

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 BUN Chan

論文題目

Heat tolerance and productivity of dairy cattle under tropical climate in suburb area of Cambodia

(カンボジア都市近郊の熱帯性気候下における乳牛の暑熱耐性と生産性)

論文審査担当者

主査	名古屋大学教授	大蔵	聡
委員	名古屋大学教授	東村	博子
委員	名古屋大学教授	吉村	崇
委員	名古屋大学准教授	上野山	賀久
委員	名古屋大学講師	井上	直子
委員	名古屋大学准教授	竹下	広宣
委員	名古屋大学特任教授	田中	利治
委員	名古屋大学特任准教授	千葉	壮太郎
委員	名古屋大学特任助教	森田	康広

論文審査の結果の要旨

世界人口の増加に伴って乳や動物由来タンパク質食料の需要が各国で急増し、地球規模での家畜生産性の向上が求められている。カンボジアでは、近年、牛乳の需要が伸びているにも関わらず、カンボジア国内での乳生産はほとんどなく、生乳および乳製品は輸入に頼っているのが現状である。高まる乳製品の需要に応えるため、酪農の発展はカンボジアにおける課題のひとつとなっている。大量の乳生産を担う現代の乳牛の飼育は冷涼な環境が適しているため、カンボジアを含む東南アジアの熱帯・亜熱帯地域の暑熱環境下では乳牛の飼育は困難を極める。特に、暑熱環境に由来する暑熱ストレスは、乳牛の乳量減少や繁殖成績の低下をまねく。BUN Chan は、東南アジアの熱帯・亜熱帯地域においては、暑熱ストレスに抵抗性を有する乳牛の育種が必要であり、あわせて暑熱ストレスが乳牛の生理機能におよぼす作用機序を解明することが重要であると着想するに至った。そこで本研究では、カンボジア王立農業大学（アジアサテライトキャンパス）において乳牛を飼育する研究教育農場を立ち上げ、これを活用して、暑熱環境に耐性を有する乳牛の選抜に資する手法の確立をめざした。また、研究教育農場とプノンペン近郊の小規模農家における乳生産量を調査し、カンボジアの暑熱環境下において乳の生産性を高めるための乳牛飼育技術の最適化を論じた。

第一に、新たに開設した研究教育農場における飼育技術の最適化を通じ、安定的に乳牛を飼育できる環境の構築を論じた（第2章）。農場には国際規格に準じた牛舎2棟および10頭の搾乳が可能な搾乳パーラーを設置し、栽培牧草を給与して舎飼い飼育する体制を整えた。これにより、安定した条件下で乳牛を研究、教育に供試できる体制を構築した。

第二に、暑熱ストレスがウシの生理機能におよぼす影響を評価し、暑熱ストレス耐性を有する個体を選抜する指標の確立を行った（第3章）。自律神経系の活動を定量的に評価する手法である心拍変動解析法を乳牛に適用し、暑熱ストレス負荷に対する反応を評価した。実験には、ホルスタイン種とカンボジア在来牛との交雑牛5頭を供試し、ウシに装着したホルター型心電計を用いて心電図を連続記録し、心拍変動を解析した。ウシを牛舎内（Day 1）、日陰のない放飼場（Day 2）、および牛舎内（Day 3）に移動し、この間に得られた心電図から、一定時間毎の心拍数および一定時間内のR-R間隔を算出するとともに、パワースペクトラム解析により心拍変動の時間成分パラメータ（平均R-R間隔、R-R間隔の標準偏差および変動係数）と周波数成分パラメータ（低周波（LF）成分、高周波（HF）成分およびLF/HF比）を算出した。また、各日のウシの飼育環境の環境温度、相対湿度およびウシの直腸温度を経時的に記録した。その結果、日陰のない放飼場で直射日光に曝露されているとき、環境温度および温度-湿度指数が牛舎内に比べて上昇し、ウシの直腸温度も有意に高かったことから、直射日光の曝露によりウシには暑熱ストレスが負荷されていることが確認できた。このとき、心拍数は有意に増加し、心拍変動の時間成分パラメータは減少する傾向にあった

