

(2) 「乳牛改良30年の歩みと 将来への取り組み」

～ 後代検定とNTPから始まった乳牛改良、そしてゲノミック選抜に期待すること ～

一般社団法人日本ホルスタイン登録協会 北海道支局登録部改良課 審査役 河原 孝吉

1. フィールド方式の後代検定から 改良が始まった

ホルスタインの泌乳能力と体型を総合的にバランスよく改良するための選抜指数、それも日本独自の指数を作りたいとの現場からの要望を受け、開発に着手したのは28年前の1993（平成5）年のことであった。まずは開発のきっかけとなった改良に対する当時の機運から探ってみたい。乳牛の後代検定は1980年代当時、国の種畜牧場による「乳用種雄牛後代検定事業」や道県の施設を活用した「優良乳用種雄牛選抜事業」が進められていた。一方、民間団体を中心に北米から種雄牛を生体輸入して一般供用する手法、いわゆる導入育種法も行われていた。国が実施するステーション（検定場）方式の後代検定は後代検定済種雄牛と海外からの導入種雄牛の評価成績を直接比較することが難しかった。酪農先進国では当時すでにフィールド（牛群検定農家）方式の後代検定を行い、一般供用種雄牛と新たに選抜された後代検定済種雄牛を遺伝的レベルで直接比較することができた。1984（昭和59）年から開始した「乳用牛群総合改良推進事業」はステーション方式による既存事業に加え候補種雄牛を民間の家畜人工授精団体からも公募できるようにし、さらに牛群検定の場を活用したフィールド方式の後代検定が

仕組みられた。

この事業では後代検定成績として泌乳能力の育種価を公表する予定であったが、ホルスタインは泌乳能力だけでなく、体型形質も改良しなければならないとの要望が北海道の酪農関係者の間から出ていた。そこで関係団体が協力し北海道単独の補助事業「種雄牛体型後代検定実験開発事業」を1985（昭和60）年から3年間の計画で実施し、牛群審査データの活用、後代検定娘牛体型調査の実施方法、線形式体型形質の審査法（線形審査法）および体型の遺伝評価手法を確立し、それをもって体型に関しても全国規模の後代検定の実施を要請した。牛群審査は日本ホルスタイン登録協会（以下、登録協会）の通常業務として専門の審査委員が酪農家に出向き、牛群内の経産牛（5歳未満）を一括審査する方法であり、これを応用した体型調査手法を確立したことで体型における後代検定が可能となった。実を言うと小職がこの業界に就職してから最初の仕事がこの事業の中で体型の遺伝評価システムを開発することであった。体型における後代検定の仕組みは全国規模の「体型形質に係る乳用種雄牛評価の技術的検討会」に引き継がれ十分な検討が行われた後、1988年の第1期後代検定済種雄牛から泌乳能力と体型の両方の育種価を用いて選抜する体制が整えられた。

2. 後代検定の次は 総合指数の開発

後代検定システムの整備が進む中、泌乳能力と体型の目標値は家畜改良増殖目標の改正に基づいて定期的に見直されてきたが、それらの目標に到達するための選抜方法や後代検定済種雄牛を序列づけする基準については何も決められていなかった。乳牛の選抜手法の中でも選抜指数法は複数の形質を効率よく改良する手法として欧米で広く利用されていた。米国のTPI (Total Performance Index)、カナダのLPI (Lifetime Performance Index) のように泌乳能力と体型の両方を考慮し種雄牛を序列できる日本独自の指数を望む酪農関係者の声が高まるようになった。そこで、家畜改良事業団（以下、LIAJ）が実施主体となり、1993（平成5）年度から2年間の計画で地方競馬全国協会からの補助を受け「総合的遺伝的能力評価基礎情報整備事業」が仕組み、登録協会はこの事業のうち「乳牛の総合的遺伝評価のための基礎分析業務」を受託した。

