

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05899

研究課題名(和文) 生体センサーを導入している農家のみの娘牛データによる種雄牛評価の精度の解明

研究課題名(英文) Accuracy of bull evaluation using only daughter data from dairy farms which are used biometric sensors.

研究代表者

山崎 武志 (Yamazaki, Takeshi)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・上級研究員

研究者番号：00414764

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：酪農場で普及が進むセンサーデータは、受胎率の高い娘牛を作出する種雄牛を評価・選抜するための客観的指標として期待できる一方、センサーが装着されている娘牛の飼養形態には偏りがあるため、評価精度の低下が懸念される。そこで、乳用牛群検定成績を利用して、データ収集農家の偏りと評価精度の低下との関係を検証した。偏った牛群の娘牛データに基づく種雄牛評価は、優劣の推定精度は低下しないものの、バイアスが生じることが示された。センサー導入農家の飼養管理方法は偏るものの、データ収集方法の工夫により偏りを軽減できることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本成果は、偏った少数の牛群データに基づくゲノミック評価が国際的に開始され初めた現在に生じているバイアスに関する原因の探求および補正の検討において重要な知見となる。

研究成果の概要(英文)：Biometric sensor data, which are becoming increasingly popular in dairy farms, are expected to be the indicator for evaluating and selecting bulls with high breeding value of female fertility. However, there is concern that the bias in the feeding management systems of sensor-equipped daughter may reduce the accuracy of the evaluation. Therefore, we examined the relationship between the bias of data collection farmers and evaluation accuracy by using the field data collected through the Dairy Herd Improvement program. The evaluation based on biased herd daughter data does not reduce the accuracy of bull's proofs, but it does cause bias. The bias of daughter data can be reduced by devising the data collection method, although the farms introduced the sensor were biased in their feeding management systems.

研究分野：家畜育種

キーワード：乳用牛 生体センサー 種雄牛評価

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

乳牛は、受胎と分娩を繰り返すことで高い乳生産性を維持するため、分娩後初めての人工授精により受胎する確率（以下、受胎率）の高い個体へと育種改良することが重要である。しかし、生産現場の娘牛成績に基づいて種雄牛を選抜する乳牛の育種システムにおいて、授精適期（発情開始から 16 時間後）からのずれが大きく影響する受胎率は、個体能力の正確な評価が難しい。そのため、受胎率の高い個体を評価する客観的指標の開発が課題である。

近年、酪農業の ICT 化が進み、特に大規模農場を中心に歩数計、加速度計等の生体センサーで測定される活動量データに基づく発情発見システムが普及しつつある。分娩後早期の明確な活動量の上昇を伴う発情の回帰は、受胎率の高い雌牛の評価に利用できると期待される。これら娘牛の活動量データが継続的に収集されれば、将来、受胎率の高い娘牛を作出する種雄牛の評価・選抜に利用できることが期待される。

一方、これらセンサーデータを種雄牛評価に用いる場合、データが大規模農場中心のセンサー導入農家のみに由来するため、収集される娘牛データの偏りによる評価精度の低下、すなわち、真の能力と評価値との相関の低下が懸念される。研究代表者は、種雄牛評価に協力する全国の農家（乳用牛群検定農家：約 7,500 戸）の個体成績（約 100 万記録）を用いた解析により、データ収集農家の乳生産レベルや飼養形態（つなぎ、フリーストール、放牧）が異なる場合、受胎率に関する種雄牛の評価（優劣）が変わることを明らかにした（Yamazaki et al., 2019; 2020）。この相違は、娘牛が発揮する種雄牛の遺伝的能力がフリーストール飼養の大規模農場とつなぎ飼養の小規模農場とで異なることを指す。すなわち、飼養環境が偏った農家だけの娘牛データによる種雄牛評価値は、その飼養環境で発揮する能力に偏るため、飼養環境に限らず発揮することを期待する平均的な評価としての精度が低下することになる。そのため、データ収集農家の飼養環境が偏る場合は、偏りの状況と評価精度との関係を明らかにし、偏りに伴う評価精度の低下が著しいと確認されたときは、データ収集農家の選定方法や評価手法を検討して偏りを是正する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、偏った飼養条件からの娘牛データに基づく評価精度の低下量を明らかにする。評価精度の検証には、乳用牛群検定農家の個体成績を用いる。受胎率など繁殖成績の指標や泌乳成績、体型成績などについて、生体センサー導入農家等、偏った条件の娘牛データから評価値を計算し、全牛群検定農家の娘牛データから計算する評価値との相関を調べることで、偏った飼養条件の娘牛データに基づく評価精度を検証する。また、生体センサーによる発情発見システムの国内導入状況を調査し、導入農家の飼養規模や飼養形態の偏りを把握する。

