

泌乳持続性が高いホルスタイン種乳用牛群の作出とその特性の検証

岩崎駿・上野紀衣*¹・東山崎達生*¹・山崎彦樹*²・谷山浩久*²

要 約

乳用牛の生涯生産性向上を図るため、畜産試験場の母牛群に、(独)家畜改良センターが示す総合指数(NTP)上位40頭内で泌乳持続性が高い種雄牛の精液を交配し、約10年間にわたり後継牛群を作出してきた。これら牛群のデータを分析した結果、世代が進むに従い、泌乳曲線が平準化するとともに、305日乳量も高くなった。繁殖成績や乳質に影響はみられず、泌乳前期のボディコンディションスコアの変化も小さくなった。雌牛の泌乳持続性の向上は、泌乳持続性が高い種雄牛により容易に改良可能であり、改良された牛群は泌乳前期の急激な乳量増加が緩和されるため、供用年数が延長されるとともに、生涯生産性の向上が期待される。

キーワード： 遺伝的改良, 生涯生産性, 乳用牛, 乳量, 泌乳持続性

緒 言

乳用牛の改良は、主に高泌乳化を中心に生産性の向上が図られてきた。従来の高泌乳牛は、分娩後の急激な乳量増加により、栄養摂取量不足が起り、エネルギーバランスの不調に起因する代謝障害や繁殖障害等が発生し、長期不受胎や耐用年数の低下等の問題が指摘されている^{11),14)}。また、県内酪農家1戸当たりの飼養頭数は、2015年が76頭に対し、2023年は93頭となっており、酪農経営の大規模化が年々進んでいる⁷⁾。大規模化によって、乳牛の管理は個体管理から群管理へと変遷し、飼料の給与形態もTMRなどの混合飼料給与が主流となったことから¹⁵⁾、栄養管理の観点からも、個体毎のばらつきの小さい牛群への改良が必要となっている。

国内では、2000年代初頭から、新たな選抜形質として「泌乳持続性」が注目されている¹⁶⁾。泌乳持続性が高い牛は、高泌乳でありながら、泌乳曲線が平準化するため、泌乳期間を通して乳量の変動幅が小さく、エネルギー要求量の変化が小さい¹²⁾。これらの性質は、分娩後の急激な乳量の増減がないため、周産期病などに罹患しにくい牛であることを示している。近年、泌乳持続性は、乳用牛の生涯生産性の向上に寄与するものとして、国の家畜改良増殖目標¹³⁾や当県の家畜改良増殖計画⁶⁾においても改良が推奨されており、(独)家畜改良センターからも2008年から国内種雄牛の泌乳持続性の遺伝的評価値が公表されている¹¹⁾。泌乳持続性の遺伝率の推定値⁵⁾

は0.322であり、泌乳持続性が高い種雄牛の交配により、雌牛の泌乳持続性の改良が可能であると考えられる。当場では2013年から泌乳持続性の遺伝的評価値が高い種雄牛による牛群の改良に取り組んでおり、これまでに当場で作出された各世代牛群の泌乳持続性の特性を検証した。

試験材料および方法

1 泌乳持続性が高い牛群の作出

当場では、2013年からホルスタイン雌牛27頭を母牛群として、(独)家畜改良センターの総合指数(NTP: Nippon Total Profit)が上位40位以内で、泌乳持続性評価値が高い種雄牛の精液を人工授精してきた。授精に用いた種雄牛の泌乳持続性評価値⁵⁾は表1のとおりである。遺伝的改良の進捗を評価するため、2024年8月時点で在

表1 種雄牛の泌乳持続性評価値と搾乳に供した後継世代牛

| 種雄牛名号 | 泌乳持続性 遺伝的評価値 | 第1世代(G1) 搾乳牛頭数 | 第2世代(G2) 搾乳牛頭数 |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| HEFジヤステス材ET | 3.60 | 24 | - |
| サンクトスパ・エモジョンET | 2.06 | 1 | - |
| モングピュ SHTLソクテスET | 1.49 | - | 1 |
| カトサンダーパート | 1.48 | - | 2 |
| WHGブルストエトET | 1.34 | 1 | 4 |
| ヘカシンCCMラ・エラノ | 1.03 | - | 1 |
| モングピュブツケムミET | 0.87 | 2 | 3 |
| 総合指数上位40頭平均 (2024年2月報告) | 0.80 | - | - |

注1) 泌乳持続性の遺伝的評価値はSBV(標準化育種価)。0.00を基準として、-9.99~+9.99の範囲で表示され、数値が大きいほど泌乳持続性が高いことを示す。

