

ブランド牛の肥育支援のための理想値に基づいた 相関分析に関する基礎検討

Basic Study on Correlation Analysis Based on Ideal Value for Breeding Support of Brand Cattle

佐野 文美¹
Hisami Sano

藤木 生聖²
Takatoshi Fujiki

吉廣 卓哉¹
Takuya Yoshihiro

1. はじめに

近年、高品質な日本のブランド牛が世界中で高い評価を得ている。ブランド牛は育種価[1]による血統の徹底した管理によって高い品質が保持されている。優秀な牛の生産には血統による遺伝的要素も重要であるが、肥育方法も大きな影響がある。しかし、肉質[2]のよい牛の肥育は、肥育農家の長年に渡る経験則に頼っているため、誰にでも容易に肥育できることではなく、また、肥育農家が経験していない状況や要因で肉質を低下させてしまう問題がある。そのため、畜産の現場では、科学的な観点から質の高い牛の育成方法を明らかにしてほしいという要望がある。

実用的な研究として、特定の肉質に影響を与える項目を特定し、項目をバイオマーカーとして肥育を制御するという試みが考えられる。肉質と項目の間の関係を発見するための最も一般的な方法は、肉質の値と項目の測定値の相関係数を計算する方法である。しかし、単純に相関係数を計算するだけでは問題がある。例えば、血中ビタミン A の濃度を制御することによって脂肪交雑を向上させる肥育方法[3]も報告されている。このことから、肉質と項目の間には、肉質が良くなるための項目の適正值（以降、理想値と呼ぶ）があると考えられる。つまり、相関係数を用いた分析では、2 項目間の線形な関係しか評価できないため、理想値に近いほど肉質が良くなるという関係を発見することが出来ない。

本研究では、項目の理想値という考え方を考慮した、肉質に強く関係する項目を特定する相関分析法を提案する。これは、理想値に近いほど肉質が良くなるという関係を、相関係数を用いて発見する方法である。これにより、従来の相関分析では分析できなかった 2 項目間の関係が非線形の場合や 3 項目以上の場合にも対応することができ、通常の相関分析では見つけられなかった関係性をも発見することが可能になる。

本研究の構成は以下の通りである。2 章では本研究の提案手法を述べる。3 章では提案手法の評価を行う。最後に 4 章で本研究のまとめとする。

2. 理想値に基づいた相関係数の計算法

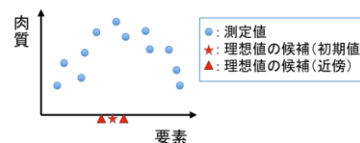
2.1 問題定義

まず、入力となるデータについて述べる。入力となるデータは二種類ある。1 つは肥育データであり、もう一つは牛の肉質データである。肥育データには様々な項目が考

¹ 和歌山大学システム工学部, Wakayama University Faculty of Systems Engineering

² 和歌山大学大学院システム工学研究科, Wakayama University Graduate School of Systems Engineering

(I): 理想値の候補を選択



(III): 理想値の候補を更新

(II): 理想値の候補を毎に、候補と測定値の距離を計算し、距離と肉質の相関係数を計算

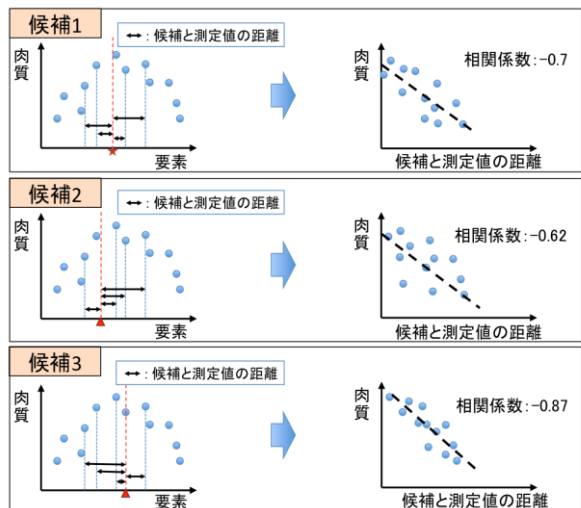


図 1: 提案手法の流れ

られる。例えば血液成分、牛の体高、体重、与えた餌など、肥育に関する様々な項目が考えられる。また、肥育項目は肥育農家が牛を肥育し始めてからと殺されて出荷されるまで経時的に測定される。ここで、経時的な測定時期毎の肥育項目を項目 $e(e=1,2,\dots,E)$ とする。また、牛を $b(b=1,2,\dots,B)$ とし、牛 b における項目 e の測定値を V_e^b で表す。

肉質データは、各牛に対して肉質を数値として表現したデータである。肉質の評価項目を $p(p=1,2,\dots,P)$ とし、牛 b の肉質 p の値を p_b で表す。

