鳥の糞の収集は、最初の診察時に飼い主に研究の概要を説明し、同意を得たうえで、飼い主自身によって行われた。ケージの底から新鮮な糞を直接採取した。便と尿酸が分離できなかつたため、糞全体を検体として使用した (図4)。概日リズムがCM排泄に及ぼす影響を排除するために、午前中 (07:00~10:00) に糞の収集を実施した [29, 75]。検体量を確保し、日の変化の影響を排除するために3日間にわたり収集を実施した [11, 86]。糞の収集は、分析結果の信頼度確保のため2回実施された。2回目の糞の収集は、季節変動の影響を避け、治療の妨げにならないよう長い期間を設けず、1ヶ月後に実施された。糞の収集を行った1ヶ月間に羽毛損傷行動が改善した鳥はいなかった。収集した検体はビニール袋に入れ、採取後すぐに冷凍庫で凍結し、横浜小鳥の病院に冷凍便で送付するよう飼い主に依頼した。全ての検体は、分析まで-20°Cで保存した。

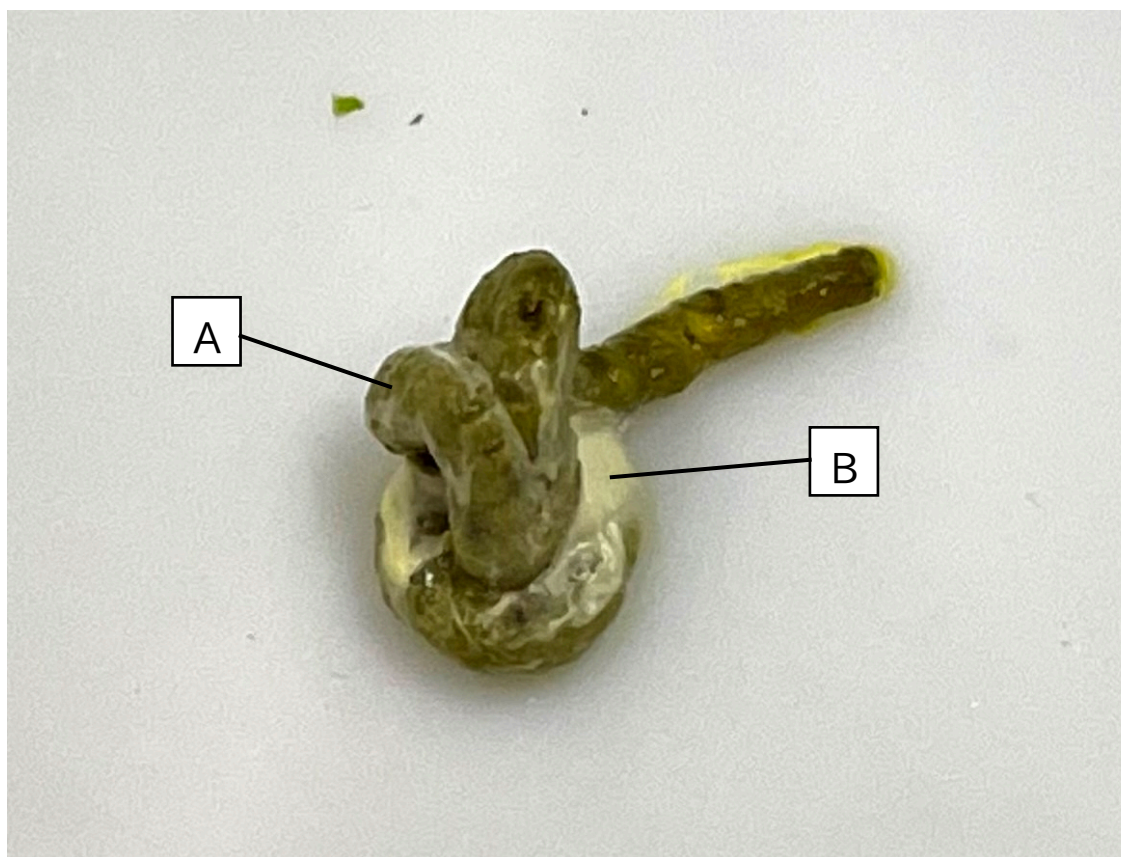


図4. コザクラインコの糞

糞の収集は、便[A]と尿酸[B]を分離できないため、糞全体を検体として使用した

CM 分析

糞検体中のステロイドは、メタノール抽出法を使用して抽出した[55]。凍結された糞を 100°C で 4 時間オーブンにて乾燥し、ハンマーで粉砕した。続いて、0.1g の粉末を 5mL の 80%メタノール（超純水で希釈）に加え、30 分間攪拌し、2,500 rpm (1341.6×g) で 10 分間遠心分離した。上澄み（メタノール画分）をプレーンチューブに移し、アッセイバッファー（0.1%ウシ血清アルブミンと 0.05M 塩化ナトリウムを含む 0.04M リン酸水素二ナトリウム二水和物バッファー；pH 7.2）を使用して希釈（1:10）した。

糞中の CM 濃度は、AffiniPure Goat Anti-Rabbit IgG (H + L) 抗体（Jackson ImmunoResearch Laboratories, West Grove, PA, USA）でプレコートされた 96 ウェルマイクロプレートを使用した競合酵素イムノアッセイを使用して決定した。コルチコステロン-3-CMO-HRP（1 : 200,000；FKA419、コスモバイオ株式会社、東京、日本）および抗コルチコステロン-3-CMO-BSA 抗血清（1 : 500,000；FKA420-E、コスモバイオ株式会社）をコルチコステロン標準（11-β、21-ジヒドロキシプレゲン-4-エン-3,20-ジオン；037-17583、和光純薬工業株式会社、大阪、日本）または各ウェルを 4°C で 24 時間インキュベートした。抗血清の交差反応性は、コルチコステロンで 100%、デオキシコルチコステロンで 8.0%、プロゲステロンで 2.1%、11-デヒドロコルチコステロンで 0.23%、コルチゾールで 0.2%、4-アンドロステンジオンで 0.05%、コルチゾンで 0.05%、17-α-ヒドロキシ-11-デオキシコルチコステロン、および 17-

α -ヒドロキシprogesteroneの場合は0.04%であった。続いて、マイクロプレート洗净し、基質緩衝液A (0.01 M 尿素過酸化水素、0.1 M Na₂HPO₄·2H₂O、0.05 M クエン酸-H₂O) およびB (0.002 M 3,3',5,5'-テトラメチルベンチジン) の混合物を使用した。4%ジメチルスルホキシド (0.05 M クエン酸-H₂O) を各ウェルに添加して遊離結合抗体を分離し、マイクロプレートを37°Cで60分間インキュベートした。1 N H₂SO₄ を使用して反応を停止し、iMark™マイクロプレート吸光度リーダー (Bio-Rad Laboratories Inc.、Hercules、CA、USA) を使用して450nmで吸光度を記録した。アッセイ内およびアッセイ間の変動係数はそれぞれ9.1%および11.4%であり、検出限界は8.9 pg/mLであった。

統計分析

糞中CM濃度を分析する前に、データ分布の正規性と分散の均一性を、それぞれシャピロ-ウィルク検定とルビン検定を使用して評価した。1回目と2回目のサンプリングの反復測定は、3群間のCM濃度に対して反復測定分散分析を実施し、続いて多重比較のためにチューキー・クラマー多重比較検定を実施した。二元配置分散分析を実施して、3群の1回目および2回目を合わせた平均CM濃度に対する性別、分離不安徴候、主食、生鮮食品、エンリッチメント、同種の存在の影響を分析した。相互作用が有意またはわずかに有意であった場合の被験鳥の各群において対応のあるt検定を行った。1回目および2回目を合

わせた平均 CM 濃度データと、3 群の被験鳥の年齢との関係は、スピアマンの順位相関係数にて評価した。すべての P 値は両側であり、 $P < 0.05$ は統計的に有意であるとみなし、 $P < 0.1$ はわずかに有意であるとみなした。すべての統計分析は、SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) を使用した。