2) 記載の種雄牛における泌乳持続性評価値の信頼度(%R)は、全て99%。

3) 搾乳牛頭数は、各世代の産子のうち、搾乳に供した牛の実頭数。

4) 総合指数上位40頭平均は、『乳用種雄牛評価成績』(一社)家畜改良事業団、2024年2月)より引用。

(連絡先) 大家畜部

*1 肝属家畜保健衛生所

*2 北薩地域振興局農林水産部農政普及課

籍する後継世代の搾乳牛群における推定育種価を調べた。

2 供試牛と飼養管理

1により作出した後継世代牛のうち、搾乳に供した母牛群(G0群)21頭、第1世代牛群(G1群)28頭、第2世代牛群(G2群)11頭を供試牛とした。泌乳期間が305日に満たない産次データと、乾乳期間が120日以上産次データは除外した。場内では、搾乳牛を常時20頭~25頭程度飼養し、搾乳は24時間訪問可能な搾乳ロボットシステム(ロボット)で行った。飼料給与は、ロボット訪問時に給与される配合飼料と、ストール内で2~3回/日給与される部分的混合飼料とした。一日の乾物摂取量は18.3~21.3kg、TDNが67.0~69.1%、CPが13.6~15.5%、NDFが35.1~40.2%で設計した。

3 調査項目

調査項目は産次毎に各世代を比較した。

(1) 泌乳持続性および生乳生産性

Woodの泌乳曲線モデルを用いて、1,2産について、各世代牛群の泌乳曲線を推定した¹⁸⁾。従来の高泌乳牛の参考モデル(北海道)として、初産牛群では305日乳量が9,000kg台の泌乳曲線を示し、2産牛群では11,000kg台の泌乳曲線を示した³⁾。各世代牛群それぞれについて、泌乳持続性に関わる項目として、60日目乳量、240日目乳量、最高乳量、最高乳量到達日数を、生乳生産性に関わる項目として305日乳量を求めた。各項目については、個体の日乳量の推移にWoodの泌乳曲線モデルをあてはめ、乳量の変動を平準化したうえで、推定した泌乳曲線から算出した。泌乳持続性の評価値は240日目乳量と60日目乳量から算出し⁴⁾、育種価ではない実測の表型値とした。

(2) 繁殖成績

産次ごとに、各世代牛群の分娩間隔を調査した。

(3) 泌乳期間中の乳成分の推移

乳脂率、乳蛋白質率、無脂固形分率、体細胞数リニアスコア、乳中尿素窒素(MUN)、P/F比を、分娩後30日、60日、90日、120日、150日、180日、240日、270日、300日に測定した。体細胞数リニアスコアは生乳1mlあたりの体細胞数の対数変換値であり、P/F比は乳蛋白質率と乳脂率の比率である。

(4) ボディコンディションスコア(BCS)および体重の推移

分娩後0日、30日、60日、90日、120日、150日、180日、240日、270日、300日のBCSを測定した。BCSの

測定にはFergusonのUV法を用いた⁹⁾。分娩後0日、30日、60日、90日、120日、150日、180日、240日、270日、300日、乾乳日の体重をロボット搾乳時のデータから得た。

4 統計解析

統計解析用プログラミング言語ソフトRおよびその開発環境であるRStudioを用い、泌乳曲線の推定と泌乳持続性の項目および305日乳量の算出を行った。有意差検定にはMicrosoft ExcelアドインソフトStatcel4を用いた。3群の場合はKruskal-Wallis検定を行った後、有意と判定された場合にはSteel-Dwass法で、2群の場合はMann-WhitneyのU検定で泌乳持続性に関わる項目及び生乳生産性に関わる項目を解析した。Kruskal-Wallis検定で分娩間隔、Mann-WhitneyのU検定で乳脂率、乳蛋白質率、無脂固形分率、MUN、体細胞数リニアスコア、P/F比、BCS、体重の変化を解析した。いずれの解析も有意水準5%未満を有意差ありと判定した。

結果

1 泌乳持続性が高い牛群の作出

2013年から泌乳持続性が高い種雄牛の精液を人工授精した結果、2024年8月31日現在、G1群を34頭、G2群を27頭、第3世代牛群(G3群)を15頭作出している(表2)。搾乳牛としてG1群8頭、G2群11頭、G3群2頭が在籍し、これらの泌乳持続性の推定育種価の平均は、県内や北海道の平均を大きく上回った(表3)。

