牛全頭に拡大してきました。

その結果、調整交配を行うヤングサイアは、2024年度には、最大80頭（前期・後期各40頭）の計画に対し59頭、特に後期には25頭にまで絞り込まれてきました。

こうした状況も踏まえ、調整交配の時期や都道府県配分等の基本的な仕組みとSNP検査の対象等は変えずに、必要十分なデータ数を確保するための娘牛頭数等を検証し、調整交配にかけるヤングサイアの頭数と１頭当たり娘牛数を検討する予定です。（なお、これまでの１頭当たり娘牛45頭は、従来の遺伝的能力評価において泌乳形質と体型形質の評価値の信頼度を確保するために設定されたものです。）

なお、検討中となる2025年度の調整交配については、2024年度の規模を維持します。ヤングサイア頭数が、前後期でそれぞれ30頭を下回る場合には、１頭当たり45頭としている娘牛数を増やします。

関係者の皆様へ

日本は、高温多湿な環境にあり、飼料の多くを輸入に依存するなど、欧米とは異なる飼養環境の下で酪農を営んでいます。乳用牛には、日本の飼養環境に適した能力が求められています。

乳用牛改良推進協議会は、関係者の方々と連携して、日本の飼養環境に即した遺伝的能力評価値の提供と、日本の飼養環境に合った国産種雄牛の作出・活用拡大に向けた取り組みを進めてまいります。

酪農家、都道府県・団体、大学・研究機関など関係者の皆様には、引き続き、協議会の取り組みに対するご理解とご協力、ご支援をよろしくお願いいたします。

「乳用牛改良推進協議会」を検索して関連情報をご覧ください！
※家畜改良事業団のホームページ（https://liaj.lin.gr.jp/）
/関連情報/「乳用牛改良推進協議会」

乳用牛改良の取り組み

②疾病抵抗性の遺伝的能力評価を 2025-8月より開始

一般社団法人　日本ホルスタイン登録協会北海道支局　馬場　俊見
独立行政法人　家畜改良センター　大澤　剛史

疾病抵抗性の評価の必要性

疾病は酪農現場の大きな経済的損失をもたらし、酪農家が雌牛の淘汰を決断する主な理由の一つです。（一社）家畜改良事業団が発行する乳用牛群能力検定成績のまとめによると、令和５年度の牛群検定における牛群からの除籍理由のうち、疾病に起因するものが都府県で39％、北海道では48％と高い割合を占めています。わが国では経産牛の供用期間の低迷が課題としてありますが、その解決のために疾病を減らす（予防する）ためのより一層の取り組みが求められています。

乳牛改良においては、総合的改良指標のNTP（Nippon Total Profit Index）に抗乳房炎の指示指標である体細胞スコア（SCS）や長命性形質の在群能力などを組み込み、疾病を予防し長命連産性を向上するための取り組みを行ってきました。しかしながら、これらはいずれも間接指標であることから、疾病抵抗性を具体的に指し示す直接指標の公表に向けた準備が進められてきました。2025-８月より始まった疾病抵抗性の遺伝的能力評価は、乳房炎や周産期疾病を予防する新たな指標としての活用が期待されます。

農業共済組合（NOSAI）の診療データを利用

疾病抵抗性の遺伝的能力評価は、農業共済組合（NOSAI）の診療データを用いて実施します。ここで、NOSAIの診療データを用いた理由を述べると、NOSAIの家畜共済には国内の多くの酪農家が加入しており、全国規模のデータを利用できる可能性があるからです。農林水産省の統計情報によると、2023（令和５）年度における全国での家畜共済への加入割合は９割を超えています。遺伝的能力評価を行うにあたっては、疾病抵抗性に限らず、様々な地域で飼養されている多頭数の雌牛の記録を利用できるかが重要であり、この点においてNOSAIの診療データは実用性の高い情報と期待されます。また、NOSAIの診療デー

表1　疾病形質の定義および遺伝率の推定値

形質名	定義	遺伝率
乳房炎	分娩後150日以内に乳房炎を発症したかどうか	6.12%
胎盤停滞	分娩後30日以内に胎盤停滞を発症したかどうか	0.91%
産褥熱	分娩後30日以内に産褥熱、子宮炎、子宮内膜炎又は子宮蓄膿症のいずれかを発症したかどうか	0.90%
第四胃変位	分娩後60日以内に第四胃変位を発症したかどうか	1.09%
乳熱	分娩後30日以内に乳熱（低Ca血症）を発症したかどうか	1.61%
ケトーシス	分娩後60日以内にケトーシスを発症したかどうか	0.79%

