

別紙 1 - 1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 SALUDES Thelma Almendral

論 文 題 目

Developing Smallholder Dairy Buffalo Farm Productivity Through Improvement of Nutrition, Body Condition, and Milk Production in South Luzon, Philippines

(フィリピン・南ルソンにおける栄養成分、ボディーコンディション、泌乳量の改善を通じた小規模水牛酪農の発展)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学准教授 竹下広宣

名古屋大学教授 山内 章

名古屋大学教授 大蔵 聡

名古屋大学教授 江原 宏

名古屋大学教授 徳田博美

名古屋大学准教授 森田康広

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

近年、フィリピンにおける乳・乳製品消費量は増加傾向にある中、国内生産量は低く、重量ベースで自給率は1%程度に過ぎない。その僅かな自給率を支える酪農家の多くは2、3頭の水牛を飼養する小規模であり、十分な所得を得ていない現状にある。先進国では、遺伝的に泌乳量の高い牛を飼養し、高度な飼養技術を用いて1頭当たりの生乳生産量を伸ばし続けている。また、先進国では最新機械の導入による自動化のもと酪農場の規模拡大が進んでいる。しかし、これらはいずれも資本力を要する手法であり、途上国の酪農家、特に、小規模酪農家において導入は現状困難である。その中で、小規模酪農家の存在意義は決して小さくはない。国際的にはFAOが示す通り、小規模酪農による生乳生産は家族の食料安全保障に寄与するだけでなく、酪農乳業のサプライチェーン全体で大きな雇用の創出に役立つと考えられている。つまり、小規模酪農の存在は地域の維持、発展において有効な手段と考えられている。このような現状認識のもと、本研究では、小規模酪農家の所得向上を念頭に置き、経済的かつ小規模酪農家に実装可能な飼養のあり方を明らかにすることを目的とし、1頭あたりの乳量、乳成分に着目した実証分析に取り組んでいる。既存研究では、牛の改良に焦点をあてるものがほとんどであるが、本研究では、酪農家の行動、牛の状態、餌と多面的な視点から乳量、乳成分の改善に資する知見を明らかにしている。以下、具体的成果を示す。

フィリピン南ルソン島の小規模酪農家の一頭あたりの乳生産性に影響を与えている要因を明らかにすることを目的とし、多変量解析に取り組んだ。分析に用いたデータは61戸の酪農家の社会経済的特性、酪農場の特性、飼養技術の特性に係るものである。モデル推定に際して、少数サンプルに理論整合的であるベイジアンアプローチを援用している。多変量線形回帰モデルのベイジアン推定により導出された係数推定値の確率分布の95%信頼区間をもって統計的有意な特性を特定している。結果、酪農家世帯規模、飼養管理データ記録が乳生産性に正の効果を発揮し、泌乳牛頭数が負の効果を発揮している現状を明らかにした。このうち、飼養管理データ記録がもっとも大きな効果を発揮しているが、この変数の値は5段階評価で付与したものであり、絶対的尺度ではない。そのため、効果の詳細の把握を目的として飼養管理データ記録が乳生産性に与える影響をランダム効果として扱うランダム定数項モデルの推定に取り組んだ。結果、飼養管理データ記録の充実がおおむね生産性を単調に増加させていることを明らかにした。以上の結果は、設備投資力に優位性を持たない発展途上国における乳生産の向上、特に、小規模家族経営酪農の生産性向上に資する有益な知見を提供するものと評価される。また、小規模酪農家の乳生産性がいまだ労働集約に依存する側面も浮き彫りにしている点も社会的かつ学術的価値のある成果と評価できる。

既存研究で開発された水牛の体調スコア（BCS）システムに基づいて、フィリピンの飼養環境条件下で飼養される泌乳牛に最適な体調スコアを特定するための実用的な飼養方法を確立することを目的とし、搾乳牛のBCSと産出乳の日量との相関関係を特定し、また、品種（純血種および交雑種）、泌乳期、および気象パラメーター（温度、湿度、および降雨量）がBCSおよび産出乳の日量に及ぼす影響の程度を特定した。具体的には、12か月間、34頭の健康状態良好