そこで、酪農先進国並みの泌乳能力に到達することを改良の重点目標とし総合指数の開発が始まった。泌乳能力は乳タンパク質量と乳脂量が同程度の速度で改良する重み付けとし、乳量には乳成分率の低下を抑制するため僅かな負の重みを付加した。体型形質は生産寿命と最も係わりの深い乳房の形質（乳房成分）を集中的に改良することにした。総合指数の開発はその後、畜産振興事業団からの助成による「乳用牛総合的経済形質改良促進事業（実施主体：LIAJ）」に受け継がれ、さらに検討が加えられた。1996（平成8）年1月30日に開催された「乳用牛総合的経済形質改良促進事業検討会」において日本初の総合指

数が正式に承認され、統一名称はNTP (Nippon Total Profit Index) に決定した。種雄牛のNTPは1996（平成8）年3月、雌牛のNTPは同年9月に公表された。

日本独自の選抜指数を目指して開発されたNTPであったが、米国のTPIやカナダのLPIと異なる重みに違和感を持つ酪農関係者もいた。例えば、乳量に対する負の重みは乳量の少ない種雄牛を上位にランクされるように見えろとか、家畜人工授精団体からは精液の販売面で不利になる等の指摘を受けたこともあった。乳タンパク質量の遺伝分散は非常に小さく、乳タンパク質量と乳脂量を同程度の速度で改良するには乳脂量の約5.6倍の重みづけが必要であった。しかし、重みだけを見た酪農関係者から「重みづけのバランスが悪い、乳タンパク質ばかり改良している」等と非難を受けたこともある。様々な機会に指摘箇所を説明し、最終的には何とか多くの関係者から理解が得られたものと思っている。

3. 生産寿命の改良と 機能的体型の研究

NTPは酪農を取り巻く経済情勢や最新の知見を取り込み幾度かの見直しが行なわれた（表1）。1997（平成9）年度から5年間、日本中央競馬会畜産振興事業（以下、JRA事業）により「乳用牛生涯生産性向上技術研究開発事業（実施主体：LIAJ）」が実施され、登録協会はその事業の委託を受けて生産寿命の延長と体型形質の関係を研究した。高能力を維持しているにも関わらず体型上の問題で飼養管理や搾乳管理に支障があるために淘汰せざるを得ないことは酪農家にとって不本意なことである。このように生産寿命や在群期間に影響を示す体型形質のことを機能的体型と呼ぶ。登録協会では線形形質データの詳細な研

(表 1) 総合指数 (NTP) の重み付けの変遷

公表年月	産乳成分			耐久性成分			疾病繁殖成分		
	乳量	乳脂量	乳タンパク質量	乳房成分	決定得点	肢蹄	体細胞スコア	泌乳持続性	空胎日数
1995年7月	-16.2	8.6	50.2	15.0	10.0				
2000年2月	-16.2	8.6	50.2	8.9	7.9	8.2			
2001年8月	-7.9	9.8	57.2	8.9	7.9	8.2			
2003年8月		20.3	54.8	21.3		3.8			
2010年2月		19.4	52.6	20.4		3.6	4.0		
2015年8月		26.6	43.4	11.7		6.3	-4.0	2.0	-6.0

究を行い、特に乳房や肢蹄の形状が生産寿命や在群期間に対して影響する部位であることを明らかにした。その成果は2000（平成12）年のNTP改正に反映され、肢蹄をNTPに加えた。

登録協会は2002（平成14）年度から2年間実施したJRA事業「乳用牛体型能力向上対策事業（実施主体：LIAJ）」においてNTPの見直しのための研究を委託され、その成果は2003（平成15）年のNTP改正に反映された。2004（平成16）年度には2年間の計画でJRA事業の「乳用牛改良国際化対応総合推進事業（実施主体：LIAJ）」、さらに2006（平成18）年度には3年間の計画でJRA事業の「乳用牛改良体制強化対策事業（実施主体：LIAJ）」から委託を受け、NTP等の見直しに関連する研究を進めた。それらの成果は2010（平成22）年のNTP改正に役立った。具体的にはNTPの構成成分を大きく産乳成分、耐久性成分および疾病繁殖成分の3区分とし、生産寿命の延長に影響を及ぼす体細胞スコアをNTPに加えた。

