

国際評価への参加、検定日モデル導入経て ゲノミック評価の公表へ

日本のホルスタイン改良の歩み(その2)

帯広畜産大学生命・食料科学研究部門准教授 萩谷 功一

2003年、日本はアジアで初めて種雄牛の国際評価組織であるインターブルへの参加を果たした。その後もカナダやアメリカの動きを受け、検定日モデル、ゲノミック評価という新たな遺伝評価法を導入している。今回は2000年代以降の日本のホルスタイン改良の歩みを取り上げる。

国内種雄牛の高い能力証明されるも 輸入精液のシェアが拡大 (2003~09年)

人工授精用に凍結精液のストローが利用されるようになって以降、優れた種雄牛の凍結精液は国際的に流通するようになった。しかし遺伝資源の輸入国において、海外で高く評価された種雄牛から生産された娘牛が期待したほどの成績を残さないことが指摘されるようになった。

例えば、北米の種雄牛が南米やアジアの暑熱環境で力を発揮しない、季節繁殖と放牧環境で飼養されるニュージーランドで高く評価された種雄牛が他国で活躍しない、といったことは容易に想像できるであろう。飼養環境の変化に適応できなかったことが主な原因だろうが、日本も例外ではなく、アメリカでトップクラスの評価を受けた種雄牛の娘が期待したような成績を残さないことも多かった。

こうした背景から、それぞれの国の環境で活躍できる種雄牛をランキングするような国際評価が徐々に望まれるようになり1994年、スウェーデンに事務局を置く国際組織であるインターブルによって種雄牛の国際評価が開始された(表1)。ここで重要な点は、インターブルが特定の国でなく、国際評価参加国の共同出資で運営されるため、公平な遺伝評価を行えることである。

当初、泌乳形質だけであった国際評価はその後、体型、健全性、長命性、繁殖能力など多くの形質が公表されるようになると同時に、参加国を増やしていった。国際評価に参加するには血統登録、牛群検定、体

型審査などを実施するシステムを持ち、一定の精度で遺伝評価を行えることが必要であった。そのため、国際評価開始当初、参加国はこれらの要件を満たす北米、ヨーロッパなど一部の国だけに限られた。

既にシステムが整備されていた日本でも、国内において国際評価の予測(シミュレーション)結果を確認するなど参加に向けた検討を開始した。その後、テストランと呼ばれるインターブルが定めた事前チェックを経て2003年、アジアで初めて国際評価に参加した。その結果、日本の種雄牛は特に乳量や乳脂量など泌乳能力の点で国際的に高い能力を持つことが明らかになった。当時、国内種雄牛の凍結精液ストローは1本1,000~3,000円で販売されていたのに対し、輸入凍結精液は1万円以上も珍しくなかった。日本の種雄牛の能力の高さは、国内遺伝資源の価値を高めるとともに、海外種雄牛との遺伝的能力の差が価格差ほど大きくないことを明らかにした。

これに対し、凍結精液の輸入代理店は、輸入精液の販売価格を下げることで対応した。当時の外国為替レートの変化も輸入精液の値下げを後押しした。輸入代理店の対応は成功し、以降、国内における輸入精液のシェアが拡大した。国内外の種雄牛の能力が適

切に比較されるようになったことが、結果的に輸入凍結精液の販売本数を伸ばす契機になったことは予想外であった。

各国に先駆けてカナダが検定日モデルと呼ばれる新しい遺伝評価法を導入したのは1999年。この方法の利点は、乳期の合計である305日間の生産量に加え、個々の泌乳曲線形状を評価できる点である。2000年代になり、カナダが導入したこの方法をさらに発展させ、ヨーロッパ各国が検定日モデルを導入し始めた。日本も10年に検定日モデルを導入し、それ以降、独自に開発した遺伝能力曲線を公表している。こうして各国が優れた遺伝評価手法を導入する中、アメリカはコーネル大学がこの技術の北米圏内の特許を取得していたため、検定日モデルの導入を断念せざるを得なかった。この状況は現在も続いている。

