

# 放牧推奨種雄牛について

2023年8月より当団ブルブックやホームページ内の種雄牛情報にて、放牧にオススメの種雄牛に「放牧推奨」アイコンを表示しています。このアイコンは帯広畜産大学 萩谷研究室との共同研究により完成しました。

なぜこの体型形質が条件として設定されているのか、なぜこの範囲なのか、疑問に思っている方もいらっしゃるのではないのでしょうか？このアイコンが完成するまでの経緯を萩谷先生より解説いただきます。

帯広畜産大学 生命・食料科学研究部門 准教授 **はぎや こういち 萩谷 功一**

- 1993年 帯広畜産大学 家畜生産科学科 卒業  
株式会社十勝家畜人工授精所
- 1998年 帯広畜産大学大学院 畜産学研究科家畜管理学専攻 修士課程修了
- 2001年 岩手大学連合大学院 連合農学研究科生物生産学専攻 博士後期課程修了  
日本ホルスタイン登録協会北海道支局
- 2004年 独立行政法人家畜改良センター
- 2011年 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 主任研究員
- 2015年 現職

2023年8月評価より、ジェネティクス北海道の乳用種雄牛パンフレットに「放牧推奨」アイコンが導入されました。当研究室では過去数年にわたり、タイストール、フリーストール、放牧主体の各飼養形態に適する乳用牛の特徴の把握、ならびにそのような雌牛を生産するための改良方法について研究を続けてきました。ここでは、種雄牛選択において、放牧に適する乳用牛へと改良する効果が見込まれる種雄牛である「放牧推奨種雄牛」を判別するための「放牧推奨」アイコンについて解説します。



## はじめに

1989年に種雄牛の遺伝的能力評価値が発表されて以降、当初から改良対象とされてきた泌乳能力に加え、多くの体型形質、管理形質、長命性形質、繁殖あるいは健全性に関わる形質など、乳用牛の改良に必要とされるさまざまな遺伝評価値が公表されてきました。これらの多くは、国内の平均的な飼養環境を想定してプラスあるいはマイナスの記号とともに表示されています。実際のところ、国内の施設の多くはタイストールまたはフリーストール(フリーバーンを含む)であるため、それらの飼養形態を想定した数値です。

しかし、それぞれの飼養形態に適する雌牛の特徴(能力、体型など)がいくぶん違う可能性があります。そこで、農研機構北海道農業研究センター、北海道酪農検定検査協会、日本ホルスタイン登録協会との共同研究により、飼養形態(タイストール、フリーストール、放牧主体)に適する乳牛に関する調査が実施されました。その結果、タイストールとフリーストールに適する乳牛が似ている一方、放牧主体の飼養形態に適する乳牛の特徴がいくぶん異なることが明らかになりました。

それらの研究結果を踏まえ、放牧主体の環境に適する雌牛へと効果的に改良できる種雄牛を明示するため、ジェネティクス北海道と帯広畜産大学の共同研究により、放牧環境で推奨できる種雄牛を明らかにし、放牧に適した種雄牛を判別するための「放牧推奨」アイコンを開発しました。

## 「放牧推奨」アイコンの開発に至る手順

各飼養形態に適する雌牛の遺伝的な特徴を把握するため、それぞれの環境において長生きする(在群期間が長い)雌牛がその飼養形態に適する雌牛である、と考えて分析を進めました。各飼養形態に適する雌牛の特徴を把握するところから「放牧推奨」アイコン開発に至るまで、以下の4つの段階を経る必要がありました。

- ①各飼養形態における各形質の遺伝的に改良すべき方向の調査
- ②各飼養形態における適切な体型得率または線形スコアに関する調査
- ③適切な体型得率またはスコアへと改良できる種雄牛に関する調査
- ④「放牧推奨」アイコンの開発と検証

ここで、①は遺伝相関と呼ばれる数値にもとづいて飼養形態別に各形質の適切な改良方向を、②は飼養形態別に最適な体型得率または線形スコアを、③は各飼養形態に適する雌牛を生産できる種雄牛の遺伝的な特徴を把握することを目的としています。④はそれらを踏まえて放牧環境に適する種雄牛を選択するための基準の開発と検証です。

