



乳牛ゲノム解析の 最新技術情報

研究所 畜産研究室 養牛課

はじめに

血液から遺伝子DNAの配列を調べるゲノム解析はヒトにおいては口腔粘膜から寿命、各種疾病のリスク、体型などが予測できると話題になっています。実は酪農業界でも同様に出生直後の雌牛の血液からDNAを解析する事で、乳量、乳成分、繁殖成績、生産寿命、各種疾病のリスクなどの生産能力や生産寿命を高い精度で予測できるまでに発展しています。弊社は、アルタジャパン株式会社とともにゲノム解析を世界で展開している米国Neogen社と3社で業務提携し、飼料メーカーとしていち早く乳牛のゲノム解析サービスの提供をスタートしました。2018年のサービス開

始から累計で24,000頭分のご依頼をいただき、さらに件数は年々増加傾向にあり、この技術への関心の高さが伺えます。

実成績とゲノムの相関調査

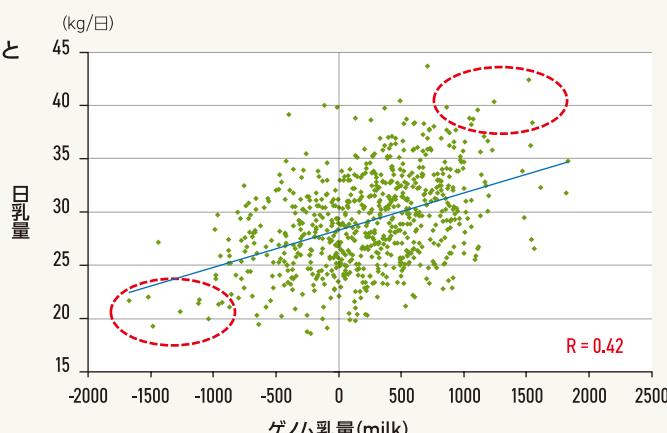
サービスを開始した当初、ご依頼いただいた生産者の方々からゲノム値を高めることで実際どの程度の乳量が増えるのかというお問い合わせが多く寄せられました。ゲノム値は米国の生産成績を基にした相対値で示されるため（乳量:+500ポンド、乳脂率:-0.001%など）、個体の優劣は判断できますが、実際の牛群成績にどの程度反映されるのかはわかりにくいという課題がありました。

その課題を解決するため、北海道から九州までの全国各地の17軒の生産者にご協力いただき、1,000頭を超えるゲノムデータと個体ごとの牛群検定成績（以下、乳検）を収集し、実際の産乳成績とゲノム数値との相関を調べるための大規模調査を実施しました。17軒の農場の平均成績は乳量32.1kg、乳脂率3.86%、乳たんぱく3.35%となっています。

①乳量 (milk)

【図1】は初産牛の平均日乳量 (kg/日) とゲ

【図1】初産牛のゲノムmilkと
日乳量の相関



出典：フィード・ワン研究所 2019

ノム乳量との相関を示したものですが、ゲノム値と実乳量に有意な相関が見られました ($R=0.42$)。この解析に用いたのは既述の通り、地域も管理方法も異なる複数の農場の個体データを抽出したものです。それにも関わらず相関が見られたことから、個体乳量に対して遺伝能力が強く関係していることが明らかになりました。直線の傾きを見るとゲノム値が1,000上昇すると個体乳量はおよそ4.5kg増加する計算になります。

さらには、ゲノム値の上位、下位牛の乳量推移を比較しました。抽出したのは、【図1】の赤枠で囲った上位10頭（ゲノムmilk平均753）、下位10頭（ゲノムmilk平均：-1622）の

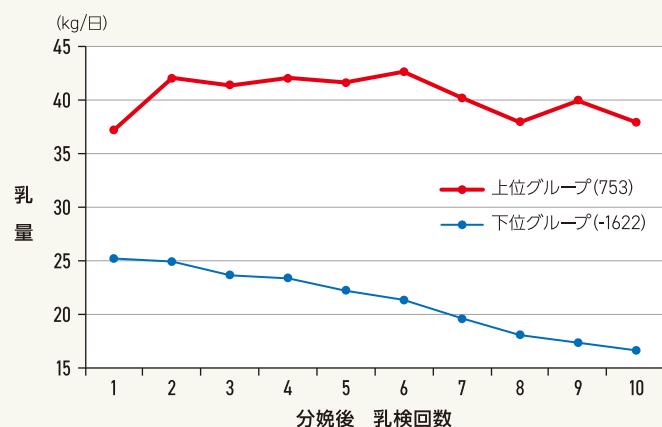
検定10回の乳量を示しています【図2】。

その結果、上位と下位グループで大きく異なる推移が示されました。下位グループはピーク乳量が25kg程度と低く、月を重ねるごとに低下する傾向が見られました。それに対して、上位グループはピーク乳量が40kg以上と初産牛としては高乳量であることに加えて10カ月目までほぼ低下せずに推移しました。