3. 研究の方法

偏った飼養条件の娘牛データに基づく評価精度の検証では、生体センサーを導入している飼養条件を想定し、牛群サイズおよび繁殖成績が上位の酪農家牛群のデータを抽出した。2012～2017 年に分娩後初回授精記録を持つ初産次検定牛の牛群検定記録および血縁記録を用いた。5 記録以上ある牛群-分娩年ごとの初産次分娩数の 2012～2017 年牛群平均値を各牛群の牛群サイズの指標とした。また、同様に牛群-授精年毎の初産次初回授精受胎率の 2012～2017 年牛群平均値を各牛群の繁殖成績の指標とした。これら牛群サイズおよび繁殖成績の指標に基づき、それぞれ全データに対してそれぞれ約 50%および 30%のデータ数になるよう、上位の牛群を抽出した。牛群サイズについては 25 頭以上および 40 頭以上の牛群、繁殖成績については 0.40 以上および 0.45 以上の牛群を抽出した。また、対照群として、約 50%および 30%のデータ数となる任意抽出群をそれぞれ 2 群作成した。

各抽出牛群の個体記録から推定した種雄牛評価値（抽出記録評価値）と全牛群の個体記録から推定した種雄牛育種価（全記録評価値）との相関係数および抽出記録評価値に対する全記録評価値の回帰係数により、抽出記録評価値の精度を評価した。相関係数および回帰係数の算出には、抽出記録評価値の推定において 50 頭以上または 100 頭以上の娘牛記録を持つ種雄牛の値を用いた。育種価の推定には BLUPF90 (Misztal et al., 2020) 分散成分は研究代表者が過去に推定した値 (Yamazaki et al., 2013; 2014) を用いた。初回授精受胎率、305 日乳量、泌乳持続性（分娩後 240 日乳量 - 同 60 日乳量 + 100）および平均体細胞スコアについて評価した。いずれも線形モデルにより評価値を推定した。初回授精受胎率は、牛群-授精年、授精月、授精月齢、授精時分娩後日数を母数効果、交配種雄牛、育種価および残差を変量効果とした。その他の形質は、牛群-分娩年、地域（北海道または都府県）-分娩月、分娩月齢を母数効果、育種価および残差を変量効果とした。

生体センサーによる発情発見システムの国内導入状況は、2021 年 12 月～2022 年 2 月に牛群検定農家へアンケート用紙を配布し、回収することにより調査した。アンケート用紙の配布および回収は北海道について（公社）北海道酪農検定検査協会、都府県について（一社）家畜改良事業団に委託した。アンケート内容は、委託先と相談の上作成し、生体センサー利用の有無（有ならば種類）の他、飼養形態、搾乳形態、給餌方法、暑熱対策の有無（有ならば種類）等について、

その実施期間も併せて調査した。

4. 研究成果

牛群サイズで抽出したデータセットの 305 日乳量および泌乳持続性の平均値、および繁殖成績で抽出したデータセットの初回受精受胎率は、任意抽出群より高くなった。

遺伝率が低い初回受精受胎率について、いずれの抽出方法においても、30%抽出記録評価値の全記録評価値との相関係数は、50%抽出記録評価値と全記録評価値との相関係数からの減少量が比較的大きかった。しかし、同一の形質および抽出率における相関係数は、いずれの抽出方法でも変わらなかった。このことから、今回取り上げた形質および抽出牛群の偏りについては、種雄牛育種価の優劣推定の精度に大きな影響を与えないと考えられる。

初回受精受胎率では繁殖成績上位の抽出記録評価値、305 日乳量および泌乳持続性では牛群サイズ上位の抽出記録評価値の回帰係数について、それぞれ他の抽出記録よりも小さくなり、推定評価値のバイアスが認められた。初回受精受胎率については、娘牛頭数の増加により回帰係数が増加したが、305 日乳量および泌乳持続性については変化しなかった。このことから、抽出により表型値の平均値が増加する形質については、評価値の推定にバイアスの生じることが認められた。乳量水準が多い牛群では、乳量に関連する形質の分散も大きくなることから、305 日乳量および泌乳持続性ではこれらの影響が考えられる。