表2 場内で生産された泌乳持続性牛群の推移(年次)

| 世代 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-----|------|------|------|------|---------|------|------|
| G0群 | 24 | 2 | — | 1 | — | — | — |
| G1群 | 1 | 6 | 5 | 8 | 7 | 2 | 2 |
| G2群 | — | — | — | — | 1 | 2 | 4 |
| G3群 | — | — | — | — | — | — | — |
| 世代 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024(注) | 計 | |
| G0群 | — | — | — | — | — | 27 | |
| G1群 | 1 | 1 | 1 | — | — | 34 | |
| G2群 | 5 | 11 | 1 | 3 | — | 27 | |
| G3群 | — | 2 | 2 | 3 | 8 | 15 | |

注) 2024年8月31日時点

(単位:頭)

表3 2024年8月時点に在籍する後継世代牛群の泌乳持続性推定育種価

| 牛群 | 泌乳持続性推定育種価 |
|------|------------|
| 後継世代 | +1.49 |
| 県内 | +0.45 |
| 北海道 | +0.49 |
| 全国 | +0.47 |

注1) 家畜改良事業団発行『牛群改良情報 2024-8月』より引用。

2) 後継世代牛群はG1群8頭、G2群11頭、G3群2頭の計21頭。

表4 産次ごとの各世代牛群における泌乳持続性および生乳生産の評価指標

| 産次 | 世代 | 頭数 (頭) | 60日目乳量 (kg) | 240日目乳量 (kg) | 泌乳持続性評価値 | 最高乳量 (kg) | 最高乳量到達日数 (日) | 305日乳量 (kg) |
|----|-------|--------|-------------|-------------------------|------------|------------|--------------------------|-----------------------------|
| 初産 | G0群 | 20 | 29.6 ± 6.9 | 26.3 ± 4.4 ^a | 96.7 ± 4.4 | 30.4 ± 6.5 | 123.4 ± 82.0 | 8,453 ± 1,547 ^{ab} |
| | G1群 | 25 | 29.5 ± 5.9 | 27.9 ± 4.8 ^a | 98.4 ± 4.6 | 31.5 ± 5.5 | 151.4 ± 86.2 | 8,661 ± 1,438 ^a |
| | G2群 | 10 | 32.7 ± 2.7 | 31.6 ± 2.7 ^b | 98.9 ± 2.1 | 34.4 ± 3.3 | 122.9 ± 55.9 | 9,723 ± 732 ^b |
| | 高泌乳牛群 | - | 34.5 | 28.8 | 94.3 | 34.7 | 50 | 9,411 |
| 2産 | G0群 | 16 | 36.3 ± 5.8 | 25.5 ± 3.9 | 89.1 ± 5.7 | 36.6 ± 5.9 | 61.7 ± 19.3 | 9,220 ± 1,206 |
| | G1群 | 20 | 37.3 ± 6.2 | 29.2 ± 5.0 | 91.9 ± 4.8 | 37.7 ± 6.1 | 73.6 ± 42.8 | 9,991 ± 1,544 |
| | G2群 | 5 | 41.0 ± 5.3 | 31.8 ± 5.6 | 90.8 ± 2.3 | 41.1 ± 5.2 | 52.0 ± 8.1 | 10,964 ± 1,644 |
| | 高泌乳牛群 | - | 44.8 | 32.4 | 87.6 | 45.6 | 40 | 11,399 |
| 3産 | G0群 | 10 | 38.8 ± 5.7 | 26.7 ± 5.1 | 87.9 ± 5.4 | 39.1 ± 5.9 | 56.6 ± 19.0 ^a | 9,759 ± 1,412 |
| | G1群 | 16 | 38.8 ± 5.3 | 30.7 ± 4.7 | 91.9 ± 4.2 | 39.5 ± 4.9 | 78.3 ± 24.8 ^b | 10,417 ± 1,369 |
| | 高泌乳牛群 | - | 45.9 | 31.5 | 85.6 | 46.6 | 40 | 11,406 |
| 4産 | G0群 | 3 | 39.7 ± 4.8 | 27.1 ± 6.7 | 87.4 ± 4.9 | 41.0 ± 4.7 | 62.6 ± 34.3 | 9,935 ± 1,543 |
| | G1群 | 7 | 40.7 ± 4.6 | 30.4 ± 4.6 | 89.6 ± 5.1 | 41.3 ± 4.5 | 70.9 ± 22.0 | 10,624 ± 1,163 |
| | 高泌乳牛群 | - | 45.9 | 31.5 | 85.6 | 46.6 | 40 | 11,406 |

注1) データは平均±標準偏差

2) 同産次における各群の異符号間に有意差あり(a,b : p<0.05).