第 3 節 結果

N-HR、FDB-HR および PR 鳥の糞中平均 CM 濃度は、それぞれ 285.7、290.3 および 229.9ng/g であった。糞中 CM 濃度は 3 群間で有意差があったが ($F_{2, 119} = 3.287$, $P = 0.041$)、1 回目と 2 回目のデータ間で CM 濃度 ($F_{1, 119} = 0.679$, $P = 0.412$) とサンプリング間の相互作用 ($F_{2, 119} = 0.552$, $P = 0.578$) には有意差はみられなかった (図 5)。3 群間で CM 濃度に有意差がみられたため、チューキー・クラマー多重比較検定を実施した。N-HR と FDB-HR 鳥の糞の平均 CM 濃度に有意差はみられなかった ($P = 0.967$)。それに対して、N-HR ($P = 0.050$) と FDB-HR ($P = 0.049$) の糞は、それぞれ PR 鳥の糞よりもわずかに有意および有意に高い平均 CM 濃度を示した。

3 群における性別の CM 濃度に有意差はみられなかった ($F_{1, 238} = 0.389$, $P = 0.533$)。二元配置分散分析にて 3 群と性別の相互作用 ($F_{2, 238} = 2.491$, $P = 0.085$) の CM 濃度にわずかに有意な影響がみられた。対応のある t 検定により、メスの FDB-HR 鳥の糞は、オスよりも有意に高い CM 濃度を示した ($P =$

0.020)。一方、N-HR 鳥 ($P = 0.355$) と PR 鳥 ($P = 0.968$) の雌雄間で、CM 濃度に有意差はみられなかった。さらに二元配置分散分析にて分離不安徴候 ($F_{1, 238} = 0.944$, $P = 0.332$) および 3 群と分離不安徴候の相互作用 ($F_{2, 238} = 0.787$, $P = 0.456$)、主食の種類 ($F_{2, 235} = 1.125$, $P = 0.326$) および 3 群と主食の相互作用 ($F_{4, 235} = 0.821$, $P = 0.513$)、生鮮食品 ($F_{1, 238} = 0.835$, $P = 0.362$) および 3 群と生鮮食品の相互作用 ($F_{2, 238} = 1.239$, $P = 0.292$)、エンリッチメント ($F_{1, 238} = 0.977$, $P = 0.324$) および 3 群とエンリッチメントの相互作用 ($F_{2, 238} = 0.693$, $P = 0.501$) には有意差はみられなかった。同種の存在 ($F_{1, 238} = 0.450$, $P = 0.004$) は 3 群の CM 濃度に有意差がみられた。3 群と同種の存在の相互作用 ($F_{2, 238} = 0.440$, $P = 0.645$) は、CM 濃度に影響しなかった (図 6)。

3 群の平均 CM 濃度と年齢に相関はみられなかった (N-HR : $rho = 0.100$, $P = 0.257$; FDB-HR : $rho = -0.087$, $P = 0.457$; PR : $rho = -0.057$, $P = 0.734$)。

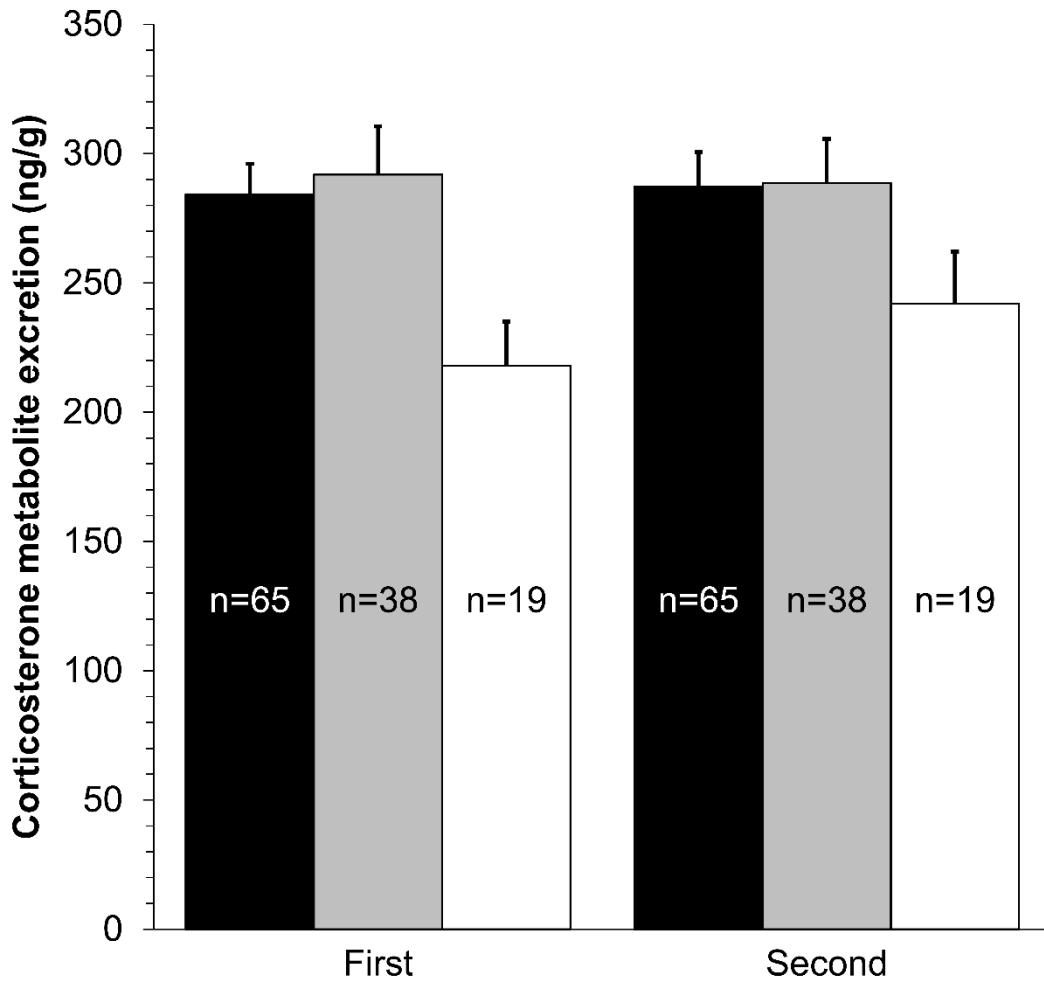


図 5. 1 回目と 2 回目にサンプリングした 3 群のコザクラインコの平均糞中コルチコステロン代謝物濃度

黒色のバーは羽毛損傷行動を示さない人工育雛鳥を示し、灰色のバーは羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥を示し、白色のバーは共同育雛鳥を示す。1 回目と 2 回目のデータ間で CM 濃度とサンプリング間の相互作用には有意差はみられなかった。

