

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K08061

研究課題名（和文）ソーシャルネットワーク解析を用いたヒツジの羊毛食い行動伝播様式の解明

研究課題名（英文）Transmission patterns of wool-biting behavior in housed sheep using a social network analysis

研究代表者

竹田 謙一（TAKEDA, KENICHI）

信州大学・学術研究院農学系・准教授

研究者番号：90324235

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：ヒツジの異常行動の一つである羊毛食いは、ヒツジが自身や他個体の被毛を齧り取って飲み込む行動であり、健康上の問題となっている。本研究では、ソーシャルネットワーク分析でハブ個体を抽出し、ハブ個体の除去により、羊群内における羊毛食い発現頻度の増減を調べた。また羊毛食い発現個体の行動的、生理的特徴を調べた。

その結果、第1、第2ハブ個体の除去で、除去前と比較して群全体の羊毛食い発現頻度は有意に減少した。羊毛食い発現頻度と社会順位、近接関係との相関は認められなかった。安静時伏臥位に比べて、伏臥位で羊毛食いを受容して逃避しなかった時の平均心拍数およびLF/HF値は高かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国際標準化機構（ISO）において、アニマルウェルフェアに関する一般要求事項が28年12月に発行される予定であり、ヒツジにおいてもアニマルウェルフェア基準に準拠した飼育方式が求められる。集約的管理にならざるを得ない我が国の家畜飼養形態を鑑みたとき、異常行動の発現は避けられず、その制御は必須である。本申請課題は、アニマルウェルフェアに配慮したヒツジの飼養管理方式の提案にもつながっており、国際基準に合致した食料提供が求められる国際的イベント時でのラム肉等の提供にも、成果寄与できると考えている。

研究成果の概要（英文）：Wool-eating, which is one of the abnormal behaviors of sheep, is a behavior in which the sheep bite the wool of themselves or other individuals and swallow it, which is a health problem. In this study, we extracted the hub individuals by social network analysis and examined the increase and decrease in the frequency of wool-biting in the flock by removing the hub individuals. We also investigated the behavioral and physiological characteristics of wool-biters. As a result, with the removal of the first and second hub individuals, the frequency of wool-biting in the whole group was significantly reduced compared to before removal ($P<0.01$). No correlation was found between the frequency of wool biting, social ranking, and proximity relationship in the flock. Compared with lying rest, the mean heart rate and LF/HF values were higher in lying rest when the wool eater was received and did not escape.

研究分野：家畜管理学、応用動物行動学

キーワード：アニマルウェルフェア 家畜福祉

1. 研究開始当初の背景

ヒツジの羊毛食い行動とは、それを実行する個体が自身や他の個体の被毛を齧り取って飲み込むという異常行動である。飲み込んだ羊毛は胃の中で毛玉や胃石となり、腸閉塞による腹痛を誘発し、それが頻回になると消化障害によって死亡する場合もあり、群内の死亡率は10%~40%にも及ぶ(Hutyraら1959; Shen2011)。また、羊毛食いを受けた個体は被毛や皮膚の損傷だけではなく(図1)出血を伴う皮膚炎を起こすこともある。さらに、ある地域では、羊毛食いを受けたことによる被毛喪失が原因で、ヒツジが凍死した事例も報告されている(Chenら2015)。したがって、ヒツジにおける羊毛食い行動は、その実行個体だけではなく、受容個体にとっても健康上の問題となっている。

また近年では、世界動物保健機関(OIE)が家畜のアニマルウェルフェア基準を陸生衛生規約(TAHC)に定めた。肉牛、乳牛、肉用鶏と異なり、海外では放牧飼養が中心であるヒツジやヤギについては、農家レベルでの基準はないものの、羊毛生産の国際機関である国際羊毛繊維機構(ITWO)では、独自に毛用ヒツジのアニマルウェルフェアガイドラインを策定した。そのガイドラインには、前述のTAHCにおけるアニマルウェルフェアの基本原則が再掲されているほか、異常行動の発現は避けるべきであると示されている。すなわち、ヒツジの羊毛食い行動は羊毛損失としての家畜生産上の問題だけでなく、国際的ルールとしての深刻なアニマルウェルフェア上の問題ともなり、それを防止することはヒツジの飼養管理にとって重要であると考えられる。