## 1. 各形質の改良すべき方向

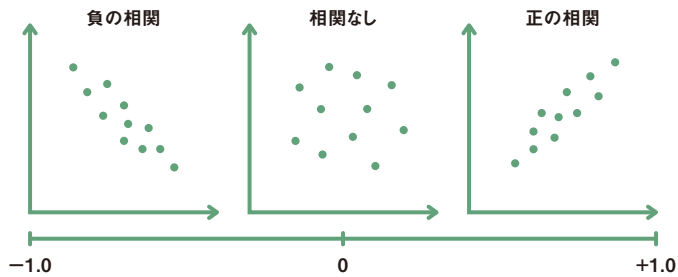
分析では、2012年に北海道酪農検定検査協会が実施したアンケート調査にもとづいて飼養形態を区分し、1993年から2008年の間に初産分娩した北海道内の雌牛について、タイストール約89千、フリーストール約126千、放牧主体約4千頭を調査対象としました。これらの雌牛について、初産分娩した個体数を100%としたとき、72ヵ月齢の雌牛の在群割合に注目すると、フリーストール(43%)、タイストール(50%)、放牧主体(59%)でした(表1)。

表1:飼養形態別の在群割合(%)

月 齢	タイストール	フリーストール	放牧主体
48	84	80	87
60	67	62	73
72	50	43	59

このことより、放牧主体でもっとも在群割合が高く、72ヵ月齢時における放牧主体とフリーストール間の在群割合が16%違うことがわかります。在群割合の違いは、各飼養形態において雌牛が受けるストレスの違いの他に、飼養頭数の制限など、各酪農家における淘汰基準の違いが影響したと考えられます。

遺伝相関とは2つの形質間の遺伝的な関係を-1.0から+1.0の数値で表現したものであり、ゼロに近いと関係が小さく、-1.0または+1.0に近いほど関係が大きいことを表します。



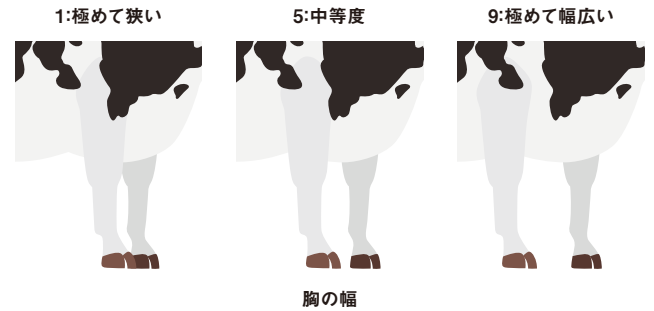
これまでの調査から、飼養形態を区分しない場合、一般在群期間との遺伝的関係は、乳量がゼロまたはややマイナス、体細胞数と胸の幅がマイナス(低いと在群期間が長い)、乳房の深さがプラス(浅いと在群期間が長い)であることが明らかにされています。各飼養形態における在群期間の長さや泌乳・体型各形質間の遺伝相関に注目すると、今回の調査でも飼養形態に関わらず体細胞数が低い個体、肢蹄の良い個体、胸の幅が狭い・肋の構造(鋭角性)が欠く個体、乳房の浅い個体ほど在群期間が長いことがわかりました(表2)。一方、乳量、胸の幅、乳房の懸垂について、放牧主体は他の飼養形態と異なる傾向を示しました。

表2: 在群期間と各形質間の遺伝相関 (Nakahoriら 2017)

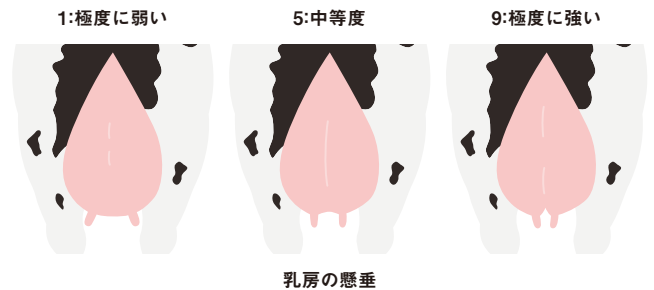
形質	タイストール	フリーストール	放牧主体
乳量	-0.03	-0.19	0.16
体細胞スコア	-0.24	-0.24	-0.28
肢蹄	0.35	0.30	0.31
胸の幅	-0.31	-0.41	0.13
肋の構造(鋭角性)	-0.24	-0.22	-0.14
乳房の懸垂	0.00	-0.05	-0.23
乳房の深さ	0.24	0.16	0.30