3) 泌乳持続性評価値 = 分娩後240日乳量 - 60日乳量 + 100

4) 高泌乳牛群の参考値として、305日乳量が初産牛群は9,000kg台、2産牛群は11,000kg台、3産以上は11,000kg台である北海道の牛群のデータを示す³⁾.

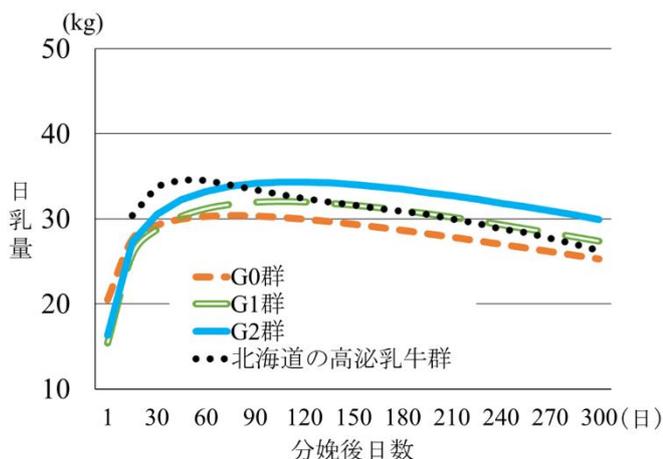


図1 初産における各世代牛群の泌乳曲線

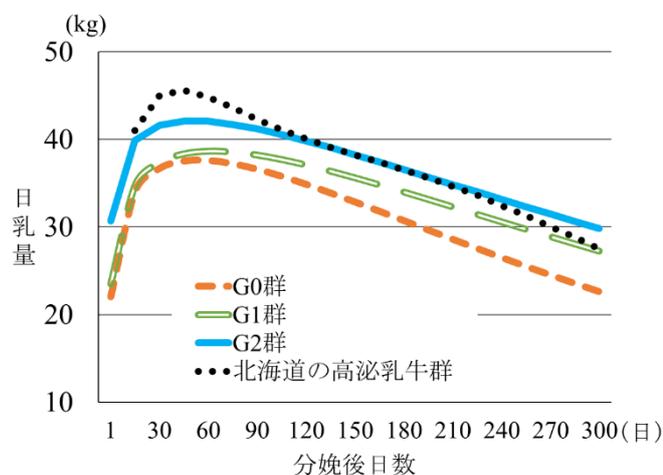


図2 2産における各世代牛群の泌乳曲線

2 生乳生産性および泌乳持続性の評価値

産次ごとの各世代牛群の60日目乳量、240日目乳量、泌乳持続性評価値、最高乳量、最高乳量到達日数及び305日乳量を表4に示した。また、推定した各世代牛群(G0群、G1群、G2群)の初産及び2産の泌乳曲線を図1、2に示した。

各産次データが得られた供試牛の頭数は、初産でG0群20頭、G1群25頭、G2群10頭、2産でG0群16頭、G1群20頭、G2群5頭、3産でG0群10頭、G1群16頭、4産でG0群3頭、G1群7頭であった(表4)。

初産における60日目乳量はG1群<G0群<G2群、最高乳量到達日数はG2群<G0群<G1群となったが、それら以外のすべての項目でG0群<G1群<G2群となり、特に240日目乳量にはG0群とG2群、G1群とG2群の間に有意差がみられ、305日乳量にはG1群とG2群の間に有意差がみられた(p<0.05)(表4)。泌乳曲線は世代とともに上方へ押し上がり、高泌乳牛モデルと比べてもピーク以降の乳量低下は小さかった(図1)。2産における最高乳量と305日乳量はG0群<G1群<G2群となり、改良世代が進むとともに向上した(表4)。泌乳持続性評価値はG0群<G2群<G1群、最高乳量到達日数はG2群<G0群<G1群となったが、泌乳後期の乳量指標である240日目乳量についてはG0群<G1群<G2群であり、泌乳後期の乳量自体は、世代が進むことにより増加した。一方、G2群の実頭数は現在5頭であるため、頭数が揃っ

た段階での評価が待たれる。泌乳曲線は世代が進むとともに上方へ押し上がった(図2)。また、高泌乳牛モデルと比べて、G2群は泌乳ピークが低く、その後の乳量低下も緩やかであった。3産では、60日目乳量以外のすべての項目がG0群<G1群であり、最高乳量到達日数ではG0群とG1群の間に有意差がみられた(p<0.05)(表4)。4産において、G0群とG1群の実頭数はそれぞれ3頭、7頭と少ないものの、すべての項目でG0群<G1群となる傾向を示した(表4)。