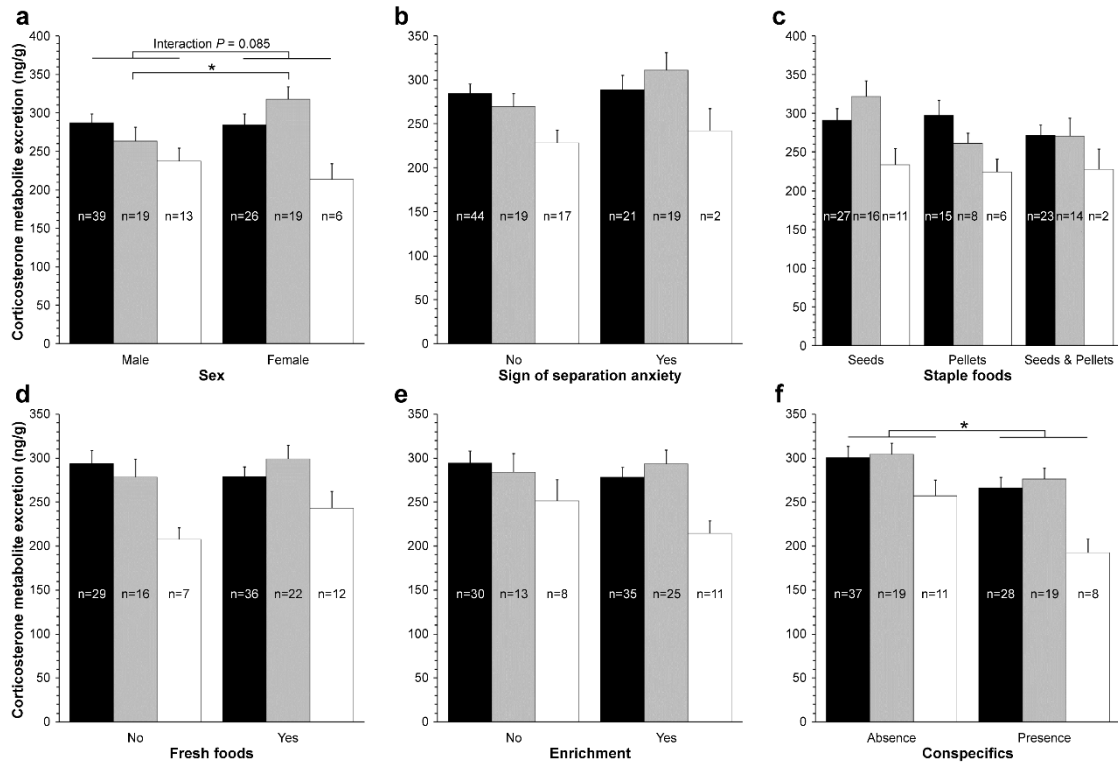


図6. 3群のコザクラインコのア平均糞中コルチコステロン代謝産物濃度に対する要因の影響 (a)性別、(b)分離不安徴候、(c)主食、(d)生鮮食品、(e)エンリッチメント、(f)同種の存在の影響

黒色のバーは羽毛損傷行動を示さない人工育雛鳥を示し、灰色のバーは羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥を示し、白色のバーは共同育雛鳥を示す。3群と性別の相互作用のCM濃度にわずかに有意な影響がみられ、メスの羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥の糞は、オスよりも有意に高いCM濃度を示した。同種の存在 ($F_{1, 238} = 8.450, P = 0.004$) は3群のCM濃度に有意差がみられた。* $P < 0.05$

第4節 考察

N-HR と FDB-HR 鳥は、PR 鳥よりも高い平均 CM 濃度を示した。これは育雛方法が HPA 軸応答性に影響することを示唆している。しかしながら、PR 鳥の標本数は少なく、2羽のみが羽毛損傷行動を示した。より大きな標本数は、より多くの FDB-PR 鳥を示し、群間の CM の違いのより良い研究を促進する可能性がある。

N-HR 鳥と FDB-HR 鳥の糞の CM 濃度に差がみられなかった。先行研究では、慢性ストレスが羽毛損傷行動の原因であり、羽毛損傷行動を示すヨウムは、羽毛損傷行動を示さないヨウムよりも糞中 CM 濃度が有意に高い（約 3.5 倍）ことを報告している [17, 81]。しかしながら、本章は同一条件下における動物実験ではないため、コザクラインコの羽毛損傷行動発症の原因として慢性ストレスを否定はできない。さらに今回の調査では、羽毛損傷行動が CM 濃度の初期増加後に出現するか、またはその逆であるかを判別することはできなかった。副腎は、急性および慢性ストレスに反応して起こる糖質コルチコイド分泌の増加に関与している [76]。しかし、鳥の糞中 CM 濃度の分析は、副腎皮質活動の増加を示唆しているだけである [17]。したがって、鳥の糞中 CM 濃度は、同時に発生するさまざまな生理的、内分泌的および行動要因の複雑な相互作用のために誤解を招く可能性があり [20, 39]、HPA 軸応答性に対する育雛方法の影響を評価するためには、飼い主との分離後の血漿コルチコステロン濃度を分析する必

要がある。

本章では、メスの FDB-HR 鳥は、オスの FDB-HR 鳥よりも糞中の平均 CM 濃度が有意に高かった。Costa らは、羽毛損傷行動を示すヨウムおよび羽毛損傷行動を示さないヨウムにおいて、雌雄ともに平均 CM 排泄量に有意差がなかったと報告した[17]。さらに Ferreria らは、アオボウシインコ (*Amazona aestiva*) において、副腎皮質刺激ホルモン投与の前後で、雌雄間で CM 排泄量に有意差がないことを報告している[29]。FDB-HR のコザクラインコにおいて、メスはオスよりも高いストレス応答を示す可能性があるが、健康な状態でもストレス応答性に雌雄差があるのか、あるいは羽毛損傷行動を示すメスのストレス応答性が高いのかを検証するには、より大きな標本数で調査する必要がある。

同種の存在は、同種が存在しない場合よりも 3 群すべてにおいて、有意に低い糞中 CM 濃度を示した。この結果は、同種の存在が育雛方法に関わらずストレス応答を減少させることを示唆している。しかし第 3 章において同種の存在は単変量解析において羽毛損傷行動有病率に有意差が見られなかった。この結果は、羽毛損傷行動の発症にストレス応答性のみが関与しているわけではないことを示唆している。

オウム目鳥は高度に知的であるため、容易に退屈する。そのため、精神的刺激の欠如によって引き起こされる慢性的なストレスのために、羽毛損傷行動を発症しやすくなる[89]。さらに、一部のオウムは飼い主との交流に多くの時間

を必要とし[62]、神経質または不安なオウムは、単独で過ごすことへの耐性が低い[107]。これによって起こる分離不安は羽毛損傷行動につながる可能性がある[107]。第3章では、分離不安徴候は多変量解析で除外されたが、単変量分析では羽毛損傷行動の危険因子であった。今後、コザクラインコの羽毛損傷行動の原因究明には、分離不安による急性ストレスの影響を調査する必要がある。そして、鳥種別のストレスの原因を特定することは、鳥種による飼育改善に繋がる可能性がある。既存の方法よりも優れた育雛方法を特定することは、鳥類の動物福祉を改善し、羽毛損傷行動の発症を減少させる可能性がある。

第5節 小括

- (1) 共同育雛鳥は、羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥比べ糞中 CM 濃度が有意に低いことから、育雛方法は HPA 軸応答性に影響を与える可能性がある。
- (2) 羽毛損傷行動を示すおよび示さない人工育雛鳥間の糞中 CM 濃度に有意差はなかったが、同一条件下での動物実験ではないため、コザクラインコの羽毛損傷行動発症の原因として慢性ストレスを否定はできない。
- (3) 同種の存在は、育雛方法に関わらずコザクラインコの糞中 CM 濃度を低下させる。

第 5 章 総括

飼育下のオウム目鳥は、羽毛損傷行動、自咬、攻撃性、雄叫び、ヒトに向けられた繁殖行動、恐怖症、常同行動などの多様な行動障害を起こしやすい。特に羽毛損傷行動は飼い主と臨床医に最も一般的に認識されている行動障害である。羽毛損傷行動による羽毛の喪失や損傷は、一部の飼い主には飼育個体の見た目の美しさを損なう結果と捉えられるが、その本質は動物福祉の低下を意味し、獣医学的問題とも関連している。

羽毛損傷行動は、不適切な環境によるストレスへの対処戦略と考えられている。飼育下の鳥類は、不適切な飼育環境によって様々なストレスに暴露されている。ケージでの飼育は、しばしば鳥の動きを制限し、オウム目鳥の高い感受性、知能、行動上の要求を十分に満たすことができない。また1羽での飼育は、鳥の高度な社会性を満たすことができない。社会的または配偶者の剥奪は、分離不安、孤独、退屈、性的欲求不満、注意喚起行動につながる可能性がある。

羽毛損傷行動は、不適応行動ともみなされている。不適応行動は、環境や生理的欲求に適応する行動が十分に取れない場合に見られる行動であり、方向転換性フォーミングや野性下とは異なる生活の時間配分の変化によって行われる羽繕い行動の増加がある。

羽毛損傷行動の発症には、育雛方法の影響が示唆されている。育雛方法は、行動発達への影響が報告されており、羽毛損傷行動は異常な脳発達および神経化学変化から生じる行動障害または機能不全行動であることが示唆されてい

る。育雛期間中の親鳥の不在は、適切な羽繕い行動や日常的な行動を学習できなくなることが指摘されており、人工育雛による母性剥奪は、種特異的行動パターンの学習の失敗と高いストレス応答性をもたらす可能性がある。