タが農業保険を目的に獣医師が診断する信頼性の高い情報であることも、評価データに採用した理由の一つです。諸外国では、酪農現場からの報告に基づき疾病抵抗性の遺伝的能力評価を実施しているケースがありますが、報告漏れなどの誤差の流入を否定できません。以上のことから、NOSAIの診療データは、わが国で疾病抵抗性の遺伝的能力評価を行う上で適した情報と考えられます。

2025-8月評価から開始した疾病抵抗性の遺伝的能力評価においては、北海道、福島県、千葉県、長野県、鳥取県、岡山県そして熊本県の7道県のNOSAIより提供された合計1,700戸の酪農家の約404万記録の診療データを利用しています。それらの診療データは、事前にデータ利用の承諾を得た酪農家の情報であり、(一社)日本ホルスタイン登録協会で各NOSAIよりデータを受領し取り纏めた後、遺伝的能力評価を実施する(独)家畜改良センターに送信しています。

疾病抵抗性の遺伝的能力評価を行うためには、疾病を罹患していない（診療データに含まれない）同一牛群の雌牛の情報も追加する必要があります。その雌牛の特定は、牛群検定情報と照合して行っています。また、多くの疾病は初産よりも2産、3産と産次を重ねるにしたがって罹患率が高くなるため、遺伝的能力評価には5産までの記録を利用します。これ以上の具体的な編集方法の説明は割愛しますが、2025-8月評価には形質によって最大186万の記録を利用しています。

公表となる疾病形質と疾病抵抗性指数

2025-8月評価では、乳房炎、胎盤停滞、産褥熱、第四胃変位、乳熱ならびにケトーシスの6種類の疾病形質とそれらの疾病を効率よく改良するために疾病抵抗性指数の公表を開始しました。これらの疾病は、数ある疾病の中でも罹患率が比較的高く酪農現場の経済的損失が大きいこと、そして早期淘汰のリスク要因であるために評価対象としました。表1には疾病形質の定義を示しましたが、個々の疾病それぞれについて発症時期による条件を設けています。遺伝的能力評価では、雌牛が期間内に各疾病を罹患したかどうかによりその抵抗性を評価します。なお、産褥熱は子宮関連の疾病も考慮して産褥期における子宮内の感染症の指標として遺伝的能力評価を行いますが、産褥熱と診断された雌牛が大多数を占めることから（98%）、産褥熱の名称で評価を実施しています。表1には各疾病形質の遺伝率を併せて示していますが、0.79～6.12%の範囲にあり、多くの先行研究と同様に低い値が推定されています。

疾病抵抗性指数は乳房炎と周産期疾病の6形質を合成したものであり、以下の式により計算します。

$$\text{疾病抵抗性指数} = 0.40SBV_{\text{乳房炎}} + 0.11SBV_{\text{胎盤停滞}} + 0.14SBV_{\text{産褥熱}} + 0.20SBV_{\text{第四胃変位}} + 0.06SBV_{\text{乳熱}} + 0.09SBV_{\text{ケトーシス}}$$

ここで、SBVとは事前に推定しておいた各疾病の推定育種価を、2015年に誕生した雌牛の推定育種価を利用して平均がゼロ、標準偏差が1となるように標準化処理を行った育種価です。また、各形質のSBVに掛けている係数は、相対的重み付け値です。各形質の相対的重みの配分は、それらの罹患率と経済的損失額を基に設定しました（表2）。その重み付け値は0.06～0.40の範囲にあり（相対的重みを合計すると1になる）、酪農現場の経済的損失が最も大きい乳房炎に対して最も強い重み（0.40）を割り当てています。したがって、疾病抵抗性指数は乳房炎を強く反映した指標と捉えることができます。表2には、疾病抵抗性指数と各疾病形質の推定育種価間の相関を種雄牛と雌牛のそれぞれについて示しました。疾病形質の推定育種価は高い値ほど抵抗性が高いため、疾病抵抗性指数も同様に高い値ほど好ましい指標であり、疾病抵抗性指数と各疾病