3 繁殖成績

G0群、G1群、G2群の分娩間隔の平均値はそれぞれ460日、464日、444日となり、世代間で有意差は見られなかった(表5)。

表5 各世代牛群の分娩間隔

| 世代 | 延べ分娩件数 (2~5産, 件) | 分娩間隔 (日) |
|-----|---------------------|-------------|
| G0群 | 48 | 460 ± 108 |
| G1群 | 67 | 464 ± 109 |
| G2群 | 10 | 444 ± 49 |

注) 分娩間隔は平均±標準偏差

4 泌乳期間中の乳成分の推移

G1群、G2群における分娩後日数毎の乳成分の推移を図5~10に示した。G0群の乳成分データは取得していない。牛群間において、乳脂率、乳蛋白質率、無脂固形分率、MUN、P/F比は、分娩後同じ日数での有意差は認められなかった。体細胞数リニアスコアは、分娩後150日目および210日目それぞれG2群がG1群より低値を示した(p<0.05)。

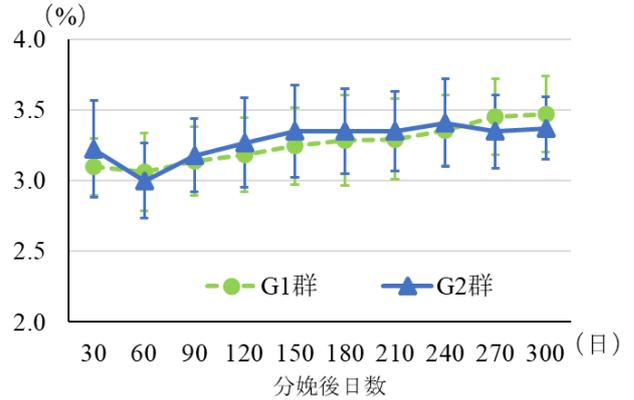


図6 乳蛋白質率の推移

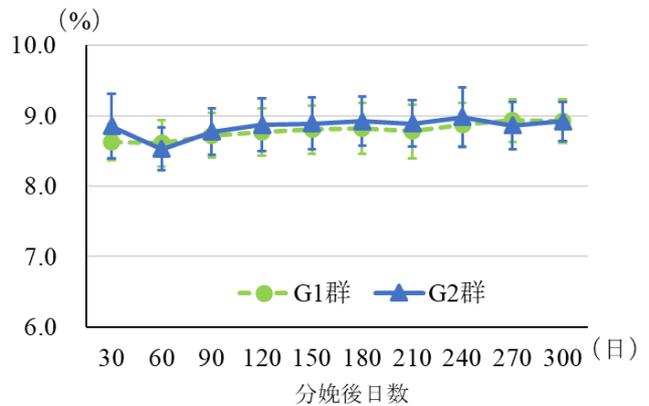


図7 無脂固形分率の推移

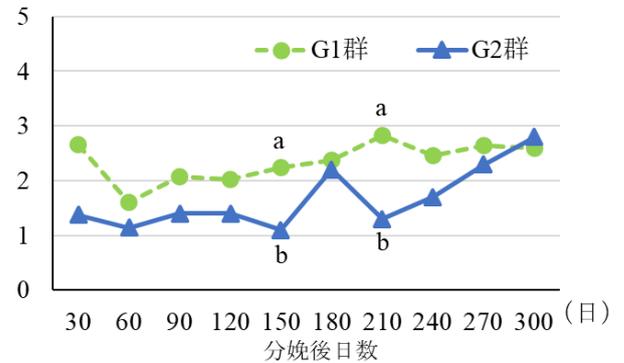


図8 体細胞数リニアスコアの推移

注) 同一日数の異符号間に有意差あり

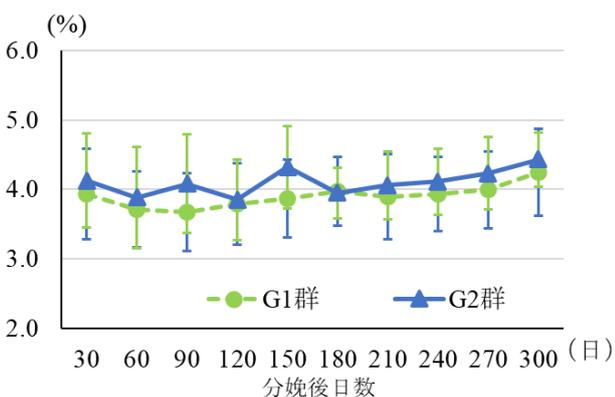


図5 乳脂率の推移

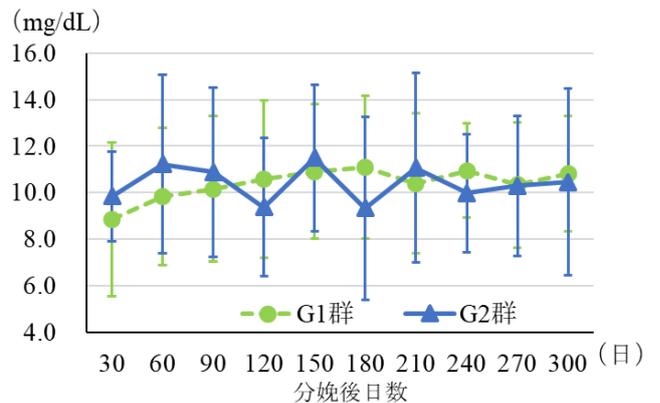


図9 MUNの推移

考 察

Togashi ら¹⁷⁾は、国内の乳牛について、初産牛は他の産次と比べて泌乳持続性が高く、ピーク以降の乳量低下が最も少ないと報告している。今回の結果においても泌乳持続性の評価値は、同一世代牛群において初産で最も高く、泌乳曲線も2産と比べてなだらかであることが確認された。また、Muir ら¹⁰⁾は、泌乳持続性と最高乳量到達日数の遺伝相関は高く、泌乳持続性が大きいほど、最高乳量到達日数が遅れることを報告している。最高乳量到達日数は、すべての産次でG0群<G1群であり、3産次では有意差が見られたことから、泌乳持続性の改良効果が表れたことが確認された。G1群とG2群ではG1群>G2群となったが、他の牛群と比べてG2群の供試数が少ないことから、今後のデータの蓄積が必要である。Togashi ら¹⁷⁾は、初産よりも泌乳持続性が低い2産および3産次の方が泌乳持続性の遺伝率が高く、育種改良による泌乳持続性向上の可能性が高いことを示している。今後、G2群の3, 4産の泌乳データが蓄積してくると、それらの泌乳曲線はさらに平準化すると思われる。