羽毛損傷行動は、一度発症すると改善することが困難な行動障害である。そのため羽毛損傷行動の危険因子を特定することは、発症を予防し、原因を改善するための有用な情報となる。そこで本研究では、最初に日本では不明であったオウム目鳥における羽毛損傷行動有病率とその危険因子の調査を行った。次に国内で飼育数が多く、羽毛損傷行動有病率の高いコザクラインコに焦点を当て、有病率と危険因子の調査を行った。最後にコザクラインコの被験鳥を

(1) 羽毛損傷行動のない人工育雛鳥、(2) 羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥、(3) 共同育雛の3群に分類し、コザクラインコの糞中コルチコステロン代謝物濃度を比較して羽毛損傷行動への育雛方法の影響を評価した。

1. オウム目鳥の羽毛損傷行動有病率と危険因子に関する研究

羽毛損傷行動に関するより正確な情報は、羽毛損傷行動鳥のより良好な治療を容易にするだけでなく、羽毛損傷行動発症の予防につながる可能性がある。

国内のペットオウム目鳥において羽毛損傷行動はしばしば観察されるが、その有病率と危険因子は調査されていない。そこで日本のペットオウム目鳥の羽毛損傷行動有病率と危険因子を調査した。オウム目鳥が高度な社会性動物であるため、ヒト、同種鳥、その他の鳥と動物の存在がどのように羽毛損傷行動に影響

響を及ぼすかに注目した。また分離不安と羽毛損傷行動との関連についても調査した。

アンケート回答のバイアスを避けるため参加者には調査の目的は行動障害の研究であると伝えられた。アンケートは、先行研究およびレビュー論文に報告されている羽毛損傷行動の危険因子に基づいて、独自の設問を 26 問作成した。合計 3,392 件の回答が得られ、重複回答および何らかの不明のある回答は除外し、2,331 件の有効回答が得られた。いくつかの同属または近縁種は、羽毛損傷行動有病率が類似するためグループ化した。全体の 2%以下の割合の種を除外し、種またはグループによる羽毛損傷行動有病率の傾向を明らかにした。

オウム目鳥の全体的な羽毛損傷行動有病率は、11.7% (272/2,331) であり、種およびグループ間で異なっていた。最も高い羽毛損傷行動有病率はオウム類の 30.6% (22/72) であり、回答数が最も多かったセキセイインコの羽毛損傷行動有病率は 4.9% (42/853) であり、次いでオカメインコの 7.6% (46/608)、ラブバード類の 24.5% (115/470) であった。

多変量ロジスティック回帰における最終モデルには、種およびグループ、鳥の年齢、分離不安徴候の 3 つの危険因子が検出された。セキセイインコと比較して、羽毛損傷行動有病率はコニユア類で 2.5 倍高く、マメルリハインコでは約 4 倍高く、ヨウムでは約 7 倍高く、ラブバード類では約 7 倍高く、オウム類では約 9.5 倍高かった。幼若鳥と比較して、羽毛損傷行動有病率は若い成鳥で約 2 倍高く、成鳥で約 3 倍高かった。分離不安徴候はなしと比較して、ありは

羽毛損傷行動有病率が約2倍高かった。

日本のオウム目鳥全体の羽毛損傷行動有病率は11.7%と推定され、これは先行研究とほぼ一致する。種およびグループは最終モデルにおいて有意な危険因子であった。種によって羽毛損傷行動に対する脆弱性が異なることが知られており、既知の報告と一致した。

年齢は羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。しかし、若い成鳥は最終モデルでは有意な変数であったが、単変量解析では有意な変数ではなかった。この結果は、年齢が羽毛損傷行動の唯一の危険因子ではないことを示唆する。調査時の飼育環境は羽毛損傷行動発症時から変化している可能性があるため、羽毛損傷行動の危険因子と年齢変化の間の相互関係をさらに明らかにするためには経時的研究が必要である。

育雛方法による羽毛損傷行動有病率に差は認められなかった。羽毛損傷行動は自然育雛鳥よりも人工育雛鳥に多いことが報告されている。しかし本章における羽毛損傷行動の自然育雛鳥の数が少なかったため、有意差を検出するには十分な数ではなかった可能性がある。

分離不安徴候は羽毛損傷行動の有意に高い危険因子であった。著者らは、譲渡による永続的な分離ではなく日常的な分離が羽毛損傷行動の原因であると予測したため、飼い主が家を出た時または不在時の行動を分離不安徴候として定義した。しかし、家族人数、ヒトの不在時間、他の鳥および/または動物の存在、および同種鳥との同居は、羽毛損傷行動有病率に有意差は見られなかつ

た。今後、分離不安を引き起こす環境をさらに調査するには、鳥類がヒトを好むのか同種を好むのかを問い、他の鳥類や動物との関係を明らかにする必要がある。

オウム目鳥における種間アプローチは、羽毛損傷行動の一般的な危険因子の研究のための良い情報源を提供する。本章の結果は、臨床的に非常に重要であり、どの種が飼育により適しており、羽毛損傷行動を予防または改善するための飼育環境に関する情報を提供する貴重な報告となるだろう。そして飼い鳥の福祉向上のための貴重な情報源となるであろう。

2. コザクラインコの羽毛損傷行動有病率と危険因子に関する研究

羽毛損傷行動の危険因子に関する研究は、オウム目鳥全体を対象とした研究しか行われていない。オウム目全体を通じた研究による情報は、大まかな傾向を掴むことには役立つが、種ごとの羽毛損傷行動の危険因子を特定することは、臨床における詳細な治療の手助けとなり、予防にもつながる可能性がある。第2章の日本におけるオウム目鳥の羽毛損傷行動有病率の調査では、国内で飼育数の多い種の中でもラブバード類 (*Agapornis* spp.) の羽毛損傷行動有病率 (24.5%) が、オウム目鳥全体の有病率 (11.7%) より高かった。第2章におけるラブバード類には、コザクラインコ、キエリクロボタンインコ、ルリコシボタンインコの3種が含まれ、なかでも90.3%がコザクラインコであった。国内で多く飼育されるコザクラインコの動物福祉を向上するために羽毛損

傷行動の危険因子を明らかにすることは重要である。そこで本章では、日本におけるコザクラインコの羽毛損傷行動の有病率を推定して、羽毛損傷行動と潜在的危険因子との関係性を評価することを目的とした。

被験鳥は、個人宅で個別にケージで飼育され、羽毛損傷行動の治療履歴がなく、飼育歴が明確な5つの動物病院に登録された122羽の鳥を選択した。鳥の羽毛損傷行動は、臨床的な羽毛関連の異常の可能性を排除するために、鳥を専門的に診察する獣医師によって診断された。鳥の特性と飼育環境は、獣医師が潜在的危険因子として記録した。

コザクラインコの羽毛損傷行動の有病率は32.8% (40/122) であった。単変量ロジスティック回帰分析により、年齢、飼育方法、および分離不安徴候が羽毛損傷行動と有意に関連していた。年齢と飼育方法の間に強い相関関係がみられた。サブグループ分析を行ったところ、96ヶ月以上の共同育雛鳥が存在しなかったため、年齢は多変量ロジスティック回帰分析から除外された。多変量ロジスティック回帰分析には、飼育方法と分離不安徴候が含まれた。最終モデルでは、育雛方法にのみ有意差が認められ、共同育雛に比べ人工育雛は羽毛損傷行動有病率が約5倍高かった。

本章で観察されたコザクラインコの羽毛損傷行動有病率 (32.8%) は、第2章で報告したラブバード類の有病率 (24.5%) よりわずかに高かった。人工育雛鳥は、共同育雛鳥よりも有意に高い羽毛損傷行動有病率を示した。この結果は、育雛方法がコザクラインコの羽毛損傷行動の発症に影響し、共同育雛は、

人工育雛よりも適した育雛方法である可能性を示唆する。行動障害の発生を防ぐためには、親鳥からの完全な分離は避けた方がよい可能性がある。

鳥の年齢および所有期間は、羽毛損傷行動の危険因子として報告されている。本章では、単変量分析において年齢が羽毛損傷行動の重要な危険因子であった。しかし、年齢とともに羽毛損傷行動有病率が増加することは、羽毛損傷行動が慢性ストレスではなく、ストレスのかかる出来事に遭遇する機会の増加の結果である可能性がある。共同育雛鳥の加齢または所有期間とともに増加するかどうかを調査する必要がある。