表2　6つの疾病形質の罹患率と経済的損失の推定値、疾病抵抗性指数に与えた相対的重み、疾病抵抗性指数と各疾病形質の育種価間の相関

形質	罹患率（%）[1]	経済的損失（円/件）[2]	相対的重み	指数と育種価の相関	
				雄牛[3]	雌牛[4]
乳房炎	17.8 ～ 36.4	89,982	0.40	0.69	0.71
胎盤停滞	0.7 ～ 1.3	67,004	0.11	0.21	0.20
産褥熱	3.1 ～ 3.2	85,679	0.14	0.42	0.48
第四胃変位	1.9 ～ 4.6	158,726	0.20	0.45	0.53
乳熱	3.8 ～ 18.0	37,644	0.06	0.29	0.33
ケトーシス	2.0 ～ 4.2	56,255	0.09	0.55	0.51

1　初産～５産の記録（乳熱のみ初産を除外）
2　乳生産量の低下、空胎日数の延長、早期淘汰および診療費に生じる経済的損失から試算
3　2015年以降に誕生した963頭；4　2015年以降に誕生した163,095頭

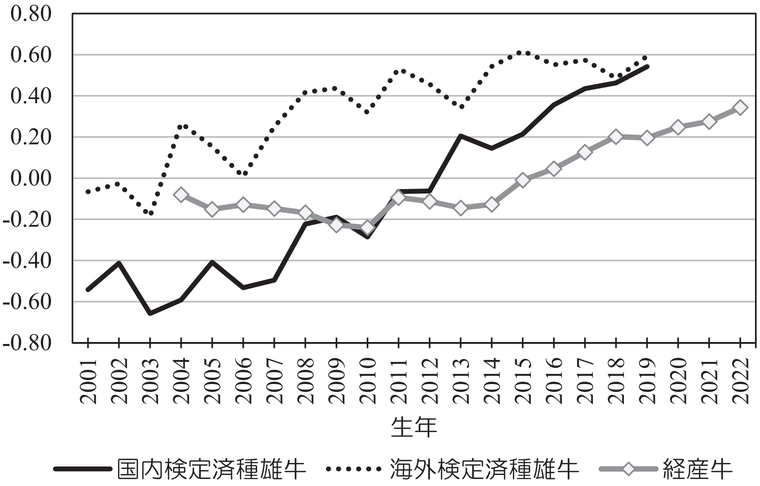

図1　疾病抵抗性指数の遺伝的トレンド

形質間には雄牛で0.21～0.69、雌牛で0.20～0.71の範囲の正の相関があります。したがって、６つの疾病形質を個々に注視するのではなく、疾病抵抗性指数を利用することで、全ての疾病の抵抗性が高まる方向へ改良が進むと期待されます。

疾病抵抗性の遺伝的能力は改善傾向

図１には、国内種雄牛、輸入精液ならびに雌牛について疾病抵抗性指数の遺伝的トレンドを示しました。近年は雌雄ともに上昇傾向にあり、疾病抵抗性の遺伝的能力が改善しています。特に、国内種雄牛の改良速度が顕著に向上しており、ここ最近は輸入精液との差が殆ど見られなくなっています。この改善をもたらした理由には、前述したSCSや在群能力などの疾病抵抗性と遺伝相関が存在する形質を考慮したNTPによる選抜が挙げられ、その結果として疾病抵抗性が高まる間接反応が生じたものと推察されます。

わが国の乳牛集団における疾病抵抗性の遺伝的能力の実態はこれまで不明でしたが、今般の遺伝的能力評価の開始により把握が可能となりました。この点においても、疾病抵抗性の直接指標による評価は非常に画期的であり、改良成果を確認する上で重要と言えます。

参考情報としての利用を推奨

疾病形質と疾病抵抗性指数の評価値は、SNP検査を行いゲノミック評価の対象となった個体（種雄牛を含む）、診療データを提供いただいた酪農家の在籍雌牛ならびにその父牛について公表されます。疾病抵抗性指数は疾病に罹患しにくい雌牛を作出するために役立つ情報ですが、以下の２点について注意し利用してください。

まず一点目は、疾病抵抗性指数の評価値の信頼度が低い点です。これは、疾病抵抗性指数を構成する各疾病の遺伝率が低く（表１）、それらの育種価自体の信頼度が低いことに起因するものです。2015年以降に誕生した国内種雄牛258頭を対象にゲノミック評価による疾病抵抗性指数の平均信頼度を計算したところ、その信頼度は42%でした。ゲノミック評価の応用により10%程度信頼度が改善していますが、泌乳形質や体型形質と比較すると十分に高い信頼度とは言えません。それゆえ、疾病抵抗性指数は改良効率が決して高い指標ではありませんので、選抜の材料として過度な重視は禁物です。

