

氏名(本籍)	岡部 光太(東京都)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	乙第9号
学位授与年月日	令和5年8月31日
学位授与の要件	学位規則第3条第3項該当
学位論文題名	飼育下のキリン (<i>Giraffa camelopardalis reticulata</i>) に対する 環境エンリッチメントに関する行動学的研究 —特に採食エンリッチメントに焦点を当てて—
論文審査委員	(主査) 植 竹 勝 治 (副査) 恩 田 賢 勝 俣 昌 也

論文内容の要旨

キリンは保全および教育を目的に世界中の動物園で飼育されている。世界動物園水族館協会(WAZA)は、動物福祉の向上は推奨される活動であり、会員となる動物園水族館は環境保全機関としての目標を掲げる中で、高い福祉水準を達成する責任があるとする。キリンの飼育環境の向上はこれまで複数の先行研究が行われてきた。特に、非食物を舐める行動を始めとする口腔行動(Oral stereotypy/behavior)は、飼育下のキリンで発現頻度の高い問題行動であり、それを減らすための取り組み「環境エンリッチメント」が動物園技術者の手によって行われている。主たる戦略は、種本来の行動を促すことで、その発現を是正する方策がとられている。例えば、舌を動かす行動や反芻行動を促すことで、舐める行動などが減少することが明らかとなっている。一方で、アメリカやヨーロッパのキリン飼育マニュアルでは、本来のキリンの食物である、樹木の給餌(樹木採食エンリッチメント)も推奨されている。しかし、特に冬季は落葉に伴い、樹木の入手が困難となるため、乾草などの代替品の給餌が行われる。

そこで、第1章では、まず常緑樹を他の季節と同様に、冬季に給餌した場合に、キリンの口腔行動に変化が出るのかを調査した。冬季の樹木採食エンリッチメントの効果を調査するに当たり、観察対象としたのは京都市動物園の展示施設「アフリカの草原」で飼育されるキリン3頭である。いずれのキリンも非血縁であり、京都市動物園の飼育環境に順応していた。樹木採食エンリッチメントには8種類の樹木を与え、季節ごとに与えられる樹木は異なった。4つの季節ごとに5日間ずつ観察を行い、各

日 2 時間 3 セッションの記録を行った。行動観察手法は、個体追跡サンプリングの基、3 分間隔の瞬間サンプリングを用いた。また、口腔行動については 1 分間隔の 1/0 サンプリングを用いて記録を行った。観察の結果、冬季に採食行動に有意な減少は見られなかった。同様に樹木の給餌量と採食量に有意な差は見られなかった。しかし、口腔行動の発現頻度は冬季に有意に増加する結果となった。つまり、冬季における口腔行動の増加は、樹木の給餌量以外の要因である可能性が考えられた。

この事象を詳細に検証するため、再度観察を同施設で行った。まず、対象としたのは周辺の環境温度とキリンの行動変化である。キリンは反芻動物である。反芻活動は体内に熱を発生させる活動であるため、同じく反芻動物であるウシでは、特に暑熱環境において活動性が減少すると報告がある。キリンの樹木採食エンリッチメントを実施する中で、それらを配慮する必要はないだろうか。

そこで、第 2 章では周辺の環境温度とキリンの採食行動への影響を調査した。周辺の環境温度の指標として採用したのは、温湿度指数: Temperature-Humidity Index (THI) である。この指標は相対温度と相対湿度から算出されるもので、夏は高くなり、冬は低下する数値である。ウシを対象とした先行研究では、50 以下で幼獣の疾病率の上昇、70 以上で活動性や乳生産量が減少することが報告されている。本研究ではまず、行動を「活動」と「非活動」の 2 種類に大別した上で、THI との相関関係を調査し、さらに $THI < 60$ 、 $60 \leq THI < 80$ 、 $THI \geq 80$ の 3 つの基準で行動発現割合の比較を試みた。観察期間は、落葉前と落葉後の 2 つの期間に分け、22 日間ずつ行った。観察場所は、第 2 章と同様であったが、観察個体は 1 個体異なった。観察の結果、全てのキリンが THI の上昇とともに活動の行動が減少し、非活動の行動が増加する結果となった。一方で、THI の低下と共に、採食行動が負の相関を示すものが見られた。温湿度指数区分ごとで行動を比較すると、一部のキリンでは THI が 80 を超えると、採食行動が有意に減少した。つまり、飼育下のキリンは暑熱により活動が影響を受けている可能性が考えられ、暑熱環境での樹木採食エンリッチメントはあまり効果的でない可能性が考えられた。THI が 60 を下回ると、口腔行動が有意に増加する個体が存在した。特に THI が 60 以下の状況では、すでに景観樹は落葉しており、飼料内容の変化が口腔行動に影響を与えている可能性が考えられた。