分離不安徴候は多変量ロジスティック回帰分析で除外されたが、単変量分析では羽毛損傷行動の危険因子であった。人工育雛鳥はヒトに性的刷り込みをするため、ヒトの不在には分離不安を生じる可能性がある。今後、コザクラインコの羽毛損傷行動における分離不安による急性ストレスの影響を調査する必要がある。

コザクラインコにとって人工育雛は、羽毛損傷行動の危険因子であることが示唆された。この結果は、コンパニオンバードの育雛方法を共同育雛へと改善するための良い指標となり、成鳥の行動障害を減らし、動物福祉の向上に役立つだろう。

3. コザクラインコにおける異なる育雛方法によるコルチコステロン代謝物排泄への影響に関する研究

コンパニオンバードの一般的な育雛方法は人工育雛であるが、人工育雛は行

動障害の発生が増加することが示唆されている。共同育雛は、自然育雛と人工育雛をハイブリットした育雛方法であり、雛を巣から完全に取り出すことはせず、巣内で生物学的な親鳥が育雛し、ヒトは日に数回、巣から幼鳥を取り出してハンドリングを行い、時にヒトがさし餌をして給餌を補助する方法であり、行動障害を抑制する育雛方法として注目されている。

行動障害の中でも羽毛損傷行動を示す鳥は、健康な鳥に比べて糞中コルチコステロン代謝物 (CM) 濃度が有意に高いことから、慢性ストレスと関連していることが示唆されている。

共同育雛の利点が報告されているが、私たちの知る限り、羽毛損傷行動とストレス反応に対する育雛方法の影響を調査した研究はない。本研究では、人工育雛と共同育雛の鳥の糞中 CM 濃度を比較することによって、羽毛損傷行動とストレス反応に対する育雛方法の影響を評価することである。

本章では、第 3 章と同じコザクラインコ 122 羽を使用した。第 3 章で羽毛損傷行動の危険因子が人工育雛であることが示唆されたため、他の交絡因子による羽毛損傷行動への影響はないと判断した。

被験鳥は、糞中 CM 濃度を比較するために、次の 3 群に分類された；(1) 羽毛損傷行動がない人工育雛鳥 (N-HR)、(2) 羽毛損傷行動を示す人工育雛鳥 (FDB-HR)；(3) 共同育雛鳥 (PR)。

糞の収集は、飼い主自身によって行われた。3 日間にわたり糞の収集を実施し、1 ヶ月後に再度糞の収集を行った。CM 分析は、酵素免疫測定法にて行われ

た。

反復測定分散分析にて糞中 CM 濃度は 3 群間で有意差があったが、1 回目と 2 回目のデータ間で CM 濃度とサンプリング間の相互作用には有意差はみられなかった。多重比較検定にて N-HR と FDB-HR の平均 CM 濃度に有意差はみられなかったが、N-HR と FDB-HR は、それぞれ PR よりもわずかに有意および有意に高い平均 CM 濃度を示した。

二元配置分散分析にて 3 群における性別の CM 濃度に有意差はみられなかったが、相互作用にわずかに有意な影響がみられたため、対応のある *t* 検定を行い、メスの FDB-HR は、オスよりも有意に高い CM 濃度を示した。一方、N-HR と PR の雌雄間で、CM 濃度に有意差はみられなかった。同種の存在は 3 群の CM 濃度に有意差がみられた。3 群と同種の存在の相互作用は、CM 濃度に影響しなかった。3 群の平均 CM 濃度と年齢に相関はみられなかった。

N-HR および FDB-HR は、PR よりも有意位に高い平均 CM 濃度を示した。これは育雛方法が HPA 軸応答性に影響することを示唆している。N-HR と FDB-HR の糞中 CM 濃度に差はみられなかった。しかし、本章は同一条件下における動物実験ではないため、コザクラインコの羽毛損傷行動発症の原因として慢性ストレスを否定はできない。今後、コザクラインコの羽毛損傷行動の原因究明には、急性ストレスの影響を調査する必要がある。

同種の存在は、同種が存在しない場合よりも 3 群すべてにおいて、有意に低い糞中 CM 濃度を示した。この結果は、同種の存在が育雛方法に関わらずスト

レス応答を減少させることを示唆している。

共同育雛に比べ人工育雛の方が、糞中 CM 濃度が高い結果は、現在一般的に行われている人工育雛がコンパニオンバードの育雛方法としては不適切である可能性が高く、犬猫に限らず鳥においても早期に親から分離することは推奨されない証拠となるであろう。そして育雛方法に限らず、同種鳥の存在が糞中 CM 濃度を減少させることは、1羽で飼育されることが多いコンパニオンバードの飼育改善の情報として役立つ結果となるだろう。

4. 結語

種により羽毛損傷行動への脆弱性が示唆されているが、本研究においても種およびグループによって羽毛損傷行動率に違いがみられた。本研究では羽毛損傷行動への脆弱性には、第2章および第3章において危険因子として分離不安徴候が検出されていることから、種によって分離ストレス耐性に違いがある可能性が考えられた。しかし第4章において、3群すべてのコザクラインコの糞中 CM 濃度に分離不安徴候の影響は認められなかった。糞中 CM 濃度の測定は、鳥のストレス反応を評価することができるが、本研究では3日間の累積サンプルであることから、慢性ストレスとしての評価となる。しかし本研究における分離不安徴候の定義は、譲渡のような永続的な分離ではなく、飼い主が家を出る時の行動を評価しているため短期的な分離である。よって、短期的分離時の急性ストレスを評価するには糞中 CM 濃度の測定は特異性・感受性ともに低か

った可能性がある。実際に、第2章における入手元の「譲渡」およびヒトの不在時間は、単変量解析にて有意な変数ではなかった。今後、短期的分離が羽毛損傷行動の脆弱性に影響するか調査するには、飼い主またはペアの鳥との分離を行い、血中コルチコステロンの測定を行う必要がある。しかし国内でオウム目鳥の動物実験を同一環境下にて行うことができる施設がほとんどないこと、鳥は環境変化に弱いため施設に移動したこと自体が急性ストレスになること、採血時の保定自体がストレスになること、小型種では同日に複数回採血することができないことから、研究の実施は困難であると考えられる。

鳥の年齢や所有期間の長さは、危険因子であることが報告されている。第2章において、年齢は有意な危険因子であり、第3章においても年齢は単変量解析において有意な危険因子であった。しかし第4章において3群すべてのコザクラインコの年齢と糞中CM濃度に相関は認められなかった。これらの結果からコザクラインコは加齢とともにストレスに脆弱になるのではなく、他の要因が関与していると考えられた。上述したように分離不安が羽毛損傷行動の危険因子であることから、加齢とともに分離不安を経験する機会が増加し、羽毛損傷行動の発症率が増加している可能性が考えられた。この分離不安には短期的分離だけでなく、ヒトのライフステージ変化によるヒトとの分離、同一環境で飼育していた他の鳥の死亡による分離などの永続的または長期的分離も含まれると考えられる。

現在オウム目鳥をヒトに馴らせるための育雛方法は、人工育雛が一般的であ

る。しかし人工育雛は、羽毛損傷行動を起こしやすくなることが報告されている。第2章において人工育雛は、コザクラインコの羽毛損傷行動の有意な危険因子であった。そして第3章において、人工育雛に比べ共同育雛のコザクラインコの糞中CM濃度は有意に低かった。この結果は、人工育雛された個体はHPA軸応答性が高くなることを示しており、人工育雛によって羽毛損傷行動の発症が増加することと整合している。今後は、他のオウム目鳥においても同様の調査を行い、人工育雛の影響を評価するとともに、共同育雛の利点を飼い主およびブリーダーに周知していくことが推奨される。

