



IDF ファクトシート 2020年6月

IDF 生殖技術：ゲノミック選抜

はじめに

6,000年以上も昔、牛乳や肉を得るためにウシを家畜化して以来、農家はウシの能力を向上させるために繁殖技術を利用している。初期のころ、各世代にわたって交配に使用する望ましい形質を備えたオスを選ぶという単純な育種プログラムを行っていた。今日では、牛乳の品質や生産性の向上、動物の健康や福祉の改善、さらには酪農産業の持続可能性を高める次世代のウシを永続させるために、酪農家によって様々な繁殖技術が用いられている。

今回の IDF 生殖技術報告書（繁殖技術に関する一連の IDF 報告書の一部）では、酪農の持続可能性への貢献におけるゲノミック選抜の利用を分析している。

定義：

- ・ ゲノム： 生物が保有する DNA の全てのセット¹。
- ・ 後代検定： 動物の真の育種価の算出に後代検定が利用される。これは雄を複数の雌と交配させることによって実施され、得られた後代の平均能力値が決定され、そこから個々の種雄牛の育種価が求められる²。
- ・ 種雄牛評価値： 種雄牛が後代へ伝達し得る形質に関わる遺伝的評価値。
- ・ 世代間隔： 子を産んだ時点における両親の平均年齢²

人為選択とは？

ほとんどの酪農家では、乳生産、長命性、乳成分、用途に適した牛乳タイプといった能力を牛群において向上させるために、雌ウシへの最良の交配相手を選んで包括的な育種計画を実施している。次世代に伝達させる形質を積極的に選別することは、人為選抜、または、選抜育種として知られている。後代検定や種雄牛評価の発達により、種雄牛がどのような形質を持ち、そして、どの程度伝えるか詳しく分かってきた結果、人為選抜が著しく発展した。現在では、ゲノム科学が人為選択において大きな役割を果たしている²。

ゲノミック選抜とは？

ゲノム科学とは、遺伝子とその機能に関する学問である。この学問の目的は、動物の遺伝子構造の全体像捉え、そして、遺伝子や構成要素がどのように相互作用してど



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ <https://www.fil-idf.org/publications/fact-sheets/> より

のように生体に影響を及ぼしているのかを解き明かすことである。ゲノミック選抜はマーカーアシスト選抜（対象とする形質を、形質自体ではなく、その形質と関係するマーカーによって間接的に選別する手法）の一つである。ゲノミック選抜では、全ての量的形質遺伝子座が少なくとも一つのマーカーと連鎖不平衡（ハプロタイプが期待される頻度通りに出現しないこと）にあるように、全ゲノムをカバーする遺伝子マーカーが用いられる³。これらのマーカーに基づいて、種雄牛が伝達すると期待される形質を生まれてからより早い段階で予測することができる。後代検定では5年もの月日がかかっていたところ、ゲノミック選抜によりおよそ1年で候補種雄牛が伝えられ期待される特質の推定が可能となった^{2, 4}。ゲノミック選抜は、遺伝子工学により実験室内で人工的に遺伝物質を操作された遺伝子組換え生物（GMOs）とは、全く異なるもので混同すべきではない。

乳牛におけるゲノミック選抜の利用：

- ・ 経済的に重要な形質について、乳牛の遺伝的メリットが予測しやすくなる。
- ・ 無角、毛色、潜性遺伝子のようないわゆる”メンデル遺伝”形質を明らかにできる^{4, 5}。
- ・ オスの後代検定の結果やメスの泌乳記録がなくとも正確な選抜が可能となる^{4, 5}。
- ・ 種雄牛の形質について予測が1歳の時点で分かるようになるため、世代間隔を短縮できる。
- ・ 選抜強度を強めることができる^{4, 5}。

技術の重要性：

ゲノミック選抜は、乳牛の改良のために今や世界中で必要不可欠なものとなっている。また、ゲノミック選抜は、遺伝的多様性や遺伝率が低い形質の育種を助けている⁶。さらに、望ましくない潜性形質を持つ個体の特定にも役立っている⁶。大局的にみれば、牛乳の質や飼料効率に加えて、雌ウシの長命性の改良に結び付いているため、結果として淘汰される雌ウシの頭数の削減にもつながっている。ゲノム科学は、牛乳カーボンフットプリントに関わるメタン排出を減少させる形質のような、より“環境にやさしい”形質の選抜にも役立っていることが立証されている⁷。

より詳しく： こちらのウェブサイトから：www.fil-idf.org

本シリーズについて

2017年、IDF 農場管理常設委員会および IDF 家畜の健康・福祉常設委員会では、酪農家や利害関係者に情報を提供するために、乳業界における繁殖技術に関する報告書の必要性を確認した。本稿はこのシリーズにおける最初の報告書にあたる。



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ <https://www.fil-idf.org/publications/fact-sheets/> より

謝辞

本稿の原稿の用意から改定までご協力いただいた、Miquela Hanselman 氏, Jamie Jonker 氏, IDF 家畜の健康・福祉常設委員会、および IDF 農場管理常設委員会に感謝申し上げます。

引用文献

1. “What Is Genomics and How Does It Help Livestock.” Zoetis, 19 Jan. 2016, <https://www.zoetis.com/news-and-media/feature-stories/posts/what-is-genomics-and-how-does-it-help-livestock.aspx>.
2. Schefers, Jonathan M., and Kent A. Weigel. “Genomic Selection in Dairy Cattle: Integration of DNA Testing into Breeding Programs.” *Animal Frontiers*, vol. 2, no. 1, Jan. 2012, pp. 4–9., doi:10.2527/af.2011-0032.
3. Wakchaure, Rajesh, et al. “Marker Assisted Selection (MAS) in Animal Breeding: A Review.” *J Drug Metab Toxicol* 2015, 6:5 DOI: 10.4172/2157-7609.1000e127.
4. “Genomics.” *The Bullvine - The Dairy Information You Want To Know When You Need It*, <http://www.thebullvine.com/category/genomics/>.
5. DairyXNET. “Genomic Selection Has Changed Dairy Sire Selection.” *DAIReXNET*, 16 Aug. 2019, <https://dairy-cattle.extension.org/2019/08/genomic-selection-has-changed-dairy-sire-election/>.
6. García-Ruiz, Adriana, et al. “Changes in Genetic Selection Differentials and Generation Intervals in US Holstein Dairy Cattle as a Result of Genomic Selection.” *PNAS, National Academy of Sciences*, 12 July 2016, <https://www.pnas.org/content/113/28/E3995>.
7. Kandel, Purna, et al. “Consequences of Genetic Selection for Environmental Impact Traits on Economically Important Traits in Dairy Cows.” *Animal Production Science*, vol. 58, no. 10, 2018, p. 1779., doi:10.1071/an16592. milk and dairy – a nutritious, delicious, and safe part of your diet.

翻訳：小松雅也（北海道大学大学院農学学院 博士課程）
監修：川原学（北海道大学大学院農学研究院 准教授）

编者注: 仮訳の正確性、完全性、有用性等についてはいかなる保証をするものではありません。参考資料として扱い、内容に疑義が生じた場合は英文の原文をご確認ください。