

ワークショップ

「ゲノム育種価を用いた乳牛および肉牛の改良の現状と課題」

DNA 情報を家畜の改良に活用しようという研究は 1990 年代に開始され、マイクロサテライトマーカーなど多型マーカー判定技術や連鎖解析技術の進展により、畜産先進国はもとより我が国でも多くの研究機関が取り組むこととなった。この結果、90 年代後半から特に遺伝病の遺伝子診断では目覚ましい成果を上げ、乳牛や和牛の遺伝病検査が実用化されるに至った。しかし、乳量、肉質などのいわゆる経済形質については、QTL 解析によりいくつかのメジャー遺伝子が検出されたものの、個々の QTL の判定では経済形質の遺伝的能力の全体を把握するには程遠く、DNA マーカー情報による経済形質の改良の実用化は相当困難であるとさえ思われていた。

いっぽうウシゲノム上の高精細で大量のマーカー情報を活用して家畜の育種価を評価する手法は 2000 年代始めに既に公表されていたが、2009 年のウシゲノム解読完了とそれに伴う全ゲノムをカバーする SNP チップの商用化により、SNP 情報によるゲノム（ゲノミック）育種価の評価が一気に現実のものとなった。現在では数千から数万円のコストで全ゲノム上の数万から数百万個の SNP 情報を得ることができ、SNP 情報と経済形質の双方を持つリファレンス集団を構築できれば、かなり高い精度で SNP 情報より育種価を評価することが可能である。

ゲノム育種価の活用は畜産先進諸国に始まり、わが国においてもまず乳牛において 2013 年に育種価が公表され、黒毛和種においても家畜改良事業団の他北海道をはじめ数県でゲノム育種価が現場段階で活用されてきている。このワークショップでは、乳牛および肉牛のゲノム育種に関わる登録団体、人工授精所および試験研究機関の研究者からの報告を元に、ゲノム育種価を用いた乳牛および肉牛の改良の現状と課題について学会員はもとより道内畜産関係者の認識を深めることを目的とする。

オーガナイザー 藤川 朗（道総研畜試）

【日時】 9月2日（日） 14:15 ～ 16:15

【会場】 中標津経済センター（なかまっぶ）

【話題提供】

1. 「ゲノム育種価を用いた乳牛改良の現状について」
北海道ホルスタイン農業協同組合 後藤裕作
2. 「ゲノミック技術を活用した種雄牛造成について」
ジェネティクス北海道 花傘禮武史
3. 「黒毛和種におけるゲノム育種価活用の現状」
道総研畜産試験場 鹿島聖志
4. 「北海道の黒毛和種における受精卵ゲノム評価の実用化に向けた取り組み」
道総研畜産試験場 内藤 学

1. 「ゲノム育種価を用いた乳牛改良の現状について」

北海道ホルスタイン農業協同組合 後藤裕作

乳牛におけるゲノミック (G) 評価は 2009 年 1 月からアメリカで開始された。同年 8 月にはカナダ、2010 年にはオランダとドイツでも開始され、現在インターブルに加入している 32 カ国のうち 19 カ国が G 評価を採用している。わが国においては 2013 年 11 月から未経産牛のゲノミック評価値 (GPI) が公表され、2017 年 2 月から一部の若雄牛の一般供用が開始された。

GPI を利用することで遺伝的に優れた若雄牛を選抜し供用することが可能となり、父牛側の世代間隔が短縮されることで改良速度の向上が期待できる。わが国においては種雄牛造成のため 2010 年から G 評価が試験運用されたことから、種雄牛-父牛間 (SB) の世代間隔は 2006 年から 2010 年生まれ (世代 I) の平均値で 6.6 年、2011 年から 2015 年生まれ (世代 II) では 5.4 年まで短縮した。しかし、雌牛-父牛間 (SC) では各々 7.4 年および 7.3 年であり顕著な差が認められなかった。実際に北海道における若雄牛の授精割合は輸入精液で 17%、国内若雄牛は 2018 年 2 月までに 18 頭が一般供用されたが、2018 年 5 月末までの授精件数は 3,752 件で全授精の 1%にも満たなかった。一方、アメリカにおいては両世代に関して SB で各々 5.5 年および 2.6 年、SC で各々 3.7 年および 2.8 年であり (Garcia-Ruiz ら, 2016)、G 評価開始前後において顕著な短縮傾向が認められた。同報告によれば、アメリカにおける両世代の登録雌牛に関する遺伝的トレンドは乳量で各々 +50kg および +109kg、DPR (娘牛妊娠率) で各々 +0.02 および +0.26 であり、近年のトレンドに関してより明確になった。一方、わが国においては乳量に関して両世代とも +57kg で変化がなく、初産娘牛受胎率では各々 -0.61% および -0.48% であり雌牛の世代による顕著な差は認められなかった。

現在、わが国の GPI は主に牛群内の更新牛作出や淘汰の判断材料として活用されているが、今後、海外に劣らない遺伝改良を進めるためには若雄牛の利用率を上げることが不可欠であると考えられる。

