

デジタル画像による投影面積を用いた体重推定法

○大矢康貴、大矢久美子、小木曾昇

医学系技術支援室 生物・生体技術系

概要

現在、生命科学分野の研究に使用される動物の中心はマウスであるが、外科的な処置を伴う研究においてはイヌ、サル、ブタなどの大動物が研究モデル動物として必須である。特にブタは医療用実験動物として注目を浴びており、解剖学・生理学的にヒトと類似している点から、臓器移植をはじめとした各種研究に使用されており、当部門にも多く搬入されている。ブタの飼育管理や麻酔などの投薬処置の際、個体の正確な体重を把握することは重要である。しかし、無麻酔のブタの体重を従来型の計測器を用いて測定することは、非常に多大な労力と時間を要するため、実際には搬入時の1回しか体重を計測できないのが現状である。そのため、非接触方式で簡易に体重計測を行えるシステムが切望されている。飼育者（研究者）がブタに触れることなく遠隔で容易に体重測定をすることができれば、定期的な健康管理が可能となり、さらには、現在、研究者の経験や勘に頼りがちな麻酔投与量の決定に活用できると考えられる。そこで、ブタに先立ち本年度は、ウサギのデジタル画像による投影面積を用いた体重推定法とそれに及ぼす性の影響について検討した。

1 材料および方法

1.1 供試動物

ニュージーランドホワイト種、日本白色種の2品種42羽のウサギを用いた。

1.2 撮影-解析

デジタルカメラ（EOS Kiss Digital N/EF-S18-55mm F3.5-5.6 II USM, Canon）により放置枠内に入れたウサギが正常な起立姿勢となったところで上方から1羽につき3回撮影を行った（図1）。得られた画像から画像解析ソフト（Image J）を用いて、平均投影面積と面積の変動要因となる耳と尾の画像を削除した平均修正投影面積を算出した（図2）。撮影後、実際の体重を測定し、平均投影面積、および平均修正投影面積とそれに及ぼす性との関係を統計処理した。得られた対数回帰式から推定体重を算出し、実測体重と比較した。さらに、得られた対数回帰式の精度確認のため、回帰式の要素でないウサギ4羽について同様のことを行った。

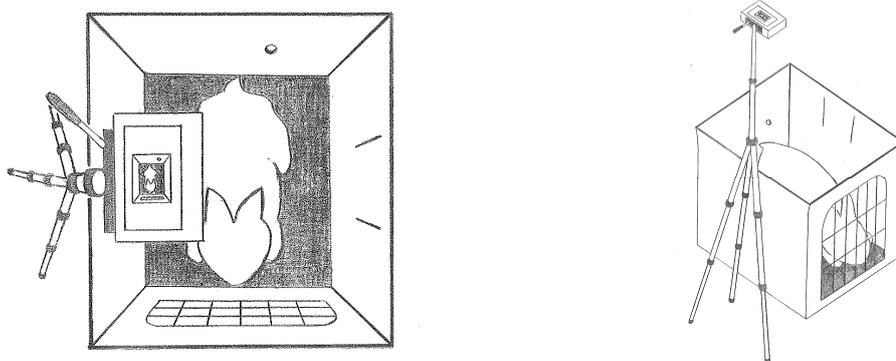


図.1 撮影図（左：上方より、右：左斜上方より）



図.2 輪郭図（左：平均投影面積、右：平均修正投影面積）

1.3 回帰式に影響を与える因子の検討

品種や性の違いによる骨格、体組成（筋量、体脂肪、水分量など）の差は、投影面積からより正確な体重を推定するための回帰式を求める際に影響を及ぼすと考えられる。今回は特に性の違いが及ぼす影響について検討を行った。

1.4 統計解析

投影面積と体重に対して回帰式を求め、相関係数を用いて精度を検討した。

2 結果

2.1 平均投影面積、および平均修正投影面積と体重との関係

平均投影面積、および平均修正投影面積と体重との関係はいずれも対数関係を示し、平均修正投影面積では平均投影面積より体重との相関が高かった（表 1, 図 3）。さらに、雌雄毎に修正投影面積回帰式を求め相関係数を算出したところ、雌雄単独でも相関関係の高い回帰式が得られた（表 2）。