続く第 3 章では、同施設および同観察個体を用いて、景観樹の落葉と口腔行動の変化について調査を行った。動物園は教育施設であり、保全教育を目的に自然を模した展示環境を設定することがある。これらの植栽の存在は飼育する動物の行動に影響を与えるはずだが、それに着目した先行研究はあまりない。そこで、キリンとその周辺に植えられた景観樹の影響を調査するため、落葉前後で 12 日間ずつの観察を行った。1 分間隔の瞬間サンプリングによる行動記録と共に、1 分間隔による 1-0 サンプリングにより樹木の採食行動と口腔行動を記録した。その結果、3 頭中 2 頭で落葉以降では景観樹の採食行動が有意に減少し、また口腔行動のうち木かじり行動が景観樹の採食行動と有意に負の相関関係を示した。この変化と同様に、乾草などのその他の餌の採食行動が増加する結果となった。つまり、景観樹の存在はキリンの採食行動を担う一端となっており、口腔行動を是正している可能性が考えられた。一方で、舐める行動は景観樹の採食行動とは相関関係は観察されず、別の要因が影響している可能

性が考えられた。

そして、第4章では第3章で着目した景観樹の変化に伴う、樹木給餌における非葉部位の採食価値の評価を行った。環境エンリッチメントの実施に当たり、種本来の行動発現を促すことは、重要な目的の一つであり、野生のキリンは樹皮も採食することが明らかとなっている。キリンの採食において、樹葉の採食が着目されることが多いが、種本来の行動発現を促す点では、小枝や樹皮の採食利用価値を評価することが、特に葉の無い時期の、種本来の行動発現を促す際に重要と考えられる。そこで、飼育下のキリンにおける採食行動の詳細な観察を行った。樹木の採食行動を景観樹と給餌樹木の2種類に分け、さらに給餌樹木の採食部位を葉・小枝・樹皮の3種類に分類し、樹種も同時に記録した。また、行動の瞬間サンプリング間隔も1分間隔に変更し、口腔行動に合わせて樹木の採食行動も同時に1分間隔で記録を行った。観察期間は、落葉前(5-8月)と落葉後(10-2月)に分割し、それぞれ17日間ずつの観察を行った。観察の結果、全体の採食行動には有意な変化は見られなかった。しかし、落葉後は景観樹の採食行動が有意に減少していることが明らかとなった。一方で、乾草などの代替餌の採食行動が有意に増加し、また給餌された樹木の小枝や樹皮の採食頻度も有意に増加する結果となった。つまり、小枝や樹皮に、乾草などの代替餌と同等のキリンの採食行動を引き出す可能性が示された。また、樹皮の採食度合いには樹種間で差が見られた。つまり、キリンは樹皮に対し選好性を持つ可能性が考えられた。さらに、キリンが樹皮を採食する樹種の採食行動は増加する傾向にあった。つまり、キリンが選好性を持つ樹種を給餌することは、キリンの種本来の行動発現の促進に有効であり、冬季の採食環境の改善に有効であると考えられた。

これらの観察結果を通じて、特に冬季においてキリンへの寒冷によるストレスに何らかの方策が必要であると考えられた。ウシの先行研究では、冬季に温水を飲料水として供給することで胃内温度や体温の低下を防ぐことが知られている。そこで、第5章では、第2章と同施設同個体を対象に、冬季に温水を設置し、その行動変化を調査した。コントロール期間と温水設置期間を交互に設定し、観察条件を調整した結果、コントロール期間、温水期間共に9日間を統計解析の対象とした。温水は約37℃に調整し、9:00頃と13:00頃に温水を追加し、水温を調整した。また、最終的な残量と温水給与量から飲水量を算出した。飲水行動は1分間隔の1/10サンプリングを用いて記録し、同時に飲水場所も記録した。行動観察の結果、キリンには温水設置により、飲水回数の増加、冷水の飲水回数の減少、温水給与直後の時間帯の飲水行動の増加が見られた。飲水量は、放飼時間7時間において3頭合計で69.16±9.54Lであった。この飲水量は過去の先行研究よりも多い結果であった。つまり、キリンが温水に選好性を持つ可能性が考えられた。さらに、観察した個体の中には口腔行動のうち、舐める行動が有意に減少した個体もいた。つまり、温水を設置することで、冬季におけるキリンの飲水環境を改善することができ、また寒冷によるストレスを軽減することができたと考えられた。

