

氏 名 ^み三 ^{やけ}宅 ^{たけし}武
 学位(専攻分野) 博 士 (農 学)
 学 位 記 番 号 論 農 博 第 2257 号
 学位授与の日付 平 成 11 年 7 月 23 日
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
 学位論文題目 STATISTICAL GENETIC EVALUATION OF ANIMALS FOR QUANTITATIVE TRAITS UNDER POLYGENIC MODEL AND MIXED INHERITANCE MODEL
 (ポリジーンモデルおよび混合遺伝モデル下での量的形質に関する動物の遺伝的評価)

論文調査委員 (主 査)
 教 授 佐々木義之 教 授 宮 崎 昭 教 授 今 井 裕

論 文 内 容 の 要 旨

体重、乳量など多くの形質は一般に連続変異を示し、量的形質と呼ばれる。この量的形質に関する遺伝的評価には、質的形質の場合には必要とされないような理論や方法が必要となる。このための方法論として、現在でも広く用いられているのが BLUP 法 (Best Linear Unbiased Prediction, Henderson 1973) である。この BLUP 法に基づいた遺伝的評価は、ポリジーンモデル、すなわち量的形質は効果の小さな無数の遺伝子座によって支配されているという考え方に基づいており、個々の量的形質遺伝子座 (Quantitative Trait Loci, QTL) をブラックボックスにしまい込んできたが、長い間量的形質の改良に大きく貢献してきた。

しかし近年、分子生物学の進展により、高等動物においても大規模なゲノム解析が可能となってきている。従来は得ることが困難であった遺伝子情報を詳細に得ることが可能となってきている現在、従来の量的遺伝学ではブラックボックスとされてきた QTL の重要性を意識した新たな量的遺伝学の理論の構築が強く求められている。本研究は、モデル内に効果の大きな QTL とポリジーンとを同時に考慮した混合遺伝モデルに基づく新たな量的遺伝学の理論構築の可能性についてポリジーンモデルに基づく遺伝理論との対比を行いながら検討を行ったものであり、得られた結果の概要は以下の通りである。

1) 量的形質が有限数の遺伝子座に支配されている場合での BLUP 法による育種価予測の有効性を検討した。量的形質が有限数の遺伝子座に支配されている場合、集団内に遺伝子頻度の変化や配偶子不平衡が生じ、しかもこれらはポリジーンモデルでは考慮されないはずのものであるが、BLUP 法による集団の遺伝的趨勢の推定には偏りは認められなかった。BLUP 法による遺伝的評価は、形質が有限数の遺伝子座に支配されている場合でも有効であることが明らかにされた。

2) 現在わが国で広く行われている肉牛の屠肉性形質に関する現場後代検定を想定し BLUP 法のための最適モデルを検討した。予測育種価の正確度では、父親モデルは非常に低い値を示したが、母方祖父モデルと個体モデルの間では差は認められなかった。計算時間などに影響する評価個体数では個体モデルは母方祖父モデルの 20 ～ 30 倍以上となり、肉牛の屠肉性形質の現場後代検定には母方祖父モデルが最適であることが明らかにされた。

3) Gibbs sampling を用いた混合遺伝モデルによる QTL 効果推定の正確度を検討した。QTL 効果が小さい場合、QTL 効果の推定値は偏る傾向が認められたが、QTL 効果が大きくなるにつれて偏りのない推定値が得られた。また、過誤の確率を低める上で QTL 分散の推定値が特に有効であり、表型標準偏差単位で 1 単位程度の効果を持つ QTL ならば誤りなくその存在を検出できることを明らかにし、集団内に存在する QTL の検出法を確立した。

4) Gibbs sampling を用いた混合遺伝モデルによる推定値への初期値の影響を検討した。混合遺伝モデルでは計算に用いる初期値を変化させることで推定値も変化してしまう場合があることが示された。この誤った解への収束を避けるため、パラメータに制約を加えたり、異なるモデル間での解の比較が重要であることが明らかにされた。

5) 以上の検討により確立された混合遺伝モデルに基づく QTL 検出法を用いて、兵庫県黒毛和種集団内に屠肉性形質（背皮下脂肪厚、脂肪交雑、枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚）を支配している効果の大きな QTL が存在しているかを検討した。背皮下脂肪厚と脂肪交雑に関して QTL 分散が有意に正を示す副集団が認められ、黒毛和種集団内に、これらの形質を支配している効果の大きな QTL が存在していることが明らかにされた。

論文審査の結果の要旨

近年、分子生物学の進展によって動物のゲノム解析が進み、量的形質の発現を支配する効果の大きい遺伝子の検出が注目されるようになってきた。BLUP 法に代表される従来の量的遺伝学では、量的形質遺伝子座（Quantitative Trait Loci, QTL）を考慮しないポリジーンモデルが採用されてきたが、個々の QTL の重要性を意識した量的遺伝学の理論の構築が求められている。本研究では、このような新たな量的遺伝学の理論を構築していくことを目的とし、モデル内に効果の大きな QTL とポリジーンとを同時に考慮した混合遺伝モデルに基づく量的遺伝学の理論構築の可能性について検討を行っている。得られた主な結果は以下の通りである。

1) 量的形質が有限の遺伝子座に支配されている場合での BLUP 法による育種価予測の有効性を明らかにした。量的形質が有限の遺伝子座に支配されている場合、ポリジーンモデルでは考慮できない遺伝子頻度の変化や配偶子不平衡が生じるが、BLUP 法による遺伝的評価はこれらには影響されないことを示し、従来の BLUP 法に基づく遺伝的評価の有効性を裏付けた。

2) 現在わが国で広く行われている肉牛の屠肉性形質に関する現場後代検定を想定し、BLUP 法のための最適モデルを検討した。予測育種価の正確度および評価個体数の観点から、肉牛の屠肉性形質の現場後代検定には母方祖父モデルが最適であることを明らかにした。

3) Gibbs sampling を用いた混合遺伝モデルに基づく QTL 効果の推定を行い、推定の正確度を検討した。QTL 効果が小さい場合では QTL 効果の推定値は偏る傾向が認められたが、QTL 効果が大きくなるにつれて偏りのない推定値が得られることを明らかにした。また、過誤の確率を低める上で QTL 分散の推定値が有効であり、表型標準偏差単位で 1 単位程度の効果を持つ QTL ならば誤りなくその存在を検出できることを明らかにし、集団内に存在する QTL 検出法を確立した。

4) Gibbs sampling を用いた混合遺伝モデルでは、計算に用いる初期値を変化させることで推定値も変化してしまう場合があることを明らかにし、誤った解への収束を避けるため、パラメータに制約を加えたり、異なるモデル間での解の比較が重要であることを示した。

5) 確立された混合遺伝モデルに基づく QTL 検出法を用いて、兵庫県黒毛和種集団の屠肉性形質（背皮下脂肪厚、脂肪交雑、枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚）について分析を行い、背皮下脂肪厚と脂肪交雑に関して効果の大きな QTL が兵庫県黒毛和種集団内に存在していることを明らかにした。

以上のように本研究は、ポリジーンモデルでも QTL の相加的遺伝子効果の総和は正しく推定されるが、効果の大きい QTL の存在やその効果の大きさを推定するためには混合遺伝モデルを用いることが必要であること、また、世界に先駆けて混合遺伝モデルによる QTL 効果推定の正確度を明らかにし、さらに実際の集団に応用が可能な QTL 検出法を確立したものであり、量的遺伝学、家畜育種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 11 年 5 月 20 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。