2. 「ゲノミック技術を活用した種雄牛造成について」

(一社) ジェネティクス北海道 事業推進部 花牟禮武史

近年の DNA 解析技術の大きな進展により牛においても比較的安価に SNP 解析の実施が可能となり、2009 年に北米で初めて乳牛のゲノミック評価値 (以下、ゲノミックを G と表記) が公表された。続いて欧州、オセアニアなど多くの国でも G 評価値の公表や利用が進み、今や乳牛改良は世界的に G 選抜が主流となっている。日本においても 2010 年より乳牛の G 評価の試行が開始され、後代検定に参加する前に若雄牛の一次選抜の指標として利用されている。2013 年には未経産牛の G 評価値が公表され、その後、評価モデルの変更、リファレンス集団を拡張するなど評価精度の向上を図り、2017 年には検定済種雄牛、経産牛についても公表された。

ジェネティクス北海道 (以下、当団) では年間 200 頭規模の乳牛の若雄牛から G 評価値に基づいて選抜し、60 頭の候補種雄牛 (以下、候補牛) を後代検定に参加させている。遺伝的改良の速度は世代当りの改良量と世代間隔で決まるが、現在では候補牛の両親には G 評価値の高いヤングブルや未経産牛を用いることで大幅な世代間隔の短縮を図っている。2013 年に後代検定に参加した候補牛の検定成績による評価値と参加時点の G 評価値との間には比較的高い相関 (0.64-0.76) が認められた。今後は G 選抜による効果について詳細な検証を進める必要がある。

肉牛において当団は 2014 年より新得畜産試験場と共同研究を進めており、黒毛和種の G 評価精度向上に向けリファレンス集団の拡充を図ると共に、候補牛の一次選抜の判断材料の一つとして G 評価値を活用している。更に受精卵の細胞から抽出した DNA で SNP 解析を実施し、得られた G 評価値から移植前における G 選抜の可能性を探っている。DNA 抽出から G 評価値判明までの期間や受胎性等の課題がクリアできれば、肉牛のみならず乳牛の種雄牛造成についても応用の可能性が広がるだろう。

3. 「黒毛和種におけるゲノム育種価活用の現状」

道総研 畜産試験場 肉牛グループ 鹿島聖志

黒毛和種におけるゲノム育種価評価は、平成26年から畜産技術協会附属動物遺伝研究所を中心に道県が協力してリファレンスデータの蓄積や精度の検証を開始した。開始当初は、5千頭ほどの小規模なリファレンスデータを用いた評価であったが、枝肉形質のゲノム育種価と推定育種価との間に高い相関が認められ、黒毛和種においてもゲノム育種価は有効な選抜指標になり得ることが示された。その後、平成29年から、動物遺伝研究所の機能は、家畜改良センターに移管され、リファレンスデータの蓄積および年数回のゲノム育種価評価が行われている。一方、平成29年からは、家畜改良事業団もSNP検査を含めた黒毛和種のゲノム育種価評価サービスを開始した。ただし、前者では、年数回の評価のため活用が限定的であること、後者では、雄牛の評価に対応していないといった難点がある。さらに、通常の育種価評価は、全国和牛登録協会の各支部が、道県単位で異なる枝肉データおよび血統データを用いて実施しているため、両者のゲノム育種価と道県の推定育種価とはパラメータが異なり個体の能力比較が困難という難点もある。こうした中、北海道では、平成29年から北海道和牛産地高度化促進事業（ゲノム育種価）を開始した。この事業では、ゲノム育種価をより効果的に活用するため、通常の育種価評価のデータを元にした北海道単独でのゲノム育種価評価を毎月実施し、種雄候補牛ならびにモデル地域における若雌牛に対して早期選抜の実証を進めている。事業は5年間を予定しており、事業終了後に向けてリファレンスデータの蓄積およびゲノム育種価評価を継続的に実施する体制の構築が課題となる。

4. 「北海道の黒毛和種における受精卵ゲノム評価の実用化に向けた取り組み」

道総研 畜産試験場 生物工学グループ 内藤 学

現在、乳牛においてはDNAの一塩基置換（SNP）をDNAチップ（マイクロアレイ）で検査し、得られた情報を解析して遺伝的能力を評価するゲノム育種価による選抜がすでに実用化されている。近年、北海道の黒毛和種牛群においても枝肉6形質について推定育種価と高い相関のゲノム育種価算出が可能となってきたことで、今後種雄牛の選抜などに適用されていくと考えられている。

当グループではこれまで牛受精卵に関する研究を進めてきており、受精卵の一部の細胞を切り取り（バイオプシー）、雌雄性判別する技術を確立した。このバイオプシー手法を応用し、受精卵段階でSNP解析により遺伝的能力を予測できるようになれば、子牛段階のゲノム選抜よりも種雄牛候補牛の生産効率が向上し、要する経費も軽減されると考えられる。

ただし一般的な受精卵移植に用いられる胚盤胞は直径約0.15mm程度で、SNP解析用に採取できる細胞（DNA）はごく微量である。胚盤胞をゲノム評価するには、1) SNP解析に最適なバイオプシーおよびDNA処理の手法確立、2) バイオプシー細胞と、残りの胚で生産された子牛とのSNP一致率の確認（精度の検証）、および3) バイオプシーによる凍結受精卵の受胎率低下の懸念払拭、などの課題を解決していく必要がある。

本ワークショップでは胚バイオプシー細胞を用いたSNP情報による受精卵のゲノム評価の実用化に向けたこれまでの取り組みを紹介する。