北米のヤングブルの一部が 日本でも利用されるように (09年~現在)

各国が相次ぎ検定日モデルを導入する中で09年、カナダとアメリカは世界初のゲノミック評価値を公表した。ゲノミック評価は、将来における有用性が期待され、研究開発が進められている段階であった。北米2カ国が他に先駆けて導入に踏み切ったこ

表1 遺伝評価に関する動向

遺伝評価に関する動き	時期(年)	内容
インターブル国際評価開始	1994	泌乳形質の国際評価開始
体型形質の国際評価開始	99	体型形質の国際評価開始
カナダが検定日モデル導入	99	国内評価に検定日モデルを導入
体細胞スコアの国際評価開始	2001	体細胞スコアと臨床的乳房炎モデルを導入
日本が国際評価参加	03	日本版国際評価値公表
北米がゲノミック評価開始	09	ゲノム情報を使用した遺伝評価値公表
日本が検定日モデル導入	10	遺伝能力曲線公表
日本の若雄牛ゲノミック評価公表	17	若雄牛の遺伝評価値公表

変わるホルスタインとその対応②



とは世界中の乳牛改良関係者に衝撃を与えた。当時、ゲノミック評価技術は発展途上であり、実用レベルにないと考える研究者が多く、実際に北米の研究者もその多くが導入を静観しているように見えた。

筆者には、検定日モデル導入を断念せざるを得なかったアメリカに遺伝資源の輸出大国としての主導権を取り返そうとする焦りがあるように見え、ゲノミック評価の導入が勇み足であるように思えた。しかしゲノミック評価は計算時間が長い、若雄牛の評価値を過大に推定してしまうなど技術的な問題を抱えながらも世界中の注目を集め続けた。インタープルによる国際会議の話題がしばらくの間ゲノミック評価に関するもので占められるほどであった。現在、当初の問題は世界中の研究者の取り組みにより、解決されつつある。

ゲノミック評価は、SNP(スニップ、一塩基多型)と呼ばれる多数の遺伝子の違いを表す目印(遺伝子マーカー)の情報から、個体の遺伝的能力を計算する方法である。特に後代検定参加前の若雄牛(ヤングブル)の遺伝評価値が判明することが最大の魅力である。北米では、もともとヤングブルを一部で利用していたことから、新たな遺伝評価値の積極的な利用につながった。北米のヤングブルの一部は輸入精液として日本でも利用された。日本がゲノミック評価公表に至るまでの経緯に興味がある方は、デーリィマン2017年3月号「時代はゲノミック」(90~91頁)を参照していただきたい。

現在のところ、ゲノミック評価は泌乳形質よりも体型形質の遺伝評価精度が高く、特に体型の改良を進めるツールとして優れている。一方、後代検定後に供用された種雄牛は一定以上の年齢まで健全性を保った個体に限られるのに対し、ゲノミック評価値によるヤングブルは健全性、特に肢蹄に不安を抱える種雄牛が混在している。ヤングブルの凍結精液を利用する場合、肢蹄の遺伝評価値に注意する必要がある。

ゲノミック評価との共存、選別精液普及による事業圧迫が後代検定の課題に

【検定参加を条件にヤングブル供用へ】

ゲノミック評価が抱える課題の1つは後代検定との共存である(表2)。ゲノミック評価は、SNPを検査することで若い個体の遺伝評価値を推定できる一方、計算の基礎となっているのは、後代検定済みの種雄牛の遺伝評価値である。ゲノミック評価値を計算するためには、ゲノム情報と従来の遺

伝評価値の橋渡し役となる信頼性の高い種雄牛集団(主に後代検定済種雄牛)が必要である。日本でも後代検定開始以降、多くの種雄牛の遺伝評価値が計算されているが、最近の研究によると、常に新しい記録(牛群検定成績と体型審査記録)を得られなければ、ゲノミック評価の精度を保つことができないことが分かっている。