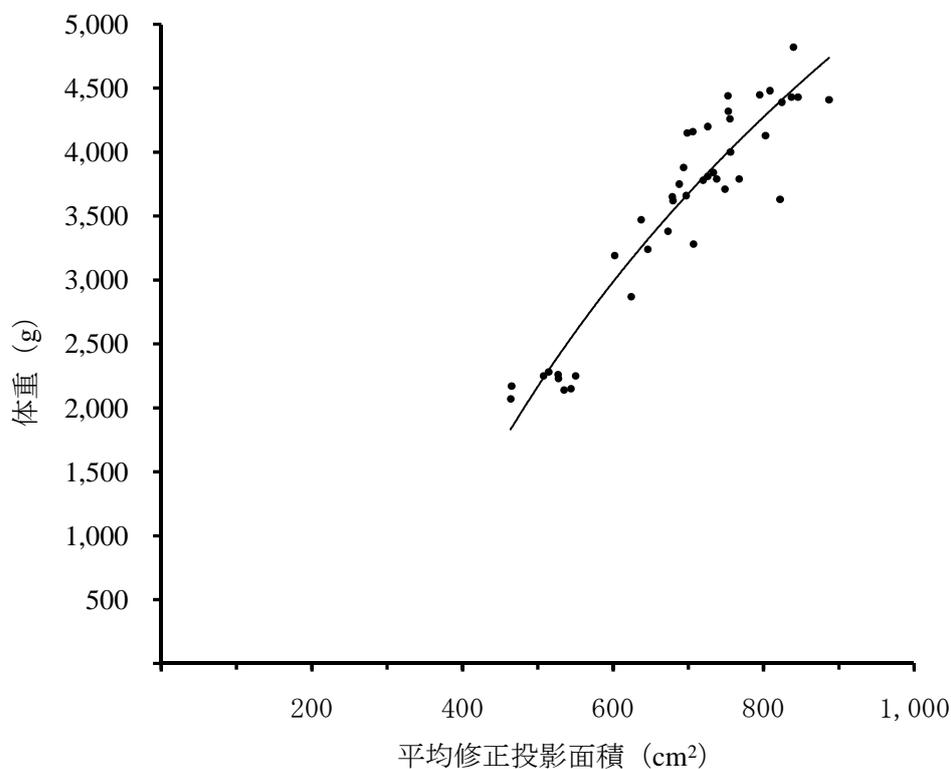


図.3 投影面積と体重の関係

	相関係数 (r)	供試数
平均投影面積	.923	42
平均修正投影面積	.943	42

	相関係数 (r)	供試数
雄	.921	14
雌	.944	28

2.2 対数回帰式を用いた推定体重と実測体重の比較

平均修正投影面積の対数回帰式を用いて算出した推定体重と実測体重の誤差は、雌雄全体で $\pm 6.5\%$ (-483~+765g)、雄単独では $\pm 4.3\%$ (-315g~+327g)、雌単独では $\pm 7.6\%$ (-483~+765g)であった(図4)。