二点目として、疾病の多くが泌乳形質と遺伝的に対立関係にあるため、疾病抵抗性指数を単独利用すると泌乳能力の改良を停滞させる懸念があります。表３には、疾病抵抗性指数を利用して選抜したときの主要形質の年あたりの遺伝的改良量を試算した結果を示しました。長命性形質や繁殖形質では好ましい方向に改良が進むと期待されますが、その一方で乳量および乳成分量では低下すると予測されました。生涯生産性を高めるには泌乳能力の改良も引き続き重要ですが、疾病

表3　疾病抵抗性指数で選抜した場合の主要形質の年あたり遺伝的改良量

形質	改良量	形質	改良量	形質	改良量
乳量、kg	－36.420	体貌と骨格	－0.028	体細胞スコア	－0.043
乳脂量、kg	－0.677	肢蹄	0.007	在群能力	0.012
無脂固形分量、kg	－2.459	乳用強健性	－0.055	空胎日数、日	－0.297
乳蛋白質量、kg	－0.653	乳器	0.025	娘牛受胎率（初産）、%	0.098
乳脂率、%	0.007	決定得点	0.001	娘牛受胎率（未経産）、%	0.064
無脂固形分率、%	0.008				
乳蛋白質率、%	0.005				

抵抗性指数のみを利用した選抜はその足かせとなる可能性があります。

以上のことから、交配種雄牛を選定する材料として疾病抵抗性指数を活用する際には、NTPでまず選抜を行った後に、疾病抵抗性に優れたものを選ぶための参考情報として活用することを推奨します。これにより、泌乳能力の改良を維持しながら、疾病抵抗性を含む多くの重要な形質をバランス良く改良することが可能となります。

疾病抵抗性指数は酪農現場で有効な情報か

疾病の予防のために、疾病抵抗性指数が酪農現場で有効な情報となりうるかを確認することを目的に、牛群検定情報に含まれる疾病コードを利用した検証を行いました。この検証では、その疾病コードが「乳房炎」または「ケトーシス、第四胃変位、消化器系代謝障害、乳熱」であったものを対象にして、当該雌牛の父牛の疾病抵抗性指数との関連をそれぞれ調査しました。その結果、「乳房炎」の罹患報告がなかった雌牛では父牛の疾病抵抗性指数の平均値が0.37であり、罹患報告があった雌牛の平均値（0.25）と比較して、統計的に有意に高いことがわかりました。さらに、「ケトーシス、第四胃変位、消化器系代謝障害、乳熱」でも同様に、罹患報告がなかった雌牛でより高い平均値が得られました。以上の結果から、疾病抵抗性指数を考慮した改良は疾病の予防効果があり、疾病に罹りにくい雌牛の作出に寄与することが示唆されました。

最後に

遺伝的能力評価が開始したばかりですが、解決すべき課題がまだ残されています。まず、酪農現場における疾病抵抗性指数の利便性を高めるために、NTPに疾病抵抗性指数を組み込むことを早急に進める必要があります。NTPの見直しに係る検討は既に行っており、2026-2月評価に新しいNTPを公表するための準備を進めているところです。また、疾病形質と疾病抵抗性指数の遺伝的能力評価の精度向上のための取り組みも重要な課題です。これまで述べてきた通り、現行の遺伝的能力評価には7道県の診療データを利用していますが、更に多くの地域のデータを評価に利用できるよう関係団体と連携しながら、データ収集体制を検討することが必要です。

謝辞

疾病抵抗性の遺伝的能力評価は、診療データの利用に快諾いただいた酪農家の皆様と7道県のNOSAIをはじめ多くの関係団体のご協力により実現することができました。また、疾病抵抗性の遺伝的能力評価に関する研究開発と診療データの収集は(一社)日本ホルスタイン登録協会が令和2年度日本中央競馬会畜産振興事業「乳用牛生産性長命連産性の遺伝改良研究事業」および令和5年度同畜産振興事業「乳用牛ゲノミック選抜の推進強化研究事業」により実施しました。ここに謝意を表します。