そこで申請者らはこれまでに、羊毛食い行動発現に及ぼす要因を明らかにするため、飼育管理上の問題点を抽出した(Huang & Takeda2015)。次いで、羊毛食い行動発現の可能性を社会関係、給餌時期の2つに絞り込み、実態調査を行った。その結果、社会順位や飼育密度を示唆していた既報(Broom & Rushenら2007; Simmons & Ekarius2010)とは異なり、これらの要因は羊毛食い行動発現に寄与しないという新たな結果を実験的に示した(黄・竹田2016)。さらに、給餌飼料の形態の違いによって、羊毛食い行動の発現頻度が異なることを発見し、羊毛食い行動の発現要因が摂食行動時における吻部の引張力の不足であることを突き止めた(Huang & Takeda2016)。また、当該研究において、羊群を構成するすべての個体が羊毛食い行動の被害を受けている他、羊毛食い行動発現頻度には顕著な個体差のあることを明らかにした。しかし、一度発現した羊毛食い行動が羊群内にどのように広がっていくのかについては、明らかにすることができなかった。

置かれた環境に対する供試羊の行動反応は、前述の顕著な個体差で示唆されるように、同時に発現するものではなく、その発現の中心になる個体が存在し、羊群内に発現が広がっていく可能性が考えられた。舎飼いの羊群で羊毛食い行動が一旦発現すると、発現個体が拡大する可能性があるとの指摘もある(Vasseurら2006)。また、群内における異常行動発現の広がり、既に発現している個体の行動を模倣している可能性が指摘されている(Rushen1985; McBride & Cuddenford2001)したがって、ヒツジの羊毛食い行動発現も、羊毛食い行動の模倣、学習によって羊群内で拡大する可能性が考えられる。

特定の行動を群内において中心的に発現する個体を抽出する方法として、ソーシャルネットワーク解析が社会科学系の分野で用いられてきた。ソーシャルネットワーク解析とは、個体間の様々な関係のパターンを1対1ではなく、ネットワークとして捉え、その構造をネットワーク図(図3)として記述、分析する方法である。この解析方法を家畜管理分野に応用することで、羊毛食い行動を群全体に発現しているコア個体を見出せる可能性がある。

さらに、どのような個体が羊毛食い行動発現コア個体になるのかについての解明は全く進んでいない。

羊毛食いに関する研究例は極めて少なく(Vasseurら2006; Shen2011)、成書等でその実態の存在が紹介されているに過ぎない(Lynchら1992; 佐藤ら2011)。ヒツジの飼養形態は放牧が多く、比較的粗放な管理形態であるので、舎飼い条件下での行動欲求が詳しく研究されておらず(Dwyer2009)。羊毛食い行動の発現そのものが稀で、研究の対象になっていなかったのかもしれない。しかし、放牧環境下においても羊毛食いの発現事例があり(Shen2011)、日本のように舎飼いが主体となる飼養形態が多い状況を鑑みると、ヒツジの羊毛食いは解決すべき課題と言える。

2. 研究の目的

本研究では、ヒツジの異常行動である羊毛食い行動の羊群内での発現、伝播過程を明らかにすることを目的とする。はじめに、ソーシャルネットワーク解析という新たな手法を用いて、羊毛食い行動を多発し、多くの他個体へかじりつく、コア個体を抽出し、コア個体の除去によって、羊群内における羊毛食い行動発現頻度の増減を調べた。また、社会関係(近接関係、優劣関係)の視点からコア個体の特徴を調べた(H29, H30)。続いて、羊毛食い行動発現時における受容個体の逃避反応を受容個体の姿勢と社会順位の点から調べた。さらに、羊毛食い受容時における心理的ストレス状態を心拍変動解析によって調査し、羊毛食いの受容がヒツジの痛覚刺激となっているのかを検討した。

3. 研究の方法

羊毛食いコア個体の抽出とその除去

フリスランド種成雌ヒツジ 15 頭 (平均年齢 5.1 歳) を供試し、1 つのペン (7×3.5m) で群飼した。飼料は 1 日 2 回 (8:30、15:00)、トールフェスクのコンパクト乾草と配合飼料を与えた。行動観察は、夕方の給餌から 1 時間経過後、餌槽を回収し、2 時間の観察を行った。これを不定期に合計 16 回行った。複数個体追跡法に従い、羊毛食い行動を連続観察し、発現したときに実行個体とその受容個体、および bite 回数を記録した。

羊毛食いコア個体と群内における社会的要因との関係

フリスランド種成雌ヒツジ 2 群 (A 群 12 頭、B 群 15 頭) を供試した。供試群はそれぞれ 24m² のペンで一群で管理された。各供試群には、8:30 と 15:00 に 1kg/頭のコンパクトベール乾草、15:20 に 350g/頭の配合飼料が給餌された。A 群では、午前と午後の給餌前後、それぞれ 2 時間、計 8 時間/日、延べ 16 日間、複数個体追跡法に従い、群内で発現した羊毛食い行動および敵対行動を連続観察し、それらの回数を記録した。群内における順位は、敵対行動の観察結果から得られた勝率に基づき、Dominance value 法によって推定した。B 群では、夕方の給餌後、2 時間/日、計 16 日、自動撮影カメラを用いて群内の近接関係を 15 分間隔で記録し、群内の羊毛食いは複数個体追跡法に従い、群内で発現した羊毛食い行動を連続観察し、それらの回数を記録した。