NTPは国の家畜改良増殖目標に従って泌乳能力の改良を重視した指数であるが、生産寿命の改良を重視した第二の指数を望む声が高くなるようになった。そこで登録協会は2009（平成21）年度から2年間の計画で実施した「乳用牛国際競争力強化促進事業（実施主体：

LIAJ）」から委託を受け長命連産効果を開発し2011年から種雄牛の序列に使用した。

4. 泌乳能力の改良と近交係数の上昇

輸入精液については1983（昭和58）年の家畜改良増殖目標の改正により輸入解禁となっていたが、2003（平成13）年のインターブル参加で、MACE評価値（国際遺伝評価値）の公表により輸入精液の育種価の信頼度が上昇した。同時に後代検定事業も軌道に乗り国内種雄牛は急速に改良されるようになった。2000年代後半には泌乳能力や体型形質においてインターブル評価の上位にランクインする国内種雄牛が増加した。優秀な種雄牛の供用により雌牛集団も急速に改良されるようになったが、一方で近交係数の顕著な上昇、繁殖成績の低下および生産寿命の低迷が顕在化した。ホルスタインに現れたこれらの問題は日本だけでなく世界的な傾向を示した。

乳牛集団の近交係数の上昇には泌乳能力や体型の急速な改良が影響した。泌乳能力や体型の遺伝的改良に寄与する系統は限られており、そのような系統から生産された種雄牛を多くの雌牛に交配し続けると数世代後には近交係数が上昇する。近交係数の急激な上昇は近交退化の誘発、劣性遺伝子が関与する遺伝性疾患の発症、さらに集団の遺伝的多様性が

喪失する。そのため、集団の維持には近交係数をなるべくゆっくり上昇させる交配法が効果的である。わが国の乳牛集団における平均近交係数の上昇速度は1980年代で+0.09%/年であったが1990年代には+0.26%/年に上昇した。登録協会は近交係数の上昇速度を抑制するため各種情報を酪農現場に提供し近交係数レベルが6.25%（おじめい交配やいとこ交配）を超えない交配を推奨し、2000年代と2010年代には近交係数の上昇をそれぞれ+0.13%/年と+0.15%/年に抑制できた。登録協会は2008（平成20）年度から2年間、JRA事業「国産種雄牛生産強化推進事業（実施主体：LIAJ）」から委託を受け「国産種雄牛の効率的データ収集手法等確立事業に係る乳用牛近交係数上昇要因分析事業」を実施した。この事業では近交係数上昇の原因となった種雄牛の特定ならびに近交退化量の推定など有益な成果が得られた。

近交係数の上昇速度を抑制しても近交係数レベルは確実に上昇を続け2017（平成29）年には平均近交係数で6.25%の基準を上回った。そのため基準レベルを7.20%に引き上げたが2020（令和2）年生まれの集団で7.0%に到達し、この調子で近交係数が上昇すれば2021（令和3）年には基準が超過することから、新基準を検討する時期に来ている。世界ホルスタイン・フリーシアン連盟（以下、WHFF）は国際連合食糧農業機関（FAO）の勧告に基づき近交係数の上昇基準を世代当たり1%以内（年当たり0.25%）とし、2015年から近交係数の上昇を監視している。近交係数の上昇を過度に抑制する交配は優れた種雄牛の供用を回避する頻度を増やし改良の遅滞を招き易い。泌乳能力の改良を進めるうえで現状の基準は厳しすぎるとの意見もある。わが国の近交係数の監視基準は今後WHFFが推奨する基