例えば、前述の通り、飼養形態を区別しない全体的な傾向として、在群期間と乳量の遺伝相関はゼロまたはややマイナスですが、分析結果によると放牧主体の環境においてのみ在群期間と乳量の遺伝相関がプラスです。このことは、放牧環境において乳量が高い雌牛ほど牛群に長くとどまる傾向があることを示します。

また、胸の幅に注目すると、放牧主体においてのみ胸の幅と在群期間がプラスの遺伝的関係、つまり、胸の幅が広い個体の在群期間が長い傾向にあることがわかります。タイストール、フリーストールと放牧主体の大きな違いのひとつに、主体とされる飼料の違いがあげられます。このことより、濃厚飼料主体であるタイストール、フリーストールと比較し、粗飼料主体である放牧主体の環境では、より消化器の発達が求められることから、胸の幅がある雌牛が適していると推察できます。



乳房の懸垂は乳量と関係があり、乳量が高いほど乳房が張ることから乳房間溝が浅くなり、結果として低めのスコアになります。逆に、乳量が高いと乳房がそれほど張らないことから乳房間溝が深くなり、乳房の懸垂のスコアが高めになります。放牧主体の環境は、タイストールやフリーストールと比較して乳量が高いことから、乳房の懸垂に関する飼養形態間の差異は、乳量レベルに応じて最適なスコアが違ってくることを反映した現象であると考えます。



## 2. 適切な得率またはスコア

ここまでは各飼養形態において適切な改良方向について考えてきました。次に考えるべきことは、体型について適切な得率・線形スコアを探ることです。前セクションにおいて飼養形態ごとに改良すべき方向が異なることが明らかになった胸の幅、乳房の懸垂の他に、本セクションにおける適切な体型得率・スコアに関する調査結果から飼養形態間で異なる傾向を示した肢蹄得率と肋の構造(鋭角性)を加えた特徴的な傾向を示した4形質について、在群期間と体型得率または線形スコアの関係を図1に示しました。

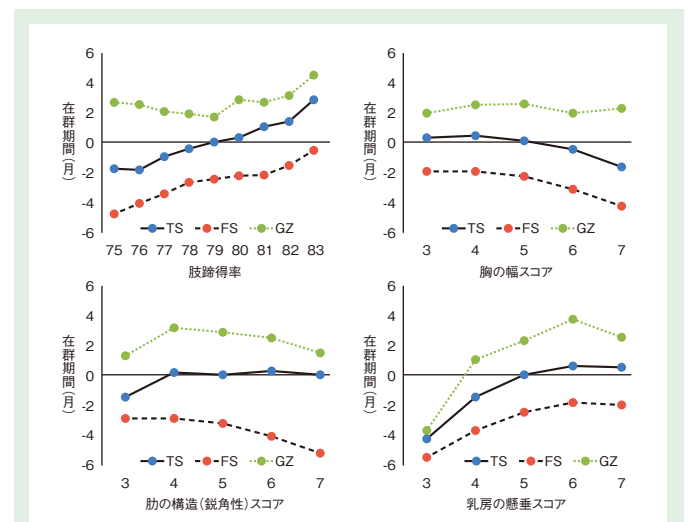
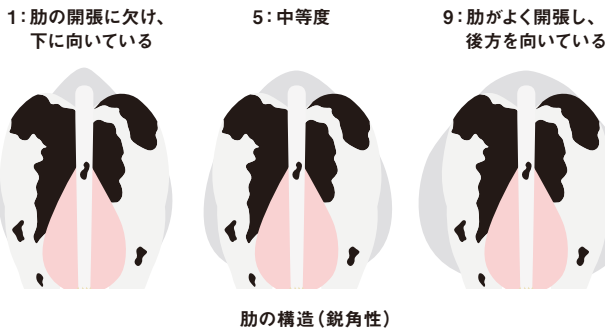