生体センサーの国内導入状況調査は、北海道 1364 件、都府県 1324 件より回答を得た。生体センサーを導入していると回答した農家の割合は、北海道 27.5%、都府県 18.7%だった。飼養形態について、繋ぎ飼いおよびフリーストール等の割合は、回答農家全体で 66.7%および 28.8%であるのに対して、センサー導入農家で 30.0%および 67.6%だった。搾乳形態について、パイプライン、パーラー等および搾乳ロボット等の割合は、回答農家全体で 72.4%、19.8%および 4.9%であるのに対して、センサー導入農家で 36.6%、41.7%および 19.4%だった。給餌方法について、分離給与および TMR 等の割合は、回答農家全体で 52.0%および 45.5%であるのに対して、センサー導入農家で 19.4%および 78.8%だった。これらのことから、事前の想定通り、センサー導入農家の飼養管理にはフリーストール、ミルクングパーラー等への偏りが見られた。一方、その他の飼養管理方法も 20~30%存在することから、データ収集農家の選定により偏りを軽減できる可能性が示された。

以上より、偏った牛群の娘牛データに基づく種雄牛評価は、優劣の推定精度は低下しないものの、抽出により変化する形質の評価にバイアスが生じる可能性が示唆された。センサー導入農家の飼養管理方法は偏るものの、データ収集方法の工夫により偏りを軽減できる可能性が示唆された。本成果は、偏った少数の牛群データに基づくゲノミック評価が国際的に開始され初めた現在に生じているバイアスに関する原因の探求および補正の検討において重要な知見となる。

<引用文献>

I. Misztal and collaborators, University of Georgia. BLUPF90 Family of Programs. Last modified: 2024/04/04. <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>.

T. Yamazaki, K. Hagiya, H. Takeda, O. Sasaki, S. Yamaguchi, M. Sogabe, Y. Saito, S. Nakagawa, K. Togashi, Y. Nagamine, 2013. Genetic correlations between milk production traits and somatic cell scores on test day within and across first and second lactations in Holstein cows. *Livest. Sci.*, 152:120-126.

T. Yamazaki, K. Hagiya, H. Takeda, S. Yamaguchi, T. Osawa, Y. Nagamine, 2014. Genetic correlations among female fertility, 305-day milk yield and persistency during the first three lactations of Japanese Holstein cows. *Livest. Sci.*, 168:26-31.

T. Yamazaki, H. Takeda, T. Osawa, S. Yamaguchi, K. Hagiya, 2019. Genetic correlations among fertility traits and lactation persistency within and across Holstein herds with different milk production during the first three lactations. *Livest. Sci.*, 219:97-103.

T. Yamazaki, S. Yamaguchi, H. Takeda, T. Osawa, K. Hagiya, 2020. Genetic parameters for conception rate and milk production traits within and across Holstein herds with different housing types and feeding systems during the first 3 lactations. *J. Dairy Sci.*, 103:10361-10373.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamazaki Takeshi, Takeda Hisato, Sasaki Osamu	4. 巻 93
2. 論文標題 Simulation of the lifetime productivity of a dairy herd in Japan according to the number of days to first service of cows	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Animal Science Journal	6. 最初と最後の頁 e13740
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/asj.13740	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 山崎武志、大澤剛史、増田豊
2. 発表標題 牛群サイズまたは繁殖成績が上位の乳用牛群記録に基づく推定育種価の精度の検証
3. 学会等名 日本畜産学会第130回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山崎武志
2. 発表標題 偏った一部の個体群データに基づく推定育種価の精度
3. 学会等名 第17回統計遺伝育種研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎武志、武田尚人、佐々木修
2. 発表標題 乳用雌牛における最大産次数の違いが群の生涯生産性に及ぼす影響のシミュレーション
3. 学会等名 日本畜産学会第129回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎武志、西浦明子、中川智史、阿部隼人、中堀祐香、増田豊
2. 発表標題 Genetic relationships between milk fatty acids at early lactation and fertility in Holstein cows
3. 学会等名 The 74th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎武志、西浦明子、中川智史、阿部隼人、中堀祐香、増田豊
2. 発表標題 北海道ホルスタイン種雌牛における泌乳前期の乳中脂肪酸組成と繁殖性との関係
3. 学会等名 日本畜産学会第131回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎武志
2. 発表標題 多様性を考慮した種雄牛選抜について
3. 学会等名 第18回統計遺伝育種研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------