オウム目鳥は高度に社会的であり、野生下では安定した群れで生活する。そのためオウム目鳥を1羽で飼育することは社会的隔離であり、これは羽毛損傷行動の原因として報告されている。ペットに対する動物福祉が周知されている西欧諸国では、オウム目鳥を1羽で飼育することは推奨されていない。ところが日本においては、ペットにおける動物福祉の周知が遅れており、オウム目鳥は1羽で飼育されていることが多く、ヒトが不在になることも多い。第4章において同種の鳥が同一環境下で飼育されているコザクラインコは、同種が不在の鳥に比べ、育雛方法に関わらず糞中CM濃度が有意に低かった。この結果は、コザクラインコを1羽で飼育することはストレスとなることを示しており、コザクラインコは複数羽で飼育することが推奨される。また第2章において家族人数増加と子供の存在は、単変量解析において羽毛損傷行動有病率が有意に減少した。人工育雛のオウム目鳥は、ヒトに性的刷り込みされることが報

告されており、ヒトを群れの仲間とみなしていることからストレスが軽減されている可能性がある。さらに同種の存在やヒトの家族人数の増加は、分離不安を軽減する可能性も考えられる。

本研究により、日本におけるオウム目鳥の羽毛損傷行動有病率と危険因子が明らかとなった。この結果は、どの鳥種が羽毛損傷行動を発症しやすいかが明確となり、飼育により適しているかの指標となると考えられる。そして、臨床の場で聴取すべき環境および管理に関する有益な情報となり、羽毛損傷行動を予防または改善するための飼育環境に関する情報を提供すると考えられる。コザクラインコを対象とした研究においては、人工育雛が羽毛損傷行動の危険因子であることが明らかとなり、共同育雛と比較して HPA 軸応答性が高い可能性が示唆された。この結果は、犬猫に限らず鳥においても早期に親から分離することは推奨されない証拠になると考えられる。そして育雛方法に限らず、同種鳥の存在が糞中 CM 濃度を減少させることは、1羽で飼育されることが多いコンパニオンバードの飼育改善の情報として役立つ結果となり、成鳥の羽毛損傷行動を含む行動障害を減らし、福祉の向上に大きく寄与すると考えられた。

謝辞

本稿を終えるにあたり、本研究のご指導を賜りました日本大学 大学院 獣医学研究科の鯉江 洋教授に深甚なる謝意を表すとともに、ご助言および論文のご校閲を賜りました同大学院の佐藤 雪太教授、堀北 哲也教授に深謝いたします。

さらに本研究を実施するにあたり多くのご助言、ご示唆を頂いた岐阜大学応用 生物科学部 動物繁殖学研究室 楠田哲 士准教授、金沢大学 人間社会研究域 人間科学系 一方井 祐子准教授、帝京科学大学 生命環境学部 アニマルサイエンス学科 今野 晃嗣講師、被験鳥の診断および検体収集にご協力いただいたたかつき動物病院の上田 通裕先生、森下小鳥病院の寄崎 まりを先生、small animal clinic の常住 直人先生、吉塚ペットクリニックの伊勢 健一郎先生に深謝いたします。

参考文献

1. Acharya, A., Rault, J. 2020. Risk factors for feather-damaging behavior in companion parrots: A social media study. *J. Vet. Behav.* **40**: 43–49.
2. Ader, R., Grotta, L. J. 1973. Adrenocortical mediation of the effects of early life experiences. *Prog. Brain Res.* **39**: 395–406.
3. Aengus, W. L., Millam, J. R. 1999. Taming parent-reared orange-winged Amazon parrots by neonatal handling. *Zoo Biol.* **18**: 177–187.
4. Akoglu, H. 2018. User's guide to correlation coefficients. *Turk. J. Emerg. Med.* **18**: 91–93.
5. Anderson, P. 2003. A bird in the house: an anthropological perspective on companion parrots. *Soc. Anim.* **11**: 393–418.
6. Banerjee, S. B., Arterbery, A. S., Fergus, D. J., Adkins-Regan, E. 2012. Deprivation of maternal care has long-lasting consequences for the hypothalamic–pituitary–adrenal axis of zebra finches. *Proc. Biol. Sci.* **279**: 759–766.
7. Barton, B., Peat, J. 2014. Medical statistics: a guide to SPSS, data analysis, and critical appraisal. 2nd ed. Oxford, Wiley Blackwell
8. Bauck, L. 1998. Psittacine diets and behavioural enrichment. *Sem. Avian Exotic Pet Med.* **7**: 135–140.
9. Bergman, L., Reinisch, U. S. 2006. Parrot Vocalization. pp. 219–224. In: Manual of Parrot Behavior. (Luescher, A. U. ed.) Ames, Blackwell Publishing.

10. Cabib, S. 2006. Ch. 6: The neurobiology of stereotypy II—the role of stress. pp. 227–255. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. (Rushen, J., Mason, G. eds.) Wallingford, CABI.
11. Carere, C., Groothuis, T. G. G., Möstl, E., Daan, S., Koolhaas, J. M. 2003. Fecal corticosteroids in a territorial bird selected for different personalities: daily rhythm and the response to social stress. *Horm. Behav.* **43**: 540–548.
12. Carsia, R. V., Harvey, S. 2000. Adrenals. pp. 489–537. In: *Sturkie's Avian Physiology*. 5th ed. (Whittow, G. C. ed) San Diego, Academic Press.
13. Chitty, J. 2005. Feather and skin disorders. pp. 200–203. In: *BSAVA Manual of Psittacine Birds*. 2nd ed. (Harcourt-Brown, N., Chitty, J. eds.) Quedgeley, BSAVA Publishing.
14. Clubb, S., Cray, C., Arheart, K. L., Goodman, M. 2007. Comparison of selected diagnostic parameters in African grey parrots (*Psittacus erithacus*) with normal plumage and those exhibiting Feather-damaging behavior. *J. Avian Med. Surg.* **21**: 259–264.
15. Colette, J. C., Millam, J. R., Klasing, K. C., Wakenell, P. S. 2000. Neonatal handling of Amazon parrots alters the stress response and immune function. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **66**: 335–349.
16. Costa, P., Macchi, E., Tomassone, L., Ricceri, F., Bollo, E., Scaglione, F. E., Tarantola, M., De Marco, M., Prola, L., Bergero, D., Schiavone, A. 2016a. Feather picking in pet parrots: sensitive species, risk factor and ethological evidence. *Ital. J. Anim. Sci.* **15**: 473–480.

17. Costa, P., Macchi, E., Valle, E., De Marco, M., Nucera, D.M., Gasco, L., Schiavone, A., 2016b. An association between feather damaging behavior and corticosterone metabolite excretion in captive African grey parrots (*Psittacus erithacus*). *PeerJ* **4**: e2462.
18. Coulton, L. E., Waran, N. K., Young, R. J. 1997. Effects of foraging enrichment on the behaviour of parrots. *Anim. Welf.* **6**: 357–363.
19. Cox, D. R., Wermuth, N. 1996. *Multivariate Dependencies: Models, Analysis and Interpretation*. London, Chapman and Hall.
20. Cussen, V. A., Mench, J. A. 2015. The relationship between personality dimensions and resiliency to environmental stress in orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*), as indicated by the development of abnormal behaviors. *PLoS ONE*. **10**: e0126170.
21. Davis, C. S. 1991. Parrot psychology and behaviour problems. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* **21**: 1281–1289.
22. Delius, J. D. 1979. Irrelevant behaviour, information processing and arousal homeostasis. *Psychol. Forsch.* **33**: 165–188.
23. Delius, J. D. 1988. Preening and associated comfort behaviour in birds. *Ann. NY Acad. Sci.* **525**: 40–55.
24. Dislich, M., Neumann, U., Crosta, L. 2017. Successful reduction of Feather-damaging behavior by social restructuring in a group of golden conures (*Guaruba guarouba*). *J. Zoo Wildl. Med.* **48**: 859–867.
25. Doneley, B. 2003. The Galah. *Sem. Avian Exot. Pet Med.* **12**: 185–194.