本研究を通じて、キリンの口腔行動の要因の示唆と温水給与による寒冷ストレスの軽減効果を明らかにすることができた。ただし、本研究で対象とした個体数はいずれも3頭であり、キリン全体へ外挿することは難しいかもしれない。しかし、これらの知見はキリンの飼育環境の改善に寄与できる知

見であり、今後継続的な研究により、飼育下のキリンの福祉の向上に貢献できると考えられる。

本研究の内容は、以下の学術雑誌に投稿し、受理・掲載されている。

1. 岡部光太・福泉洋樹・河村あゆみ・加瀬ちひろ・植竹勝治. 日本在来樹木の樹皮に対するキリンの選好性と採食行動の発現量の検討. *Anim. Behav. Manage.* 59: 1-7, 2023.
DOI: https://doi.org/10.20652/jabm.59.1_1
2. Okabe, K., H. Fukuizumi, A. Kawamura, M. Matsunaga, C. Kase, and K. Uetake. Giraffes like it hot? -Research on drinking behavior in response to warm water supply of giraffes in a cold environment. *J. Zoo Aquar. Res.* 10: 188-193, 2022.
<https://jzar.org/jzar/article/download/669/432>
3. Okabe, K., H. Fukuizumi, A. Kawamura, C. Kase, and K. Uetake. An investigation of browsing enrichment, especially non-leaf foraging, on giraffes (*Giraffa camelopardalis reticulata*) at Kyoto City Zoo in Japan. *Zoo Biol.*, 42: 157-16, 2022. DOI: 10.1002/zoo.21726
4. Okabe, K., H. Fukuizumi, A. Kawamura, C. Kase, and K. Uetake. Effects of browsing enrichment associated with the temperature-humidity index and landscaping trees in giraffes (*Giraffa camelopardalis reticulata*). *J. Therm. Biol.*, 104: 103190, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103190>
5. Okabe, K., A. Kawamura, H. Fukuizumi, K. Ishiuchi, and C. Kase. Does oral stereotypy in captive giraffes decrease by feeding them evergreens and barks in winter? *Anim. Behav. Manage.*, 55: 165-173, 2019.

論文審査の結果の要旨

1. 論文内容

本論文は、動物園で飼育されているキリンの飼育環境の向上を目指して、低い動物福祉レベルを原因としてキリンで発現されると考えられている、常同性の口腔行動（Oral stereotypy/behavior）を減らすための方策として、申請者自身が勤務する京都市動物園において長年取り組んできたいくつかの環境エンリッチメントの効果について調べた行動学的研究である。

論文は6章から構成されている。日本では冬季に落葉に伴い、樹木の入手が困難となるため、乾草などの代替品の給餌が行われる。そこで第1章では、京都市動物園の展示施設「アフリカの草原」で飼育されるキリン3頭に対して、常緑樹を他の季節と同様に、冬季にも給餌した場合に、キリンの口腔行動に変化が出るのかを調査した。その結果、冬季に採食行動に減少は見られず、樹木の採食量にも差は見られなかった。しかし、口腔行動の発現頻度は冬季に増加する結果となり、冬季における口腔行動の増加は、樹木の

