

( 続紙 1 )

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                        |    |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 京都大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 博士（農学）                                                                                                 | 氏名 | 三輪 雅史 |
| 論文題目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Estimation of energy expenditure of grazing ruminants via accelerometry<br>(加速度測定による放牧反芻家畜のエネルギー消費量推定) |    |       |
| (論文内容の要旨)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                        |    |       |
| <p>放牧生産は人類の食用に適さない草地資源を効率的に活用できる生産体系であり、途上国・先進国を問わず世界中で営まれている。効率的な放牧管理を行うにあたっては、草地資源の生産量と放牧家畜の飼料要求量とのバランスを維持する必要があることから、放牧時における家畜のエネルギー消費量（EE）を推定することが重要となる。家畜のEEの推定は古くから研究されており、動物栄養学的な見地から拘束条件下において熱量測定法に基づいた推定が主に行われてきた。しかしながら、放牧家畜では舎飼い家畜と比べて運動量の増加にともなうEEの増加がみられるため、放牧中の家畜に対して直接に適用できる推定法が別途求められてきた。これまでに安定同位体や心拍数を用いたEE推定法が提案されてきたが、それぞれ一長一短あり、放牧地において汎用的に利用できる推定法の確立が現在まで求められてきた。</p> <p>近年、野生動物研究において、動物が動作に伴って生じる加速度をもとにEEを推定する試みがなされている。中でも、Dynamic Body Acceleration（DBA）は、動物の動作を3次元の加速度として定量化した指標であり、広範な動物種においてEEとの有意な関係が認められていることから、EE推定指標としての活用が期待されている。加速度記録装置は小型で軽量であり、動物への長時間の装着および測定も容易であることから、屋外における汎用性も期待できる。以上より、DBAを放牧家畜のEE推定に応用できる可能性が考えられるが、これまでに反芻家畜を対象としたDBAの検証は行われていない。</p> <p>以上より、本研究では、加速度測定に基づくDBAを利用したEE推定法が放牧反芻家畜（ウシ・ヤギ・ヒツジ）においても応用可能であるかを検証することを目的とした。本論文は5章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的について述べている。</p> <p>第2章では、総説として、畜産学の分野でこれまで発展してきた種々のEE推定法についての説明が行われている。これに加えて、加速度測定に基づくEE推定法について、野生動物を対象とした研究事例を参考に説明が行われ、放牧家畜への応用可能性について言及されている。</p> <p>第3章では、放牧中の反芻家畜を対象に体加速度・心電のデータを同時取得し、DBAと既存のEE推定指標である心拍数との関係が検討されている。いずれの畜種においてもDBAと心拍数の間には有意な関係が認められたことから、過去に報告のあった動物種と同様に、DBAが放牧反芻家畜においてもEE推定指標となりうることが示唆された。また、DBAと心拍数との関係には動物種・品種・個体の間で有意差が認められた一方で、これらの差は体重の違いとして説明できることが示された。さらに、過去に報告された哺乳類から魚類にわたる広範な動物種のデータを本研究のデータと統合した場合にも、同様に動物種の差を体重の違いによって説明することができたことから、体重を補正することで反芻動物に限らない広範な動物種に応用可能なEE推定式を導出できると考えられた。</p> <p>第4章では、加速度測定と畜産学の分野で発展してきた代謝エネルギーシステムとを統合することで、放牧時の反芻家畜のEEを簡易に推定する方法が新たに提案された。提案手法では、放牧時と舎飼い時の運動量の変化をDBAによって定量化することで、既存の代謝エネルギーシステムにおける放牧中の運動由来のEEを正確かつ容易に</p> |                                                                                                        |    |       |

推定することを試みている。実際に放牧時・舎飼い時の供試個体のデータからEEの推定を行い、心拍数によって推定したEEとの比較を通して本提案法の妥当性を検証した。その結果、DBAは舎飼い時と比べて放牧時に増加しており、放牧中の運動量の増加に伴うEEの増加を推定することが可能であった。本提案手法によって推定されたEEと心拍数によって推定されたEEは異なる傾向を示したが、この原因として物理的指標であるDBAと生理的指標である心拍数がそれぞれ反映できる要因の違いを指摘した。

第5章では各章を振り返りつつ本研究の総括を行い、「放牧反芻家畜のEE推定に対して加速度測定法を応用できることが示唆された」と結論づけた。本論文では間接熱量測定法によるキャリブレーションを行っていないため、加速度測定によるEE推定法が精度面で既存の方法と比べて優れているかについては明らかとなっていないが、フィールドにおける加速度記録装置の扱いやすさを考えると、加速度測定は放牧家畜のEE推定にあたっての選択肢として考慮に足るものであると考えられた。今後、間接熱量測定法によるキャリブレーションが行われ、精度面についても検証が進むことで、加速度測定に基づくEE推定法は家畜飼養標準における栄養要求量の報告値などの更新に資するものになると期待される。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し

審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

放牧反芻家畜におけるエネルギー消費量 (EE) 推定法の確立は、長年にわたり取り組まれてきた研究課題であり、現在までに安定同位体や心拍数などの種々の手段を用いた推定法が提案・検証されてきた。しかしながら、既存の推定法には屋外での利用にあたってそれぞれ一長一短あることから、新たな推定法が求められていた。本論文は、野生動物研究を中心に利用が広がる加速度測定に基づくEE推定法にいち早く着目し、なかでもDynamic Body Acceleration (DBA) と呼ばれる新たな加速度指標を用いるEE推定法の放牧反芻家畜 (ウシ・ヤギ・ヒツジ) への応用可能性を検討したものである。評価される主な点は以下の通りである。

1. 既存のEE推定指標である心拍数との比較により、放牧中の反芻家畜においても過去に報告された他動物種と同様にDBAがEE推定指標となりうることを明らかにした。

2. DBAと心拍数との関係に動物種・品種・個体間で体重の違いに基づく差が存在することを指摘する一方で、これらの差を補正することで動物種・品種・個体を超えた普遍的なEE推定式を導出できる可能性を指摘した。

3. DBAと畜産学で発展してきた既存のエネルギー代謝システムとを統合することにより、畜産学の知見に根差し且つこれまでよりも簡易に放牧時のEEを推定する新たな方法を提案した。

4. 3で述べた新たなEE推定法の検証を通して、加速度のような物理的指標と心拍数のような生理的指標では、推定されるEEに異なる傾向がみられることを指摘した。

以上のように、本論文は加速度測定に基づくEE推定法の検証を通して、放牧家畜のエネルギー収支把握のための新たな解決策を提案したものであり、草地畜産学、動物栄養学、畜産資源学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成29年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日：        年        月        日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)