繁殖成績において、泌乳持続性牛群は従来の高泌乳牛の泌乳モデルと異なり、分娩後の急激な乳量増加に起因する負のエネルギーバランスが小さく、卵巣機能の早期回復と高い受胎性が期待できる¹⁾。本研究では明らかな繁殖成績の変化は見られなかった。これはG0群が元々高泌乳牛群ではなく、分娩直後の泌乳による体への負担が小さかったためと考えられる。乳中の体細胞は、主に炎症反応時に血液から乳中に浸潤する白血球であり、体細胞数は乳房炎に罹患すると増加する⁸⁾。体細胞数は、分母である測定時の乳量に影響を受けることから、泌乳最盛期に低く、乳量が低下する泌乳後期に高くなることが報告されている^{19), 20)}。また、山崎ら²⁰⁾は、泌乳持続性が高い牛は、乳量の多少を補正しても泌乳中後期の体細胞数が低かったと報告している。今回、体細胞数リアスコアについて、泌乳中期の一部を除き有意差は認められなかったものの、G2群はG1群より全泌乳ステージを通して低く推移した。これは、G2群の乳量が増加したことに加え、泌乳持続性の向上により乳量の減少幅が小さくなった影響が考えられた。一方で、その他の乳成分値はG1群およびG2群ともに泌乳ステージを通して大きな変動はみられず、泌乳持続性が向上したことによる乳質への影響は少ないと思われる。BCSは体脂肪の蓄積量を表す指標であり、中長期的なエネルギー状態を反映する⁹⁾。2017年に設定されたBCSの目標値は、泌乳開始後の最大低下幅を0.75~1.0としており¹¹⁾、G1群、G2群ともにこの目標値を大幅に下回った。体重も周産期を

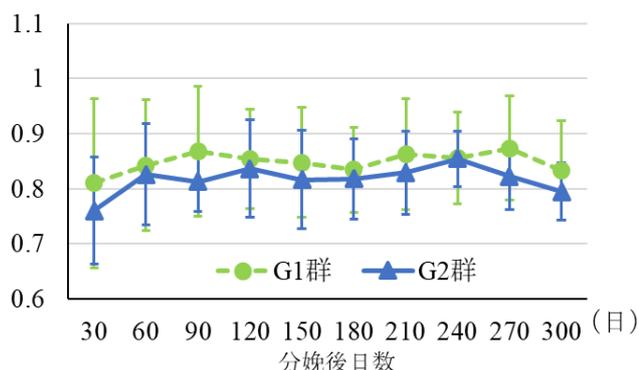


図10 P/F比の推移

5 ボディコンディションスコア (BCS) および体重の推移

G1群、G2群におけるBCSおよび体重の推移を図11、12に示した。G0群のBCSと体重のデータは取得していない。泌乳開始後(分娩0日~90日間)のBCSの最大低下幅は、G1群が-0.17、G2群が-0.31であった。体重の最大低下幅は、分娩0日~30日でG1群が-16.6kg、G2群が-31.1kgであった。それ以降はどちらの牛群も体重が乾乳まで増加した。