図1: 肢蹄得率と在群期間の関係 (長坂ら 2022)  
TS=タイストール、FS=フリーストール、GZ=放牧主体  
※在群期間は平均をゼロとして表示

肢蹄に注目すると、肢蹄得率が高いほど在群期間が長いことがわかります。ところが、タイストール・フリーストールにおいて得率が低いほど在群期間が短くなる一方、放牧主体では79以下の得率で一定です。分析前、我々は、放牧主体の環境において、雌牛が常に移動しながら採食することから、肢蹄の影響はフリーストールと同様に重要であろうと予想していました。ところが調査結果から、タイストールやフリーストールと比較し、放牧主体の環境は肢蹄への負担が小さく、肢蹄の得率が比較的低くても淘汰に至らないことが多いことがわかりました。その原因について、放牧環境はやわらかい牧草地を移動すること、足元に糞尿が少なく、清潔な環境が多いことがあげられます。いずれにしても、肢蹄の得率が高いほど好ましいことは各飼養形態共通ですが、放牧環境において、フリーストールやタイストールほど肢蹄に対して神経質になる必要はなさそうです。

胸の幅に注目すると、タイストールとフリーストールではスコアが高いほど在群期間が短くなりますが、放牧主体で低下傾向は認められません。

また、放牧主体において、肋の構造(鋭角性)で4、つまりタイストールやフリーストールと比較して低めのスコアが望ましいこと、乳房の懸垂で6が最大であり、7で低下する傾向があります。乳房の懸垂スコアが3である場合、飼養形態に関わらず在群期間が大きく低下することがわかります。



### 3. 適切な線形スコアへと改良できる種雄牛

放牧主体の環境において、在群期間が長い雌牛へと改良できる種雄牛の体型標準化育種価(SBV)について調査しました(図2)。放牧主体のデータについて、胸の幅が-0.5以上、肋の構造(鋭角性)が+0.5未満、乳房の懸垂が+0.5未満であるとき、種雄牛の娘のスコアが適切な範囲になる可能性が高くなります。

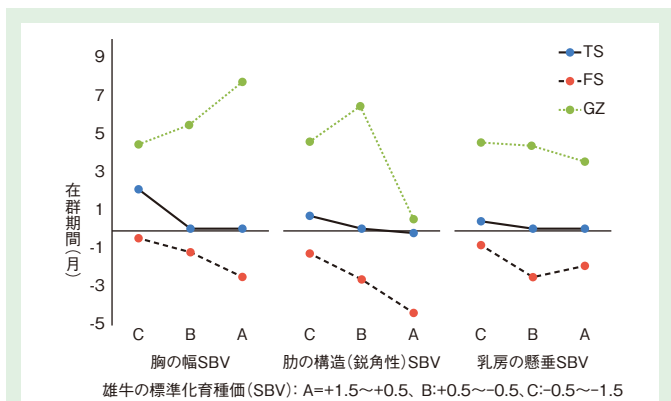
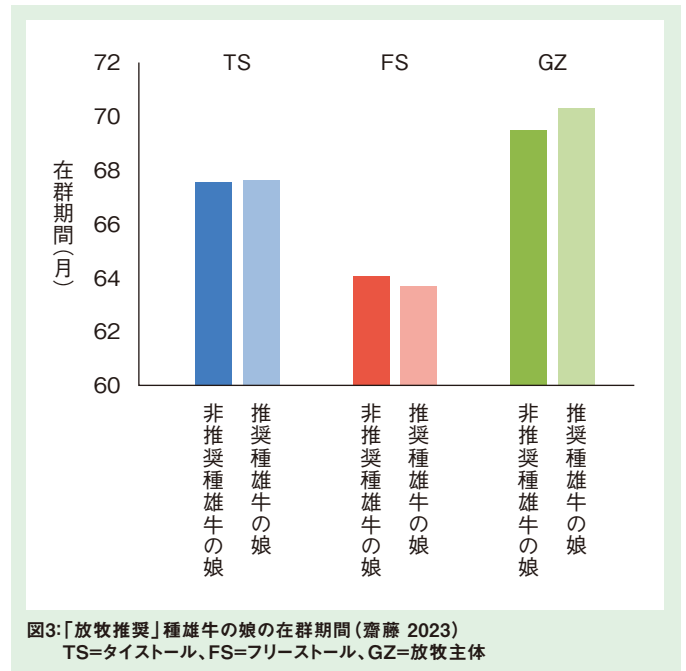