本研究で解きたい問題は、項目の理想値を考慮し、牛の測定値が理想値に近いほど肉質が良くなることを、相関係数を用いて示すことである。そして、相関が強い肉質と項目の組合せと項目の理想値を提案手法の出力とする。

2.2 提案手法の概要

本研究は、理想値という考え方に基づいた、肉質に強く関係する項目を特定する相関分析法を提案する。理想値とは、肉質が良くなるための項目の適正值であり、理想値に近いほど肉質が良く、離れるほど肉質が悪くなることを意味する。そして、「理想値と測定値の距離」と「肉質」の間で相関係数を計算し、相関係数が最も大きくなる理想値

をグリーディに局所探索することで、理想値に基づいた相関分析が可能となる。また、提案手法は、肉質に強く相関する項目が同時に複数ある場合でも分析が可能である。なぜなら、それぞれの項目を軸とする多次元空間において、各項目の理想値と測定値の距離を計算すれば、それを用いて肉質と相関係数の計算が可能だからである。

提案手法の流れを項目が 1 つの場合を例に図 1 に示す。

以下は、図 1 に沿って提案手法の概要を説明する。

- ① 項目 e の理想値の初期値とその近傍を理想値の候補とする (図 1(I))。
- ② 理想値の候補毎に、理想値の候補と項目 e の測定値 V_e^b とのユークリッド距離を計算し、肉質と距離の間の相関係数を計算する (図 1(II))。
- ③ 理想値の候補の中で相関係数が最も大きい候補が初期値であれば、理想値の探索と相関係数の計算を終了する。そうでなければ、相関係数が最も大きい候補を理想値の初期値として①に戻る (図 1(III))。

2.3 ①理想値の候補の選び方

前提として、 n 個の項目と肉質の相関を分析したいとする。理想値の候補の選び方は、項目毎に任意の値を理想値とし、その初期値を n 次元ベクトル $\mathbf{S} = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ とする。次に、 $d(=1, 2, \dots, n)$ 次元目の測定値の最大値 $\min_d$ と最小値 $\min_d$ の間を M 分割した値を $r_d = \frac{\max_d - \min_d}{M}$ とする。 r_d は理想値を探索するための粒度である。 n 次元のうち、 d 次元目だけが初期値 $\mathbf{S}$ と $\pm r_d$ 異なる点 $(s_1, s_2, \dots, s_d \pm r_d, \dots, s_n)$ を初期値 $\mathbf{S}$ の近傍とすると、近傍は全部で $2n$ 個である。そして、初期値 $\mathbf{S}$ とその近傍を含めた $2n+1$ 個のベクトルを理想値の候補 $\mathbf{x}$ とする。

2.4 ②理想値に基づいた相関係数の計算法

本節では、理想値に基づいた相関係数の計算法について説明する。理想値に基づいた相関係数とは、測定値が理想値に近いほど肉質がよくなるという関係を、相関係数を用いて表現したものである。つまり、「理想値と測定値の距離」と「肉質」の間での相関係数を計算すればよい。理想値の候補 $\mathbf{x}$ と牛 b の測定値 V_e^b のユークリッド距離を $d(x, V_e^b)$ とする。そして、肉質 p_b と距離 $d(x, V_e^b)$ との相関係数は以下の式で表される。

$$\frac{\sum_{b=1}^B \{ (p_b - \bar{p}_b) (d(x, V_e^b) - \bar{d}(x, V_e^b)) \}}{\sqrt{\sum_{b=1}^B (p_b - \bar{p}_b)^2} \sqrt{\sum_{b=1}^B (d(x, V_e^b) - \bar{d}(x, V_e^b))^2}}$$

ただし、 $\bar{p}_b$ 、 $\bar{d}(x, V_e^b)$ はそれぞれ p_b 、 $d(x, V_e^b)$ の平均である。

3. 評価

3.1 評価方法

提案手法を c 言語で実装し、実際に肥育された 71 頭の牛の血液成分データと肉質データを用いて評価実験を行った。血液成分は 24 項目、測定時期は肥育を始めた月（導入後 1 ヶ月齢）から出荷される月（導入後 19 ヶ月齢）までの 2 ヶ月毎（計 10 回）に採血され、血液成分の測定がされている。つまり、項目の数は $24 \times 10 = 240$ である。また、肉質は、数ある肉質基準の中から、経済的価値が高い主要 6 肉質を用いて評価を行った。