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

な泌乳牛を用いてデータを収集した。34頭のうち21頭はムラー種、13頭はムラー種とカラバオの交雑種である。また、34頭は品種以外に泌乳の初期（0から100日）、中期（101日から200日）、後期（200日以上）で分類した。BCSは毎週2回特定の曜日に既存研究で開発された視覚的評価手法を用いて判定した。スピアマンの相関係数を測り分析を行い、次を明らかにした。BCSと乳量には負の相関関係が存在し、BCSの単位変化が乳量に及ぼす影響は0.8583 kg/日である。また、乳量は泌乳初期に正の影響を受ける一方でBCSは負の影響を受けている。また、品種とBCSおよび乳量の間には強い相関関係がある。乳量は純血種（相関係数 = 0.1160）で正の影響を受け、BCS（相関係数 = -0.1444）では負の影響を受けている。また、純血種は全計測期間を通じて交雑種（4.98 kg/日）よりも有意（p値 < 0.01）に多くの生乳（5.44 kg/日）を産出した。最高乳量は純血種（6.40 kg/日）と交雑種（5.99 kg/日）ともに3月に記録したのに対し、最低乳量を記録したのは純血種と交雑種それぞれ8月（4.82）と10月（4.23）と異なる。また、BCSと乳量は温度と正の相関があり、湿度とは負の相関がある。以上の分析結果は、乳量はBCS、泌乳期間、品種、温度、湿度に大きく影響を受けることを明らかにするものであり、BCSのモニタリングを通じて高い生産性の維持が可能であることを示唆するものである。BCSのモニタリングは特別な機器を要するものではなく経済的な手法である。このことは小規模酪農家に実装可能な手法の有用性を実証したと評価でき、社会的かつ学術的価値が認められる。

酪農において費用の多くを占める飼料となる牧草の品質向上と経済効率的な牧草栽培方法を明らかにすることを目的とし、フィリピンで栽培に適した牧草であるスイートソルガムとモンバサの栽培実験に取り組んだ。実験調査はフィリピン大学ロスバニョス校内の施設およびフィリピンカラバオセンター内の安全な牧草地にて、2019年9月から2020年6月にかけて実施した。実験では、1haあたりの乾物収量、栄養成分（粗タンパク質、粗繊維、中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維）、およびサッコでの消化率を比較することにより、スイートソルガムとモンバサの性能を評価した。なお、牧草の栽培には、購入肥料である尿素と自家調達可能な糞尿が牧草の性能に及ぼす影響を測るため、次の4つの施肥を採用した。施肥なし、尿素のみ、尿素と水牛の糞尿、水牛の糞尿のみ。実験データを分散分析し、次のことを明らかにした。スイートソルガムとモンバサの間で乾物量、栄養成分含有量、消化率に有意（p値 < 0.05）な差は認められない。スイートソルガム、モンバサともに尿素のみ施肥した場合に1ヘクタールあたりの乾物収量が最も高い。モンバサの生育にかかる費用が相対的に安価である点を踏まえると、以上の分析結果は、より経済効率的な牧草生産計画に寄与する知見を得ていると言えるため、一定の学術的評価を与えることができる。

乳製品の乳量、乳組成（脂肪、乳糖、タンパク質、無脂乳固形分および乳固形分）および物理化学的特性（凝固点）に対する給餌の影響を明らかにすることを目的とし、二つの異なる牧草、スイートソルガムとモンバサを給餌した水牛の乳量と生乳の特性を比較分析した。実験に用いた泌乳牛は3つの群に分類した。各群は処置1（スイートソルガム）、処置2（モンバサ）、およ

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

び対照群（ネピア）で 45 日間給餌した。生乳は朝と午後に 1 日 2 回、個別に収集し成分を分析した。分析の結果、午後搾乳の生乳が午前搾乳のそれよりも有意に多く含むのは脂肪分、乳固形分であることを明らかにした。また、午前搾乳の生乳が午後搾乳のそれよりも有意に多く含むのはタンパク質、無脂乳固形分であることを明らかにした。また、午前搾乳の生乳の凝固点は午後のそれよりも低くなることを明らかにした。また、午前搾乳の生乳で脂肪をもっとも多く含むのは処置 2 であることも明らかにした。以上の結果は、1 日 1 回午前搾乳とする酪農家が多い現状に午前午後搾乳による生乳の品質改善の可能性を明確にした点で評価できる。

以上のように、SALUDES Thelma Almendral は、生乳生産量や乳成分の改善に寄与する飼養のあり方であつ資本力に乏しい小規模酪農家が実装可能な手法をはじめて特定した。ベイジアンモデル分析を通じて酪農家の飼養管理に係る作業の記録が乳量に関係することを明らかにした。また、実験を通じて、BCS モニタリングが高い生産性の維持に有用であることを明らかにした。さらには、飼料用牧草の成分分析やそれを給餌した時の乳量や乳成分分析を通じて、経済効率的な飼料用牧草の特定につながる知見を得た。これら本研究の多岐にわたる成果は、食料経済学分野において新規性、独自性に優れるとともに、フィリピンだけではなく近隣途上国に適用可能性ある知見を得たという点で国際開発学分野の学術的研究に大きく貢献するものと考えられる。よって、本審査委員会は本論文の内容が博士（農学）の学位を授与するに十分であると判断した。