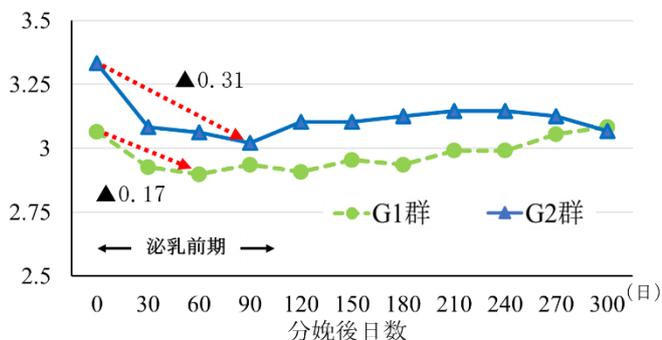


図11 BCSの推移

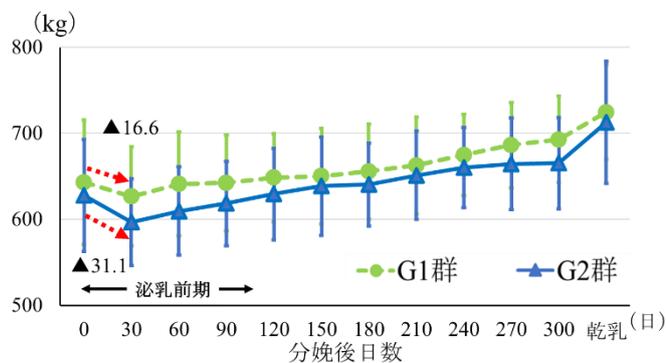


図12 体重の推移

除いて乾乳までなだらかに増加した。これらのことから、泌乳持続性牛群は泌乳による消耗が小さいと考えられた。

2014年の都府県の平均除籍産次は、低泌乳牛で3.7産、高泌乳牛で3.1産であり¹⁴⁾、高泌乳牛ほど耐用年数が短くなる傾向にある。一方で、泌乳持続性が改良された牛は、一般的な高泌乳牛と同等な乳量を期待できるとともに、負のエネルギーバランスが軽減されることで、耐用年数が延長し、生涯生産性の向上につながると期待される。また、泌乳持続性が高く、乳量変化の小さい牛群は、個体ごとの栄養要求量の差が小さくなることから、大規模化に伴う群管理に適している。早坂ら²⁾は、泌乳持続性が高い牛群は、一乳期1種類のTMRの給与が可能のため、給餌作業の省力化や濃厚飼料の削減が可能としており、自給粗飼料の利用増加に寄与している。

山崎ら²¹⁾は、泌乳持続性が高い牛群は、通常の牛群が乾乳に入る時期でも乳量が高く維持されることから、現在の推奨値である「乾乳2か月、1年1産」に縛られない搾乳計画や繁殖管理が可能であるとしている。泌乳持続性の改良により、搾乳期間の延長とともに生涯生産乳量の増加が期待できる。一方、泌乳持続性が高い牛群で生涯生産効率を最大化するための最適な初回授精開始時期の検討も今後の課題である。

昨今、飼料価格の高騰をはじめとした生産コストの上昇により、酪農経営は厳しい状況にある。当県では、酪農の生産基盤縮小に対する取り組みとして、規模拡大に伴う施設整備への投資やスマート畜産の推進などを図っている⁶⁾。一方、泌乳持続性の遺伝的改良は、時間が掛かるが、種雄牛の評価値を参考に精液を選ぶだけで改良が可能である。この改良は金銭的負担の少ない取り組みでありながら、酪農経営の収益性に大きく貢献することが期待される。当県では引き続き、泌乳持続性の改良による収益性向上を目指した後継世代牛群を作出するとともに、世代とともにそれらの特性がより明らかになることを確認していきたい。