表 1：相関係数のランキング表

順位	項目 1 の理想値	項目 2 の理想値	相関係数	個体数
1	63.78	31.868	-0.60497	39
2	30.8868	36.26	-0.56724	39
3	71.04	37.924	-0.53781	71
4	5.628	79.51	-0.53624	64
5	68.62	33.804	-0.53228	71
6	19.4996	68.62	-0.52204	61
7	72.25	38.78	-0.52094	71
8	5.516	28.6	-0.51856	64
9	3.366	24.92	-0.51583	70
10	5.432	62.36	-0.51145	64

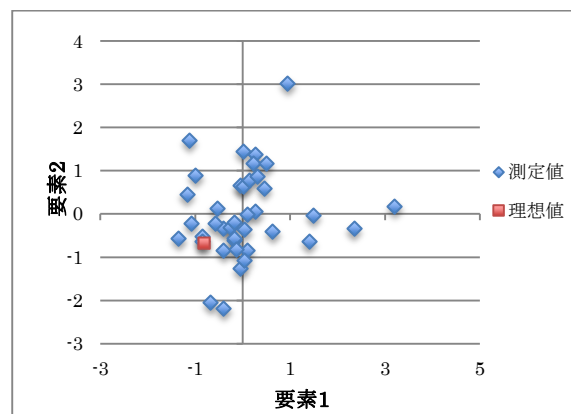


図 2：2 つの要素の散布図

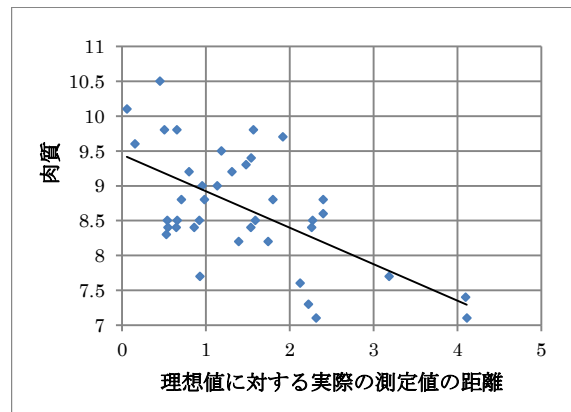


図 3：理想値に対する測定値の距離と肉質の相関図

評価実験におけるパラメータの設定について述べる。評価では、理想値を探索するための粒度 r_d を決定するための分割数 M を 100 とした。また、項目 2 つと肉質についての相関係数を計算した。

3.2 評価結果と考察

評価実験の結果、最も強い相関を示した項目 2 つの組合せが含まれる形質の結果のうち、相関が強い順に 10 組抜き出したものを表 1 に示す。この表における理想値 1、理想値 2 はそれぞれ 1 つめ及び 2 つめの項目の理想値を表している。相関係数は、理想値と測定値の距離と肉質との間

の相関係数であり、頭数は相関係数の計算に用いられた牛の頭数である。

表 1 から上位 10 件について、相関係数の絶対値が 0.5 から 0.6 ほどであることがわかる。一般的に、相関係数の絶対値が 0.4 から 0.7 であれば中程度の相関があると言われている。この結果から、提案手法は、相関の度合いとしてはあまり強くないが、肉質と相関関係にある項目 2 つの組合せを発見できていると言える。

次に、表 1 の順位 1 の結果について、項目 1 と項目 2 の測定値と理想値の散布図を図 2 に、理想値と測定値の距離と肉質の相関図を図 3 に示す。図 2 から、理想値の周辺に牛の測定値が分布していることが見て取れる。図 3 から、理想値からさほど離れていない場所に肉質が良い牛が多数存在し、理想値から離れた牛ほど肉質が悪くなっていることがわかる。このような傾向は、順位 1 以外の結果にも多数見られた。

以上の結果から、提案手法は理想値を正しく探索し、肉質と相関関係にある項目を発見できていると言える。

4. おわりに

本論文では、肥育項目と最終的な肉質との間の相関関係を発見する方法として、理想値を考慮した相関係数の計算法の提案を行った。評価実験の結果、中程度の相関がある項目と肉質の組合せを発見することができた。また、理想値に近いほど肉質の良い牛が存在し、理想値から離れるほど肉質が悪くなっていることが確認できた。

今後の課題として、提案手法の実用性を裏付けるため、より詳細な実験を行う必要がある。

謝辞

本研究は、生研センター・イノベーション創出基礎的研究推進事業および日本中央競馬会畜産振興事業の支援を得た。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- [1] Cameron, N. D.: *Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding*, CAB International (1997).
- [2] 牛・豚・枝肉・部分肉取引規格解説書, 社団法人 日本食肉格付協会 (2001).
- [3] Oka, A., Dohgo, T., Juen, M., & Saito, T.: *Effects of vitamin A on beef quality, weight gain, and serum concentration of thyroid hormones, insulin-like growth factor-I, and insulin in Japanese black steers*, Animal Science and Technology (1998).