羊毛食い受容個体の姿勢と社会的順位との関係

フリスランド種成雌ヒツジ 15 頭 (平均 3.5 歳) を用いた。これらのヒツジは 15 m² のペンで群飼し、1 日 2 回 (8:30、15:30)、トールフェスクのコンパクト乾草 (800g/回/頭)、配合飼料 (350g/回/頭) を給餌した。行動観察は 1 日 2 時間 (16:00~18:00)、不特定個体追跡法に従い、供試ヒツジの羊毛食い行動を連続観察し、その行動が観察された時に受容個体の姿勢 (立位/伏臥位)、受容個体の反応 (逃避/非逃避) を記録した。供試ヒツジの社会順位は飼料争奪法により推定した。

羊毛食い受容個体の心理的ストレス状態の評価

備観察で羊毛食い受容回数が多かった 4 頭を選び、供試した。供試ヒツジの R-R 間隔は心拍センサー V800 (Polar, Finland) で記録した。羊毛食い受容時の R-R 間隔の他、立位安静時、伏臥位安静時、立位状態で実験者がブラッシングする、背部の羊毛を引っ張る、背部を鉛筆で刺すという条件下でも供試ヒツジの R-R 間隔を測定し、The Kubios HRV (University of Kuopio, Finland) を用いて平均心拍数と自律神経系の活動度 (LF/HF) を算出し、それぞれの条件間で比較した。

4. 研究成果

羊毛食いコア個体の抽出とその除去

群全体の羊毛食い発現頻度は 245 回/日であった。羊毛食い最多発個体を除去したが、除去前と比較して群全体の羊毛食い発現頻度に有意な変化は見られなかった。《第 1 ハブ除去》群全体の羊毛食い発現頻度は 321 回/日であった。第 1 ハブ個体を除去したが、除去前と比較して群全体の羊毛食い発現頻度に有意な変化は見られなかった。《第 1・第 2 ハブ除去》群全体の羊毛食い発現頻度は 29.3 回/日であった。第 1 および第 2 ハブ個体を除去したところ、除去前と比較して群全体の羊毛食い発現頻度は有意に減少した。結果より、最多発個体は羊毛食い発現頻度は大きかったが、羊毛食い供与相手は少なく、羊毛食いネットワークにおける繋がりは少なかった。また、最多発個体または第 1 ハブ個体の除去による影響は見られなかったが、第 1 および第 2 ハブ個体双方の除去が羊毛食い発現頻度に影響を与えたことから、羊毛食いネットワークにおける繋がりの減少が群全体の羊毛食いの発現頻度に影響を与えたと考えられる。つまり、高い媒介中心性をもつ複数の個体が羊毛食いネットワークを強く形成することで、群全体の羊毛食い発現頻度が増加していると考えられた。

羊毛食いコア個体と群内における社会的要因との関係

A 群の観察において、羊毛食い行動発現は群内における社会順位との相関がなかった。B 群の観察において、羊毛食いを交わした個体関係と、群内における各個体の近接関係との間に相関はなかった。

羊毛食い受容個体の姿勢と社会的順位との関係

全 10 時間の行動観察中、155 回の羊毛食い行動が認められた。羊毛食い受容個体の反応は、逃避が有意に多かった ($P < 0.01$)。羊毛食いを受けても逃避しない場合が 16.1% であった。実行・受容個体間の順位差と受容個体の姿勢との間に相関が認められ ($P < 0.01$)、順位の高い個体は伏臥位の高順位個体に対してよく羊毛食いを行った。また、受容個体の姿勢と反応に相関が認められ ($P < 0.01$)、伏臥位のヒツジは羊毛食いから逃避しない傾

向にあった。

羊毛食い受容個体の心理的ストレス状態の評価

一例ではあるが、安静時伏臥位に比べて、伏臥位で羊毛食いを受容して逃避しなかった時の平均心拍数および LF/HF 値は高かった。以上より、羊毛食いを受容して逃避しない場合でも、ヒツジは羊毛食いを痛覚刺激として受け取っていることが推察された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 黄宸祐・竹田謙一	4. 巻 760号
2. 論文標題 ヒツジにおける羊毛食い行動の発現要因 - その原因と対策 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 畜産技術	6. 最初と最後の頁 2-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 竹田謙一、樽井真帆、黄宸祐
2. 発表標題 ヒツジの羊毛食い行動発現に及ぼす社会要因の影響
3. 学会等名 日本畜産学会第126回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato A, Takeda K, Huang C
2. 発表標題 The behaviour and heart rate variability of wool-biting sheep
3. 学会等名 51th Congress of the International Society for Applied Ethology (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----