引用文献

- 1) 早坂貴代史 2014. 泌乳持続性改良による泌乳牛の省力飼養管理技術の確立 (3), 養賢堂 68:1200-1203
- 2) 早坂貴代史 2015. 泌乳持続性を活用したTMR1種類のみの給与による泌乳牛群の栄養管理技術の紹介～濃厚飼料削減効果で自給粗飼料の利用を増やす～, 牧草と園芸 63 (4) :21-24
- 3) 北海道酪農検定検査協会 2011. 乳牛の泌乳曲線 (北海道) ver2.0.0.
<https://www.hmrt.or.jp/download/%e2%85%b2-%e3%80%90%e5%ae%8c%e5%85%a8%e7%89%88%e3%80%91>
- 4) 家畜改良センター 2009. 乳用牛評価報告, 独立行政法人家畜改良センター, 福島県 29:13
- 5) 家畜改良事業団 2024. 乳用種雄牛評価成績 2024-2月, 一般社団法人家畜改良事業団, 東京.2-3,15-16
- 6) 鹿児島県農政部畜産振興課 2021. 鹿児島県酪農及び肉用牛生産近代化計画及び鹿児島県家畜改良増殖計画・鶏の改良増殖計画 57
- 7) 鹿児島県農政部畜産振興課・家畜防疫対策課 2024. かごしまの畜産 令和5年度版, 15-16
- 8) 河合一洋・大林 哲監修 2014. Mastitis control II, 第2版, 十勝乳房炎協議会, 北海道.2-3
- 9) 水谷尚 2018. これから始める人のための代謝プロフィール試験講座 第3回 ボディーコンディションスコアとは①, LIAJ News 168:2-5
- 10) Muir, B. L., Fatehi, J., and Schaeffer, L. R. 2004. Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of dairy science* 87: 3029-3037
- 11) 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構編 2017. 日本飼養標準・乳牛 (2017年版), (公社) 中央畜産会, 東京. 68-76, 178-183
- 12) 農林水産省 2019. 乳用牛の改良増殖をめぐる情勢, 24
https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_katiku/at tach/pdf/nyuuyougyuu-19.pdf
- 13) 農林水産省生産局畜産部畜産振興課 2020. 家畜改良増殖目標, 5
- 14) 乳用牛ベストパフォーマンス実現会議 2015. 乳用牛のベストパフォーマンスを実現するために, 4-6, 15, 24
- 15) 杉野利久 2023. 乳牛の周産期の栄養生理, 臨床獣医 41:18-22
- 16) Togashi, K., and Lin, C. Y. 2003. Modifying the lactation curve to improve lactation milk and persistency. *Journal of Dairy Science* 86:1487-1493
- 17) Togashi, K., Lin, C. Y., Atagi, Y., Hagiya, K., Sato, J., and Nakanishi, T. 2008. Genetic characteristics of Japanese Holstein cows based on multiple-lactation random regression test-day animal models. *Livestock Science*,114(2-3) :194-201

- 18) Wood, P. D. P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216:164-165
- 19) Yamazaki, T., et al. 2013. Genetic correlations between milk production traits and somatic cell scores on test day within and across first and second lactations in Holstein cows. *Livestock Science*, 152:120-126
- 20) 山崎武志・武田尚人・山口茂樹・田鎖直澄 2019. 乳用雌牛における乳量および泌乳持続性水準と乳中体細胞数との関係. *日本畜産学会報* 90:13-21
- 21) 山崎武志・武田尚人・萩谷功一・山口諭・久保田哲史・田鎖直澄 2021. 様々な空胎日数および乾乳期間における乳量, 仔牛生産および泌乳持続性の違いを考慮した乳用牛生涯生産効率のシミュレーション, *日本畜産学会報* 92:75-82

Genetic Improvement of Productivity of Dairy Cows Using High Lactation Persistency Sires: A Verification of Their Traits

Shun Iwasaki, Kie Ueno, Tatsuki Touyamasaki, Genki Yamasaki and Hirohisa Taniyama

Summary

In order to improve the lifetime productivity of dairy cows, herds of Holstein dairy cows were bred over approximately 10 years using semen from bulls ranked within the top 40 on the Nippon Total Profit (NTP) index and selected for high lactation persistency. These improved herds showed significantly higher milk yields at 240 days in milk (late lactation) and progressively flatter lactation curves across successive generations. The 305-day milk yields also increased with each successive generation. Reproductive performance and most aspects of milk quality were not significantly affected, and the body condition score (BCS) after the start of lactation remained stable. These results suggest that improving the dairy cattle by selecting sires for lactation persistency can reduce the depletion caused by lactation, extend the productive life, increase milk production, and consequently improve lifetime productivity.

Keywords : dairy cow, genetic improvement, lactation persistency, lifetime productivity, milk yield