日本では、多くの体型審査(体型調査)記録が後代検定事業の中で収集されている。ゲノミック評価により、後代検定に参加していないヤングブルや牛群検定に参加していない未経産牛の遺伝評価値を推定できるが、その精度は後代検定による遺伝評価結果に依存するという矛盾もはらんでいる。このことは、牛群検定に参加していなかったり、後代検定に協力していなかったりする酪農家でもSNP検査によって、簡単に遺伝評価値を得ることができる一方、それを支えるためには、誰かが牛群検定や後代検定に参加し、泌乳や体型の情報を提供し続ける必要があることを意味する。

もう1つの課題は、SNP検査の結果、遺伝的に優れていることが明らかになった雄牛は、精液が採取できるようになると、すぐに凍結精液を作成し、販売できることである。このため海外では、一部のSNP検査済みの雄牛の価格が、家畜人工授精団体が購入できない水準まで高騰した例があるそうだ。そのような状況に陥った背景には、家畜人工授精事業体がコストと時間をかけて後代検定に参加する一方、後代検定に寄与しない第三者がSNP検査を行うだけでヤングブルの精液を販売できることにある。本来、システム維持のために貢献した者が利益を得るべきだが、第三者が利益だけを得られる状況は好ましいとはいえない。日本では、後代検定システムを維持するために、ヤングブルの販売を後代検定に参加した種雄牛だけに制限する形で、一部のヤングブルの供用を開始している。これからも現行の情報収集システムを大切にしながら、新たな技術を取り入れていく方法を模索していかなければならない。

【肉牛価格高騰で交配雌牛が少なく】

和牛や交雑種の肥育素牛(もとうし)価格が高値を維持する中、酪農家は雌牛へのホルスタイン凍結精液の利用を、後継牛を確保できる必要最低限にとどめて、残りの雌牛は受精卵による和牛生産または交雑種生

表2 乳牛改良に関わる新たな課題

原因	課題
ゲノミック評価の普及	データ収集システムの維持
ゲノミック評価の普及	SNP検査済み雄牛の価格高騰
子牛価格高騰	後継牛確保と候補牛を交配させる雌牛の確保
雌雄選別済み精液	後代検定候補牛を交配させる雌牛の確保

産に利用することで効率良く収益を上げられる。

子牛価格が高いのは悪いことではないが、必然的に搾乳後継牛を生産するための雌牛数は少なくなる。少ない雌牛から確実に後継牛を生産するには雌雄選別済み精液の利用が有効である。選別精液は受胎率が若干低下する一方、受胎すると90%程度の確率で雌子牛が得られる。しかしながら現在のところ、候補牛の選別精液の生産および利用は技術、コストの両面から難しく、後代検定事業への導入は困難である。

後代検定を維持するには、候補牛を交配させる雌牛が必要であるが、肉生産のため和牛の受精卵による子牛、交雑牛の生産が優先される状況において、現在の規模の後代検定を維持し、体型審査記録を収集し続けることが難しくなりつつある。数年前から、ゲノミック評価を利用して候補牛の質を向上させることで遺伝的改良速度を維持しながら、後代検定参加頭数を減らすことを仮定したシミュレーション研究が行われている。その予測結果を基に、後代検定に参加する候補牛の頭数を減らす形で後代検定事業が継続されている。酪農家にとって好ましい技術であるはずの選別精液の普及とそれに伴うホルスタインを利用した肉生産の拡大が後代検定事業を圧迫するという皮肉な状況に陥っている。国内のデータ収集システムが正しく機能しなければ、ゲノミック評価値の推定も国際評価への参加も継続することが難しくなる。このような状況から脱却するため、今後、データ収集と種雄牛評価値の信頼性を確保する仕組みについて考えていく必要がある。

プロフィール

はぎや こういち

1970年生まれ、札幌市出身。93年帯広畜産大学畜産学部家畜生産学科卒業。94~98年(株)十勝家畜人工授精所入り、この間、帯広畜産大学大学院修了、98~2001年岩手大学連合大学院連合農学研究科修了、同年(株)日本ホルスタイン登録協会北海道支局入り。(株)家畜改良センター、農研機構北海道農業研究センター勤務を経て15年から現職