図2:種雄牛のSBVと娘の在群期間の関係(長坂 2022)  
TS=タイストール、FS=フリーストール、GZ=放牧主体  
※在群期間は平均をゼロとして表示

### 4. 「放牧推奨」アイコンの開発と検証

以上の分析より、すべての飼養環境で改良すべき方向、スコアが等しい肢蹄や乳房の深さなどを除くと、放牧環境へ適応させるために特に注目すべき体型形質は、「胸の幅」、「肋の構造(鋭角性)」、「乳房の懸垂」です。また、遺伝的改良方向に関する調査より、放牧主体の環境において乳量の遺伝的改良が望ましいことがわかっています。そこで、「胸の幅」、「肋の構造(鋭角性)」、「乳房の懸垂」、「乳量」の4形質に条件付けすることにより、放牧推奨種雄牛を選別することとしました。



放牧環境への使用が推奨できる種雄牛の条件について、上記の種雄牛に関する調査結果に加え、NTP上位にランキングされる種雄牛のSBVの分布などを考慮して条件を調整し、胸の幅SBV -0.5以上+1.5未満、肋の構造(鋭角性)SBV +1.0未満、乳房の懸垂SBV +0.5未満、乳量EBV 0kg以上としました。検証において、タイストール、フリーストールにおいて在群期間の改善が認められない一方、放牧推奨種雄牛の娘牛が放牧主体の環境で0.8ヵ月程度在群期間が向上することを確認しました(図3)。

その後、実用化を見据えた検討を進めた結果、乳房の懸垂が極端に低い場合、乳器の疾病に対する懸念が増加すること、分析対象としたデータと比較し、現在の乳量が大きく増加していることから条件を若干見直し、現在の形(胸の幅SBV -0.5以上+1.5以下、肋の構造(鋭角性)SBV +1.0以下、乳房の懸垂SBV -1.5以上+0.5未満、乳量EBV +500kg以上)で利用されるに至りました。



以下の基準をすべてクリアするもの

- 胸の幅 SBV -0.5~+1.5
- 肋の構造 SBV +1.0以下
- 乳房の懸垂 SBV -1.5 ~+0.5
- 乳量 EBV +500kg以上

## おわりに

遺伝的能力評価値が公表された当時、泌乳能力、体型形質など全体的に大幅な改善が望まれる時代でした。当時、乳量の高い雌牛ほど牛群に長くとどまる傾向があったことから、在群期間と乳量間の遺伝相関はプラスでした。その後、特に泌乳形質の遺伝的改良が進み、2000年以降、長命性と乳量間の遺伝相関がゼロまたはマイナスに転じました。この頃から、泌乳能力が一定水準を超え、泌乳形質以外の多くの形質に目を向けるべき時代になったと考えています。

これからは、泌乳能力に配慮しながらも繁殖能力など、国内全体で改良に取り組むべき形質に加え、各酪農家の飼養環境に合わせて改良すべき形質を選択すべきだと考えます。具体的には、NTPなどの総合指数の上位の中から、群管理であれば乳期中のエネルギー要求量の安定化が期待される泌乳持続性の高い種雄牛、西日本であれば暑熱ストレス耐性の高い種雄牛など、遺伝評価情報をうまく活用することで飼養環境に合わせた遺伝的改良が可能です。

「放牧推奨」アイコンもそのような選択肢のひとつとして活用されることを期待します。

## 参考文献

- 齋藤那津美. 2022.ホルスタイン種における放牧適性指標の検討. 帯広畜産大学卒業論文.
- Nakahori Y, Yamaguchi S, Abe H, Nakagawa S, Baba T, Hagiya K. 2017. Relationship between herd life and housing type in Holsteins in Japan. Book of Abstracts of the 68th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 348. Tallinn
- 長坂侑里.2022.飼養形態を考慮したホルスタイン種の体型の改良方向に関する研究.帯広畜産大学修士論文.
- 長坂侑里, 中堀祐香, 阿部隼人, 中川智史, 山口 諭, 馬場俊見, 川上純平, 山崎武志, 萩谷功一. 2022. 飼養形態を考慮した北海道のホルスタイン種の体型形質と在群期間の関係.日本畜産学会報93(5), 5-13.