26. Dohoo, I., Martin, W., Stryhn, H. 2003. *Veterinary Epidemiologic Research*. Charlottetown, Atlantic Veterinary College.
27. Ebisawa, K., Nakayama, S., Pai, C., Kinoshita, R., Koie, H. 2021. Prevalence and risk factors for feather-damaging behavior in Psittacine birds: Analysis of a Japanese nationwide survey. *PLoS ONE*. **16**: e0254610.
28. Evans, M. 2001. Environmental enrichment for pet parrots. *In Practice*. **23**: 596–605.
29. Ferreira, J. C. P., Fujihara, C. J., Fruhvald, E., Trevisol, E., Destro, F. C., Teixeira, C. R., Pantoja, J. C. F., Schmidt, E. M. S., Palme, R. 2015. Non-invasive measurement of adrenocortical activity in blue-fronted parrots (*Amazona aestiva*, Linnaeus, 1758). *PLoS ONE*. **10**: e0145909.
30. Forbes, N. A. 2002. A clinical approach to feather plucking. pp. 35–44. *Proceedings of the British Veterinary Dermatology Study Group Springmeeting*. Birmingham, BSAVA.
31. Fox, R. A., Millam, J. R. 2004. The effect of early environment on neophobia in orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* **89**: 117–129.
32. Fox, R. 2006. Hand-rearing: behavioral impacts and implications for captive parrot welfare. pp. 83–91. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed) Ames, Blackwell Publishing.
33. Frith, C. D., Done, D. J. 1983. Stereotyped responding by schizophrenic-patients on a 2-choice guessing task. *Psychol. Med.* **13**: 779–786.

34. Galvin, C., 1983. The feather picking bird. pp. 646–652. In: *Current Veterinary Therapy VIII Small Animal Practice*. (Kirk, R. W. ed) Philadelphia, WB Saunders.
35. Garner, J. P., Meehan, C. L., Mench, J. A. 2003. Stereotypies in caged parrots, schizophrenia and autism: evidence for a common mechanism. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **145**: 125–134.
36. Garner, J. P. 2006a. Ch 5. Perseveration and stereotypy—systems-level insights from clinical psychology. pp. 121–152. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. (Rushen, J., Mason, G. eds.) Wallingford, CABI.
37. Garner, J. P., Meehan, C. L., Famula, T.R., Mench, J. A. 2006b. Genetic, environmental, and neighbor effects on the severity of stereotypies and feather picking in Orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*): An epidemiological study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **96**: 153–168.
38. Garner, M. M., Clubb, S. L., Mitchell, M. A., Brown, L. 2008. Feather-picking psittacines: histopathology and species trends. *Vet. Pathol.* **45**: 401–408.
39. Gaskins, L. A., Bergman, L. 2011. Surveys of avian practitioners and pet owners regarding common behavior problems in psittacine birds. *J. Avian Med. Surg.* **25**: 111–118.
40. Gaskins, L. A., Hungerford, L. 2014. Nonmedical factors associated with feather picking in pet psittacine birds. *J. Avian Med. Surg.* **28**: 109–117.

41. Greenwell, P., Montrose, V. 2017. The gray matter: Prevention and reduction of abnormal behavior in companion gray parrots (*Psittacus erithacus*). *J. Vet. Behav.* **20**: 44–51.
42. Grindlinger, H. M. 1991. Compulsive feather picking in birds. *Arch. Gen. Psychiatry.* **48**: 857.
43. Grindlinger, H., Ramsay, E. C. 1994. Use of clomipramine in the treatment of obsessive-compulsive behaviour in psittacine birds. *J. Assoc. Avian Vet.* **8**: 9–15.
44. Harisson, G. J. 1986. Disorders of the integument. pp. 509–524. In: *Clinical Avian Medicine and Surgery*. (Harrison, G. J., Harrison, L. R., Ritchie, B. W. eds.) Philadelphia, WB Saunders.
45. Heck, R. H., Thomas, S. L., Tabata, L. N. 2013. *Multilevel and Longitudinal Modeling with IBM SPSS*. New York, Routledge.
46. Hemsworth, P. H., Coleman, G. J., Barnett, J. L., Jones, R. B. 1994. Behavioural responses to humans and the productivity of commercial broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **41**: 101–114.
47. Hess, J. L., Denenberg, V. H., Zarrow, M. X., Pfeifer, W. D. 1969. Modification of the corticosterone response curve as a function of handling in infancy. *Physiol. Behav.* **4**: 109–111.
48. Iglauer, F., Rasim, R. 1993. Treatment of psychogenic feather picking in psittacine birds with a dopamine antagonist. *J. Small Anim. Pract.* **34**: 564–566.

49. Jayson, S. L., Williams, D. L., Wood, J. L. N. 2014. Prevalence and risk factors of feather plucking in African grey parrots (*Psittacus erithacus erithacus* and *Psittacus erithacus timneh*) and cockatoo (*Cacatua* spp.). *J. Exot. Pet Med.* **23**: 250–257.
50. Jenkins, J. R. 2001. Feather picking and self-mutilation in psittacine birds. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.* **4**: 651–667.
51. Johnson, C. A. 1987. Chronic feather picking: a different approach to treatment. In: Proceedings of the 1st International Conference on Zoological and Avian Medicine, AAV/AAZV, Turtlebay Hilton, Hawaii, USA.
52. Jones, R. B., Waddington, D. 1993. Attenuation of the domestic chick's fear of human beings via regular handling: in search of a sensitive period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **36**: 185–195.
53. King, C.E. 1993. Environmental enrichment: is it for the birds? *Zoo Biol.* **12**: 509–512.
54. Koski, M. A. 2002. Dermatologic diseases in psittacine birds: an investigational approach. *Sem. Avian Exot. Pet Med.* **11**: 105–124.
55. Kusuda, S., Adachi, I., Fujioka, K., Nakamura, M., Amano-Hanzawa, N., Goto, N., Furuhashi, S., Doi, O. 2013. Reproductive characteristics of female lesser mouse deers (*Tragulus javanicus*) based on fecal progesterone and breeding records. *Anim. Reprod. Sci.* **137**: 69–73.
56. Lamberski, N. 1995. A diagnostic approach to feather picking. *Sem. Avian Exot. Pet Med.* **4**: 161–168.

57. Lantermann, W. 1998. Verhaltenstorungen bei Papageien: Entstehung, Diagnose, Therapie. Enke Verlag, Stuttgart.
58. Levine, S. 1962. Plasma-free corticosteroid response to electric shock in rats stimulated in infancy. *Science*. **135**: 795-796.
59. Levine, B. S. 1987. Reviewing the integumentary syndromes common to captive birds. *Vet. Med.* **82**: 505–511.
60. Levine, B. S., Practice, C. A. 2003. Common disorders of Amazons, Australian parakeets, and African grey parrots. *Sem. Avian Exot. Pet Med.* **12**: 125–130.
61. Lewis, M. H., Presti, M. F., Lewis, J. B., Turner, C. A. 2006. Ch 7: The neurobiology of stereotypy I: environmental complexity. pp. 190–226. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. (Rushen, J., Mason, G. eds.) Wallingford, CABI.
62. Lightfoot, T., Nacewicz, C. L. 2006. Psittacine behavior. pp. 51–101. In: *Exotic Pet Behavior: Birds, Reptiles, and Small Mammals*. (Bays, T. B., Lightfoot, T., Mayer, J., eds.) St Louis, Saunders Elsevier.
63. Lumeij, J. T., Hommers, C. J. 2008. Foraging ‘enrichment’ as treatment for pterotillomania. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **111**: 85–94.
64. Mason, G. 2006. Stereotypic Behaviour in Captive Animals: Fundamentals and Implications for Welfare and Beyond. pp. 325–356. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. 2nd ed. (Mason, G., Rushen, J. eds.) Wallingford, CAB International.