準も含め具体的な方策が検討されるだろう。

5. 泌乳能力の急速な改良と繁殖成績の低下

30年前の1990（平成2）年当時、牛群検定の305日平均乳量は約7,800kgであったが、その後の遺伝改良の推進と飼養管理技術の発達により2020（令和2）年には平均で約9,800kgとなり、その差は30年間で約2,000kgになった。一方、1990年代後半以降、泌乳能力の向上とは逆に繁殖成績の低下が顕著になった。泌乳能力の急速な改良により最近までの飼料給与技術では現状の経産牛のエネルギーを補うことができず、常に泌乳能力の向上を追いかけてながら栄養管理等の技術改善が求められ、これが繁殖成績低下の原因と考えられている。NTPの見直し等の研究で泌乳能力と繁殖成績との間には-0.50程度の遺伝相関が推定され、泌乳能力のみで選抜すれば間接的に繁殖成績が低下することがすでにわかっていた。そこで、登録協会では（独）家畜改良センター（以下、NLBC）から委託された「ホルスタイン種の泌乳持続性を組み入れた新たな総合指数の開発及びその改善に係る基礎分析」の中で、泌乳能力と繁殖成績を同時に改良できるNTPの研究開発に着手した。繁殖成績に関与する形質は何れも遺伝率が低く0.03から0.13の範囲にあったが、その中で選抜反応が比較的期待できたのは空胎日数であった。NLBCは2008（平成20）年に泌乳持続性、2014（平成26）年には受胎率と空胎日数の育種価を公表したことから、登録協会はそれを待って空胎日数と泌乳持続性を組み入れたNTPを2015（平成27）年に発表した。なお、NLBCと登録協会は2016年度以降も研究協定「総合指数（NTP）及び長命連産効果の改善に係る分析」を締結し、NTPの見

直し等の研究を進めた。

繁殖成績でもう一つ気になるのは近交係数の上昇により北米地域で相次いで発見された胚死減遺伝子である。登録協会はSNP（一塩基多型）情報を利用しHH1からHH6という名称の胚死減遺伝子6種類の国内における保因頻度を監視している。特にHH1とHH2の遺伝子がホモ化した胚は受胎後60日前後で早期流産を起し経済損失が大きい。わが国のホルスタイン集団における保因頻度は6種類のうち5種類まで減少しているが、HH5だけは未だに上昇が認められる。幸いにもJRA事業「乳用牛の新たな改良手法開発事業(実施主体：乳用牛改良推進協議会)」の乳用牛改良推進協議会において検討され、2021（令和3）年8月には登録協会からこれら胚死減遺伝子の保因情報を提供することになった。繁殖成績の更なる向上につながることを期待している。なお、繁殖成績の遺伝的趨勢は近年、低下傾向が抑制され空胎日数はむしろ短縮に向かい始めている。

6. 生産寿命に影響する大型化の問題

乳牛の生産寿命は酪農関係者の努力にもかかわらず低迷が続いており、牛群内の平均産次数は最近10年程を見ても上昇の兆しが見えない。生産寿命とは雌牛の経済価値や管理の容易さ等を考慮して酪農家が淘汰を決める寿命のことである。NTPを利用した改良は泌乳能力だけでなく生産寿命に影響する機能的体型等の改良も同時に進めた結果、表型的には寿命の停滞が認められるも遺伝的趨勢では上昇が確認されている。その原因としては生産寿命に関連する形質の遺伝率が低いことである。酪農家に気に入られ長く牛群に残したい雌牛は、それぞれの牧場の飼養形態や経営

方針で異なり、例えば泌乳量や乳質が優れた個体であったり、他の牧場では泌乳能力よりも機能的体型や繁殖性を重視するなど様々なことから、それが生産寿命の遺伝率が低い原因と考えられる。そのため、生産寿命の延長が期待できる潜在的素質が改良されても遺伝率が低いことから、酪農経営や酪農経済の状況が生産寿命の短縮の方向に作用すれば、表型的には生産寿命の低迷から脱却できないと考えられるのである。