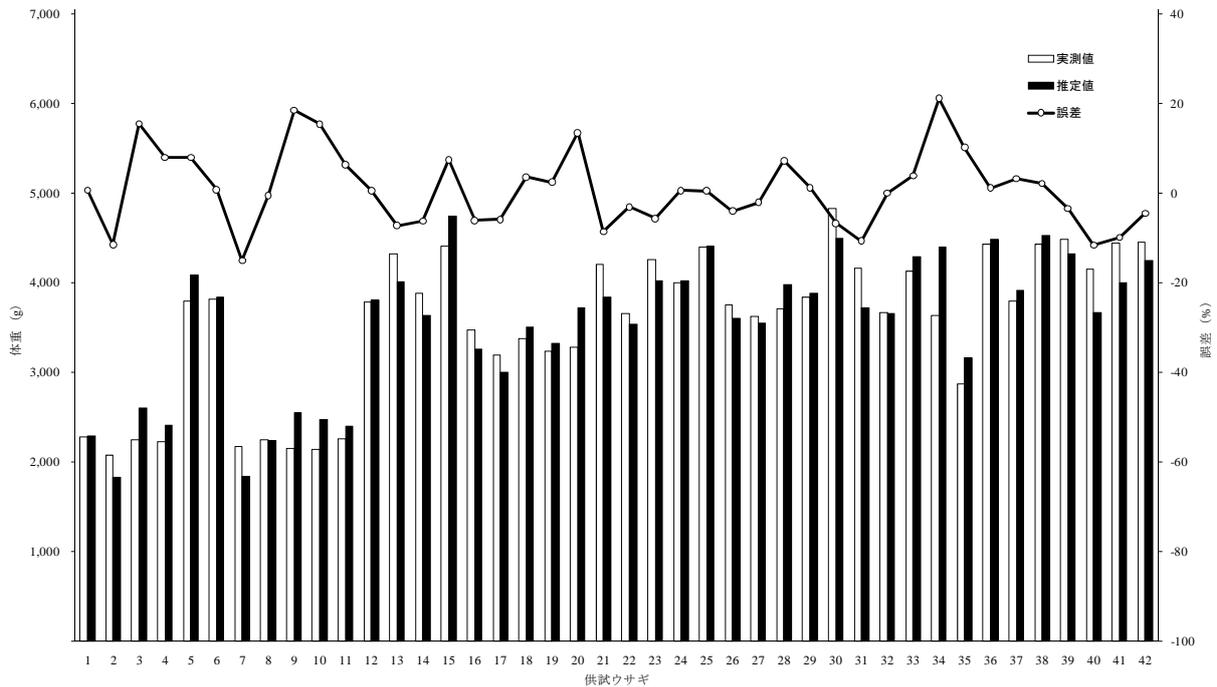


図4. 推定体重と実測体重の比較

2.3 対数回帰式を用いた推定体重の精度

回帰式の要素でないウサギ4羽(A~D)の体重、修正投影面積を対数回帰式へ代入したところ、最大誤差+197g、平均誤差 $\pm 3.2\%$ であった(表3)。

	実測体重 (g)	推定体重 (g)	誤差 (g)
A (♀)	4,150	4,223	+73
B (♀)	4,520	4,717	+197
C (♀)	4,090	4,273	+183
D (♀)	3,800	3,881	+81

3 まとめ

今回、我々は、動物に触れることなく体重を高い精度で推定することを目的とし、デジタル画像による投影面積を用いた体重推定法について検討を行った。より多くのデータから方法の解析を行うため、ブタに先立ち、小型で取り扱いが容易なウサギを今回の検討に用いた。その結果、デジタル画像から得られた投影面積と実測体重との間には強い相関が認められ、さらに、品種による形の違いが大きい耳の画像と撮影角度の微妙な違いにより写り方が大きく変わる尾の画像の面積を省いた平均修正投影面積は、より実測体重との相関が高いことがわかった。

平均修正投影面積と実測体重との関係から得られた対数回帰式を用いて得られた推定体重と実測値とのずれは平均で±6.5%であり、この値をウサギの平均体重から換算すると平均 216g のずれとなる。これはデジタル体重計等でウサギの体重を測定する際、ウサギの体動などによって測定値にぶれが生じるが、その値とほとんど変わらない。また、一般的にウサギで用いられる麻酔薬、抗生剤等の薬剤投与の面から考えても、この範囲の誤差であれば副反応等の危険性はない。一方で、最近は安全性の面から用いられなくなってきたが、ペントバルビタールナトリウムのような有効量と致死量が非常に近いような薬剤の場合、少量であっても過剰投与となりやすい。今回の検討では、推定体重が実測体重よりも 765g 重かった個体があったため、ペントバルビタールナトリウムを 25mg/kg で投与すると考えた場合について考察を行った。その結果、推定体重を参考にし、25mg/kg のペントバルビタールナトリウムを投与すると、実際には 31.5mg/kg の薬剤投与を行っている計算となった。この投与量はウサギでの LD₅₀ (33.0mg/kg) よりも少なく、また、呼吸停止量 (RAD=53.3 ± 8.5mg/kg) から考えるとかなり少ない値であり、深刻な問題が生じるほどの過剰投与とはならないと考えられた。しかし、実際の麻酔においてリスクが高いのは極度の肥満個体や、削瘦個体である。今回は標準的な体型のウサギを多く検討に用いていることから、今後、削瘦した個体や肥満個体などについても推定体重と実測体重の間の誤差を調べ、より正確な体重推定法を検討したいと考えている。最終的にウサギでの結果をふまえ、ブタにおいてデジタル画像を用いた体重推定がどれくらいの精度で可能であるかを今後検討していく予定である。

参考文献

- [1] 農林水産省 動物医薬品検査所 動物用医薬品副作用等情報集