給餌量以外の要因である可能性が考えられた。第2章では、環境温度のキリンの採食行動への影響を調査した。温湿度指数: Temperature-Humidity Index (THI) を環境温度の指標としたところ、全てのキリンが THI の上昇とともに活動の行動が減少し、非活動の行動が増加する結果となり、一部のキリンでは THI が 80 を超えると、採食行動が減少した。つまり、飼育下のキリンは暑熱により活動が影響を受けている可能性が考えられ、暑熱環境での樹木採食エンリッチメントはあまり効果的でない可能性が考えられた。一方で、THI の低下と共に、採食行動が負の相関を示し、THI が 60 を下回ると、口腔行動が増加する個体が存在した。THI が 60 以下の時期には、すでに景観樹は落葉しており、飼料内容の変化が口腔行動に影響を与えている可能性が考えられた。第3章では、景観樹の落葉と口腔行動の変化について調査を行った。その結果、3頭中2頭で落葉以降では景観樹の採食行動が減少し、口腔行動のうち木かじり行動が景観樹の採食行動と負の相関関係を示した。同時に、乾草などのその他の餌の採食行動が増加する結果となった。つまり、景観樹の存在はキリンの採食行動を担う一端となっており、口腔行動を是正している可能性が考えられた。第4章では、景観樹の変化に伴う、樹木給餌における非葉部位の採食価値の評価を行った。その結果、全体の採食行動に変化は見られないものの、落葉後は景観樹の採食行動が減少することが明らかとなった。一方で、乾草などの代替餌の採食行動が増加し、また給餌された樹木の小枝や樹皮の採食頻度も増加する結果となった。つまり、小枝や樹皮に、乾草などの代替餌と同等のキリンの採食行動を引き出す可能性が示された。また、樹皮の採食度合いには樹種間で差が見られ、キリンは樹皮に対し選好性を持つ可能性が考えられた。さらに、キリンが樹皮を採食する樹種の採食行動は増加する傾向にあり、キリンが選好性を示す樹種を給餌することは、キリンの種本来の行動発現の促進に有効であり、冬季の採食環境の改善に有効であると考えられた。これまでの結果を通じて、冬季におけるキリンへの寒冷ストレス対策が必要であると考えられた。第5章では、冬季に温水を設置し、行動変化を調査した。その結果、キリンには温水設置により、飲水回数の増加、冷水の飲水回数の減少、温水給与直後の時間帯の飲水行動の増加が見られた。本研究での飲水量は、過去の先行研究よりも多い結果であり、キリンが温水に選好性を持つ可能性が考えられた。また、口腔行動のうち、舐める行動が減少した個体もいた。つまり、温水を設置することで、冬季におけるキリンの飲水環境を改善することができ、寒冷によるストレスを軽減することができたと考えられた。

2. 論文審査

1) テーマのたて方

申請者は、公立の動物園に勤務する現役の飼育員であり、担当動物であるキリンの日常の飼養管理における観察を通じて、その飼育環境の質的・量的な充足状況に関心を持ち、科学的根拠に基づき、キリンの環境（採食）エンリッチメントによる飼育環境の改善を目指したものである。現場が直面している動物福祉上の課題に対して、応用動物行動学および動物管理学的視点から実行可能な方策とテーマが設定されている。

2) 研究の背景

学術論文を中心に、キリンにおける常同性の口腔行動の発現要因とそれに対して動物園の現場で経験的に行われている方策について、これまでの先行研究の知見と課題を整理し、集めた情報を申請者が取り組みようとする環境エンリッチメント研究の内容に関連付けて活用している。

3) 研究の方法

各章の研究の目的と内容に沿って、応用動物行動学および動物管理学分野における研究方法とデータ分析手法が適切に用いられている。

4) 研究の結果

得られたデータを図や表を利用してまとめ、先行研究の知見との類似性や相違点、仮説検証の観点から解析を行っている。

5) 考察と結論

研究から明らかになった点について系統立てて整理し、応用動物行動学および動物管理学分野の専門的知識に基づいて考察を展開し、先行研究の知見や仮設との整合性について論理的に考察されている。

6) 参考論文

研究の背景、材料および方法、考察の展開において、適切な参考文献が必要な数だけ引用されている。

3. 審査結果

本研究の対象個体数は3頭であり、本研究の結果をそのままキリン全体へ外挿することは難しいかもしれない。しかし、本研究で示された体系的な知見は動物園で飼育されるキリンの飼育環境の改善に新たな知見の提供を通じて寄与するものであり、飼育下キリンの福祉レベルの向上に貢献できると考えられる。また、申請者の専門分野に関する基礎知識とこれまでの国内外の学会等での発表と論文投稿実績、ならびに学位論文発表会での質疑応答における的確な回答を考慮すると、博士としての素養を十分に有していると認められることから、博士（学術）の学位を授与するのに相応しいと判定した。