一方、生産寿命を短縮させる影響として解決していない負の要因が存在する。近年になり問題視されているのはホルスタインの大型化である。体格の大型化を抑制できれば生産寿命の改良速度がさらに上昇する可能性があり、登録協会は2017（平成29）年度から2019（令和1）年度に実施したJRA事業「乳用牛DNA情報による長命連産性向上事業」の中で、生産寿命の延長が期待できる体のサイズの指標として「ホルスタイン雌牛の推奨発育値」を公表した。また、適切な体の大きさに選抜するために体のサイズ指数を開発した。この事業ではロボットやパーラー搾乳および放し飼い牛舎など飼養形態の多様化に適応した改良を推進するため同時に肢蹄指数も研究開発した。これらの指数は生産寿命の更なる延長を推進するため近い将来NTPに組み込むことを前提に研究を継続している。なお、国の補助事業である「持続的生産強化対策事業（実施主体：乳用牛群検定全国協議会）」では2019（令和1）年度から5年間の計画で搾乳ロボット適合性指数の開発が進められている。

7. 耐病性の遺伝評価の研究が始まった

疾病は生乳生産量を低下させ、治療費が増

える等の理由で生産寿命の短縮につながる。耐病性は疾病の種類にもよるが概ね遺伝率が 0.1 以下と低く選抜が難しい形質とされていた。そのためひと昔前までは飼養管理技術等の改善によって予防する他なかったが、最近では SNP 検査の普及に伴いゲノミック育種価の活用が可能になったことで選抜反応量（改良量）が期待できるようになった。また、正確な疾病記録の入手は一部の限られた農場の情報に限られるが、SNP 検査の普及によりゲノミック評価法を活用して疾病の遺伝評価が可能になった。

臨床型乳房炎、ケトーシス、胎盤停滞、子宮内膜炎、第四胃変位、乳熱（低カルシウム血症）および各種の肢蹄病等は、発症頻度が比較的高く生産寿命に影響を及ぼす疾病と言われるが、SNP 検査の導入後も疾病に関する遺伝的な研究はほとんど行われなかった。そこで、登録協会では 2020（令和 2）年度から 3 年間の計画で JRA の助成を受け「乳用牛生産性長命連産性の遺伝改良研究事業」を実施している。この事業では全国の農業共済組合の協力を得て酪農経営に重大な影響を及ぼす疾病を調査し、遺伝的改良を目的としたゲノミック育種価の推定手法の開発を行う。最終的には幾つかの疾病を組み合わせた耐病性指数を開発し将来の NTP の見直しに利用したい。耐病性指数の活用は優良な後継牛確保に貢献するとともに、獣医診療費等の経費削減にも波及効果を期待している。

8. 地球環境の変化と効率性に対応した改良

温室効果ガスの影響による夏季の平均気温の上昇に対応するため、NLBC は 2021（令和 3）年 8 月の遺伝評価から暑熱耐性を公表した。この指数を実用化したのはオーストラリ

アに次ぎ日本が 2 番目となる。海外において暑熱耐性の遺伝評価に二の足を踏むのは遺伝率が非常に低く乳量との間に負の相関が存在することが原因らしい。むしろ米国の暑熱地帯では暑熱耐性の強化よりも扇風機やシャワーの方が泌乳量を下げることなく飼養できると考えているようだ。しかし、わが国の場合は大掛かりな設備投資ができない酪農家も多く、遺伝改良と飼養管理の両面から暑熱対策を行う必要があるかもしれない。なお、暑熱耐性の評価手法は 2021（令和 3）年度から実施される JRA 事業「乳用牛の新たな改良手法開発事業」において詳細な検証が行われるであろう。

生産コストの低減は家畜における究極な改良目標かもしれない。飼料効率が遺伝的な形質であることはすでに 1990 年代に欧州の研究者が報告していたが、牛群検定の中では乾物摂取量を正確に測定できないため、各国とも長期間にわたり育種価を推定するに至らなかった。転機は一般酪農家にも SNP 検査が普及してからであり 2015 年に豪州において飼料節約量（Feed Saved）という育種価が公表されたのが始まりである。昨年から今年にかけて北米でも飼料節約量の遺伝評価が始まった。限られた研究牧場で乾物摂取量等を正確に測定しデータ収集できれば、ゲノミック評価法を活用して SNP 情報を持つ個体の飼料節約量の育種価が推定できる。飼料効率の改良により生産コストを低減するだけでなく、過剰に浪費される糞尿やメタンガスの削減にも役立つと考えられる。持続可能な酪農が世界的に注目される中で低炭素酪農への取り組みや行動が求められているが、飼料効率の改良はその具体的な対策になり得るものである。わが国も飼料効率の改良を進めるための検討を始める時期が来ていると考えられる。