が、個体によるばらつきが多く、また、個体毎に反応が異なっていた。一方、心拍変動の周波数成分パラメータは、交感神経系の活動の指標である LF/HF 比が上昇し、かつ、副交感神経系の活動の指標である HF 成分が低下する個体と、これらの指標が明確に変動しない個体の 2 群に分けることができた。前者は暑熱ストレスに対してストレス反応を示した群、後者は暑熱ストレスに対してストレス反応を示さない耐性個体の群と考えられた。これらの結果より、心拍変動の周波数成分パラメータを用いて暑熱ストレス耐性を有する個体を選抜できることを明らかにした。

第三に、第 3 章で確立した暑熱ストレス耐性の評価法を用いて、乳牛（ホルスタイン種とカンボジア在来牛との交雑牛）およびカンボジア在来の肉用牛の暑熱ストレス負荷に対する反応を比較し、カンボジア在来牛が暑熱ストレス耐性を有するか否かを心拍変動のパワースペクトラム解析により検証した（第 4 章）。その結果、暑熱ストレスを負荷したとき、カンボジア在来牛では乳牛に比較して心拍数が低く、心拍変動の時間成分パラメータの数値が高い傾向にあることを明らかにし、カンボジア在来牛は暑熱環境に適応していることを示唆した。また、心拍変動の周波数成分パラメータは、暑熱ストレス負荷によりカンボジア在来牛では各個体で同じ変化を示すのに対し、乳牛ではこれらの指標の変化に個体毎にばらつきがあることを明らかにした。これにより、乳牛では個体毎に暑熱ストレスに対する耐性の有無があることを示唆した。

第四に、研究教育農場とプノンペン近郊の小規模農家においてそれぞれ飼育されている乳牛（ホルスタイン種とカンボジア在来牛との交雑牛）の乳量調査を行った（第 5 章）。その結果、研究教育農場で飼育されている乳牛の乳量は、小規模農家で飼育されている乳牛に比較して高いことを明らかにした。研究教育農場では栽培牧草とビール粕などの濃厚飼料給与による舎飼いが行われているのに対し、小規模農家では野草地への放牧を中心とする飼養形態であり、栄養分摂取量の差違により日産乳量の差違が生じることを示唆した。さらに、研究教育農場では乾季の高温期に乳量が減少する傾向にある個体を見出し、暑熱ストレスが乳牛の乳生産に影響をおよぼすこと、小規模農家における低い乳生産量は放牧時の暑熱ストレスの影響であることを示唆した。

以上のように、BUN Chan は、暑熱ストレスがウシの自律神経系機能に影響をおよぼすことを明らかにし、暑熱ストレスにより惹起されるストレス反応により、乳牛の乳生産量が低下する可能性を示した。また、心拍変動解析法を用いて乳牛各個体の暑熱ストレス耐性を個体毎に評価できることを初めて明らかにした。本論文のこれらの知見は、畜産学・獣医学、家畜繁殖学、泌乳生理学などの研究領域に大きく貢献し、家畜の生産性向上および暑熱ストレス耐性を有する乳牛の育種改良に寄与する成果として高く評価できる。よって、本審査委員会は、本論文が博士（農学）の学位論文として十分な価値があるものと認め、論文審査に合格と判定した。

試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 第	号	氏名	BUN Chan
試験担当者	主査	大蔵 聡 東村博子 竹下広宣	吉村 崇 田中利治	上野山賀久 千葉壮太郎 井上直子 森田康広
(試験の結果の要旨)				
平成30年 2月 6日学位審査委員会において、主論文の内容を中心				
としてこれに関連する科目の学識および研究能力について試問し審査した				
結果、合格と判定した。				