65. Mason, G. J. 2010. Species differences in responses to captivity: stress, welfare and the comparative method. *Trends Ecol. Evol.* **25**: 713–721.
66. McCrave, E. A. 1991. Diagnostic criteria for separation anxiety in the dog. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* **21**: 247–255.
67. McDonald Kinkaid, H. Y., Mills, D. S., Nichols, S. G., Rebecca, K., Meagher, R. K., Mason, G. J. 2013. Feather-damaging behavior in companion parrots: an initial analysis of potential demographic risk factors. *Avian Biol. Res.* **6**: 289–296.
68. Meehan, C. L., Mench, J. A. 2002. Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young Amazon parrots. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **79**: 75–88.
69. Meehan, C. L., Millam, J. R., Mench, J. A. 2003a. Foraging opportunity and increased physical complexity both prevent and reduce psychogenic feather picking by young Amazon parrots. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **80**: 71–85.
70. Meehan, C. L., Garner, J. P., Mench, J. A. 2003b. Isosexual pair housing improves the welfare of young Amazon parrots. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **81**: 73–88.
71. Meehan, C. L., Garner, J. P., Mench, J. A. 2004. Environmental enrichment and development of cage stereotypy in Orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*) *Dev. Psychobiol.* **44**: 209–218.
72. Meehan, C., Mench, J. 2006. Captive parrot welfare. pp. 301–318. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed.) Ames, Blackwell Publishing.
73. Millam, J. R. 2000. Neonatal handling, behaviour, and reproduction in orange-winged Amazons and cockatiels. *Int. Zoo Yearbook.* **37**: 220–231.

74. Mills, D., Luescher, A., 2006. Veterinary and pharmacological approaches to abnormal repetitive behaviour. pp. 286–324. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. (Rushen, J., Mason, G. eds.) Wallingford, CABI.
75. Morley-Fletcher, S., Rea, M., Maccari, S., Laviola, G. 2003. Environmental enrichment during adolescence reverses the effects of prenatal stress on play behaviour and HPA axis reactivity in rats. *Eur. J. Neurosci.* **18**: 3367–3374.
76. Möstl, E. M., Palme, R. 2002. Hormones as indicators of stress. *Domest. Anim. Endocrinol.* **23**: 67–74.
77. Nett, C. S., Tully Jr., T. N. 2003. Anatomy, clinical presentation and diagnostic approach to feather-picking pet birds. *Compendium Continuing Educ. Vet. Practitioner* **25**: 206–219.
78. Nicol, C. J., Pope, S. J. 1993. A comparison of the behaviour of solitary and group-housed budgerigars. *Anim. Welf.* **2**: 268–277.
79. Oppenheimer, C. J. 1991. Feather-picking: systemic approach. pp. 125–128. In: *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians*. Chicago, USA.
80. Orosz, S. E. 2006. Diagnostic work-up of suspected behavioural disorders. pp. 195–210. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed) Ames, Blackwell Publishing.
81. Owen, D.J., Lane, J.M., 2006. High levels of corticosterone in feather-plucking parrots (*Psittacus erithacus*). *Vet. Rec.* **158**: 804–805.

82. Overall, K. L., Dunham, A. E., Frank, D. 2001. Frequency of nonspecific clinical signs in dogs with separation anxiety, thunderstorm phobia, and noise phobia, alone or in combination. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **219**: 467–473.
83. Oviatt, L. A., Millam, J. R. 1997. Breeding behaviour of captive Orange-winged Amazon parrots. *Exot. Bird Rep.* **9**: 6–7.
84. Polverino, G., Manciocco, A., Vitale, A., Alleva, E. 2015. Stereotypic behaviours in *Melopsittacus undulatus*: behavioural consequences of social and spatial limitations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **165**: 143–55.
85. Rensel, M. A., Wilcoxon, T. E., Schoech, S. J. 2010. The influence of nest attendance and provisioning on nestling stress physiology in the Florida scrub-jay. *Horm. Behav.* **57**: 162–168.
86. Rich, E. L., Romero, L. M. 2001. Daily and photoperiod variations of basal and stress-induced corticosterone concentrations in house sparrows (*Passer domesticus*). *J. Comp. Physiol. B.* **171**; 543–547.
87. Ridley, R. M. 1994. The psychology of perseverative and stereotyped behaviour. *Prog. Neurobiol.* **44**: 221–231.
88. Rosenthal, K., Allyon, T. 1993. Differential diagnosis of feather picking in pet birds. pp. 108–112. In: Proceedings of the Association of Avian Veterinarians. Tennessee, USA.
89. Roskopf, W. J., Woerpel, R. W. 1996. Feather picking and therapy of skin and feather disorders. pp. 397–405. In: Diseases of Cage and Aviary birds. 3rd ed. (Roskopf, W. J., Woerpel, R. W. eds.) Baltimore, Williams & Wilkins.

90. Roudybush, T. E., Grau, C. R. 1986. Food and water interrelations and the protein requirement for growth of an altricial bird, the cockatiel (*Nymphicus hollandicus*). *J. Nutr.* 116: 552–559.
91. Rubinstein, J., Lightfoot, T. 2012. Feather loss and feather destructive behaviour in pet birds. *J. Exot. Pet Med.* 21: 219–234.
92. Sandman, C. A., Hetrick, W. P. 1995. Opiate mechanisms and self-injury. *Ment. Retard Dev. Disabil. Res. Rev.* 1: 130–136.
93. Schmid, R., Doherr, M. G., Steiger, A. 2006. The influence of the breeding method on the behaviour of adult African grey parrots (*Psittacus erithacus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98: 293–307.
94. Seibert, L. M., Crowell-Davis, S. L., Wilson, G. H., Ritchie, B. W. 2004. Placebo-controlled clomipramine trial for the treatment of feather-picking disorder in cockatoos. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 40: 261–269.
95. Seibert, L. M. 2006a. Social behaviour of psittacine birds. pp. 43–48. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed.) Ames, Blackwell Publishing.
96. Seibert, L. M. 2006b. Feather-picking disorder in pet birds. pp. 255–265. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed.) Ames, Blackwell Publishing.
97. Seibert, L. M. 2007. Pharmacotherapy for behavioural disorders in pet birds. *J. Exot. Pet Med.* 16: 30–37.
98. Sevenster, P. 1961. A causal analysis of displacement activity. *Behaviour.* 9: 1–170.

99. Sheriff, M. J., Dantzer, B., Delehanty, B., Palme, R., Boonstra, R. 2011. Measuring stress in wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecologia*. **166**: 869–887.
100. Snyder, N. F. R., Wiley, J. W., Kepler, C. B. 1987. The Parrots of Luquillo: Natural History and Conservation of the Puerto Rican Parrot. p. 7. Los Angeles, The Western Western Foundation of Vertebrate Zoology.
101. Spoon, T. R. 2006. Parrot Reproductive Behavior, or Who Associates, Who Mates, and Who Cares?. pp. 63–78. In: Manual of Parrot Behavior. (Luescher, A. U. ed.) Ames, Blackwell Publishing.
102. Spruijt, B. M., van Hooff, J. A. R. A. M., Gispen, W. H. 1992. Ethology and neurobiology of grooming behaviour. *Physiol. Rev.* **72**: 825–852.
103. van Hoek, C. S., King, C. E. 1997. Causation and influence of environmental enrichment on feather picking of the crimson-bellied conure (*Pyrrhura perlata perlata*). *Zoo Biol.* **16**: 161–172.
104. Van Ree, J. M., Niesink, R. J. M., van Wolfswinkel, R. L., Marleen, N. F. L., Kornet, M. W., van Furth, W. R., Vanderschuren, L. J., Gerrits, M. A., van den Berg, C. L. 2000. Endogenous opioids and reward. *Eur. J. Pharmacol.* **405**: 89–101
105. van Zeeland, Y. R. A., Spruit, B. M., Rodenburg, T. B., Riedstra, B., van Hierden, Y. M., Buitenhuis, B., Korte, S. M., Lumeij, J. T. 2009. Feather-damaging behaviour in parrots: a review with consideration of comparative aspects. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **121**: 75–95.
106. Wedel, A. 1999. Verhaltensstörungen bei papageien. pp. 284–286. In: Ziervögel-Erkrankungen, Haltung, Fütterung. (Wedel, A. ed.) Wien, Parey-Verlag.

107. Welle, K. R., Wilson, L. 2006. Clinical evaluation of psittacine behavioral disorders. pp. 175–194. In: *Manual of Parrot Behavior*. (Luescher, A. U. ed) Ames, Blackwell Publishing.
108. Westerhof, I., Lumeij, J. T. 1987. Feather picking in the African Grey parrot. pp. 98–103. In: *Proceedings of the European Symposium on Birds' Diseases*. (Van Loen, A., et al. eds.) Belgium, Beerse.