9. ゲノミックスの活用方法を探る

欧米の酪農先進国は2009年から2011年にかけて後代検定からの脱却を図り、ゲノミック選抜へと移行した。わが国は2010（平成22）年から7年間の計画でJRA事業「高能力乳用牛選抜システム開発事業（実施主体：LIAJ）」を実施し、種雄牛のSNP検査とゲノミック評価手法の研究を進めた。2013（平成25）年には農水省畜産振興課家畜改良推進班、登録協会、LIAJ、（一社）ジェネティクス北海道、（株）十勝家畜人工授精所およびNLBCの連名で「SNP検査及びゲノミック評価の実施方針」を決めた。登録協会はLIAJ家畜改良研究所の遺伝検査部（群馬県前橋市）にSNP検査を委託するとともに2年間の計画で国の事業である「多様な畜産・酪農推進事業のうち家畜改良対策推進（新しい評価手法の確立対策）」を実施し、雌牛のSNP検査を進めるとともにSNPデータの管理団体としてSNP情報の管理とゲノミック評価値の公表に着手した。8月にはSNP検査の申込み受付を開始し、同年11月にはNLBCから最初のゲノミック育種価が公表された。（独）農畜産業振興機構の助成による「牛群検定システム高度化支援事業」では、牛群検定農家の未経産牛を対象にゲノミック評価を実施し、現在でも毎年約1万余頭の未経産牛をSNP検査している。

公表開始当初はゲノミック評価に使用した参照集団が小さいため育種価の信頼度が低迷を続けていたが、海外種雄牛のSNP情報をNLBCが入手し約1万頭規模の参照集団を利用できるようになり、2017（平成29）年以降に公表されるゲノミック育種価の信頼度が上昇した。しかし、参照集団の規模は欧米諸国

と比較するとまだ十分とは言えず、特に新規に輸入される海外種雄牛のSNP情報を増やす対策を継続する必要がある。乳用牛群検定全国協議会が実施する「畜産生産力・生産体制強化対策事業」の中でLIAJが毎年数十頭程度の輸入精液をSNP検査していたが、2020年度からは登録協会が実施するJRA事業「乳用牛生産性長命連産性の遺伝改良研究事業」において海外種雄牛のSNP検査を年間数百頭規模で実施している。ゲノミック育種価は2017（平成29）年2月には年4回から6回に2018（平成30）年8月からは年12回に公表回数を増やしたこともあり、SNP検査頭数は毎年増加を続け2021（令和3）年2月には未経産牛3.5万頭以上のGPI（ゲノミック血統指数）がNLBCから公表された。2021（令和3）年5月末には本会が管理する雌雄のSNP情報が12.8万件を超えるまでになった。

一方、北米のゲノミック育種価は日本よりも参照集団が大きいいため信頼度が若干高く、しかもゲノミック情報は70項目を超え日本と比較して情報量が格段に多い。その結果、北米にSNP検査を依頼し遺伝情報を求める酪農家が増加し、国内で牛群検定や体型審査の記録を持ちながらSNP情報だけが海外に流出する状況が顕著になりつつある。そこで、わが国もゲノミック選抜を応用した乳牛改良を進めるためにLIAJは2019（令和元）年度から3年間の計画でJRA事業「乳用牛ゲノミック情報活用促進事業」を実施した。この事業ではモデル農家に協力を要請し、未経産牛のゲノミック情報を活用した乳牛改良システムを開発し、その有効性についても検証する。SNP検査の普及はゲノミック選抜による乳牛改良の促進に役立つので今後も強力に推進していく必要がある。

10. どうしたらゲノミック選抜に移行できるか

インターブルの上位にランキングされる国内種雄牛が増加した時期もあったが、酪農先進国がゲノミック選抜に邁進する中、上位にランキングされる国内種雄牛の頭数は減少した。それとともに、国内のホルスタイン集団では海外種雄牛を父に持つ雌牛割合が上昇を続けており、2020（令和2）年には登録雌牛のうち海外種雄牛を父に持つものが約57%を占めるまでになった。このような状況下、国内種雄牛の選抜でもゲノミック育種価を使用するようになり、例えば2018（平成30）年生まれの種雄牛と父牛および母牛の世代間隔は各々約3年と2.5年に短縮したが、それらの種雄牛を一般供用するには未だに後代検定に頼る状況にある。北米における雌牛と父牛の世代間隔は5年以下に短縮されたが、わが国ではゲノミックヤングブルの輸入精液を考慮しても平均6.8年もあり、北米との差が縮まらない。

後代検定候補種雄牛はゲノミックの活用により信頼度が向上したことから、当初185頭の候補種雄牛が2015（平成27）年には160頭、2018（平成30）年には140頭まで減少し、調整交配による検定農家の負担が軽減された。それにも関わらず調整交配率は年々下降しているのがわが国の後代検定の実態である。その理由の1つに、140頭の中でゲノミックヤングブルとして精液を販売できる優秀な種雄牛はほんの僅かであり、ほとんどは後代検定終了時まで待機させ種雄牛の選抜を先送りしていることが挙げられる。むしろ待機種雄牛はゲノミックヤングブルとして精液を配付した中で最も優秀なものだけで良いはずである。北米では家畜人工授精団体自らが周辺の

牧場と協力して大規模な中核育種集団を造成し種雄牛を生産・選抜するシステムが作られていると聞く。わが国において中核育種集団の造成を計画するとしたら、今後NLBC等の公的牧場の役割は大きいと考えられる。

幸いにも2021年度から3年間の計画でLIAJが事務局となりJRA事業「乳用牛の新たな改良手法開発事業」がスタートした。この事業は乳牛の改良に関係する国内の団体が参集して乳用牛改良推進協議会を設立し、遺伝評価や後代検定などの専門に分かれて今後の乳牛改良の体制について議論する。後代検定法から早く脱却してゲノミック選抜法の体制を構築し、国内種雄牛のシェア拡大に挑むことが今後もわが国の乳牛改良が生き残る方法と考えられる。

11. おわりに

選抜限界とは遺伝的変異が消失し、乳牛であれば泌乳能力の育種価で序列づけしてもその差が小さく幾ら選抜しても反応（改良量）が得られない状態のことをいう。ホルスタインの泌乳能力は遺伝率と遺伝分散の大きさから、未だ選抜限界に至らず今後も選抜を続けることで十分な改良量が得られると考えられる。泌乳能力の改良はこの30年間に飛躍的に進んだが、その一方で改良スピードについて行けず、「乳牛の能力はこれくらいで良い」との意見を耳にする。それは最近に限ったことではなく平均乳量が7,000kgを超えた時も8,000kgを超えた時でもある。酪農家は後追いながら高能力牛群で生じる様々な問題点を解決し飼養管理や栄養管理技術の改善に取り組んできた。

ちなみに泌乳能力の改良を止めることを専門用語で「選抜緩和」というが、それを行う

とどうなるだろう。遺伝的恒常性という現象によって選抜の反対方向に戻ろうとする力が働くと言われている。それゆえ、泌乳能力を一定にする目的で選抜を緩和すべきでなく、乳牛の経済価値を維持するためには常に選抜を続けなければならない。ただし、あまり強い選抜は集団の多様性が急激に減少し選抜限界を早めることになるので、選抜手法についても研究が求められるであろう。今後はさらに高能力化した牛群を管理することになり、酪農家にも非常に高度な飼養技術が求められることが予測されるので、遺伝的改良だけでなく飼養管理技術のさらなる研究開発も期待したい。