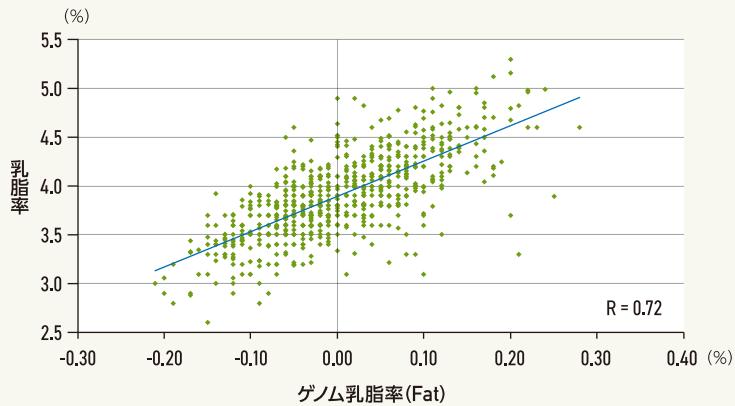
②乳成分 (Fat、Pro)

【図3・4】に、初産牛の乳脂率と乳たんぱく率におけるゲノム値との相関をそれぞれ示しました。相関係数を見ると乳脂率と乳たんぱく率ともに0.72と、乳量以上に強い相関が見られました。さらに、【図5】は今回調査した17

【図2】ゲノム上位、下位牛の乳量推移



【図3】初産牛における
ゲノムFat%と乳脂率の相関



【図2】【図3】出典：フィード・ワン研究所 2019

軒の農場ごとの乳脂率とゲノム値との相関を示したものですが、農場ごとの解析でも有意な相関が示されました。北海道から九州まで環境も飼料メニューも大きく異なる農場の乳成分でもゲノム値と相関が見られたことから、想定以上に遺伝要因が強く関与していることがわかりました。

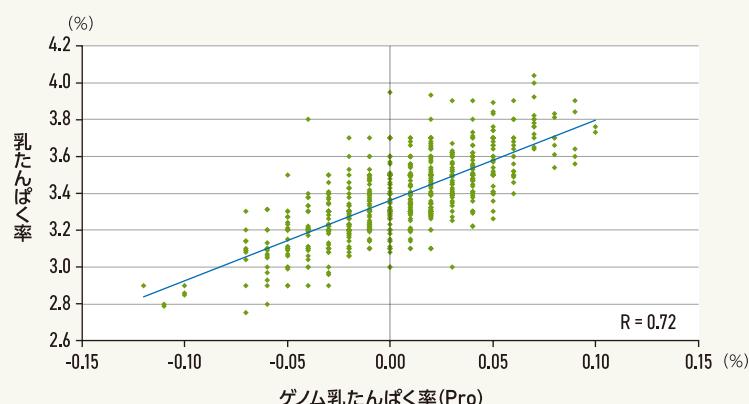
新技術：ゲノム生産予測システムの開発

弊社の研究農場において2018年からゲノム解析を導入し、ゲノム値を用いた牛群管理を実施しています。具体的には、経産牛も含めた全頭をゲノム解析し、総合能力(TPI)を目安にゲノム能力の上位グループのホルスタインの判

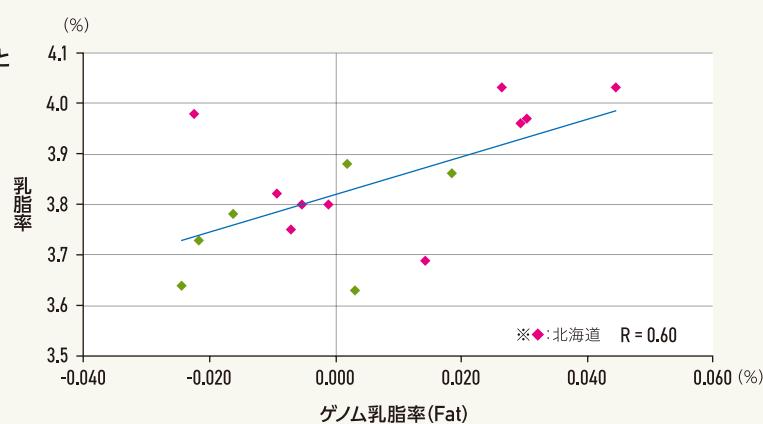
別精液を主に授精し、下位グループもしくは受胎指数(DPR)の低い牛に和牛精液及び和牛受精卵を授精しています。

【図6(次ページ)】に、ゲノムを用いた改良前と後のゲノム値(milk, TPI)の変化を示しました。その結果、TPIとして300の増加、milkは700も増加しています。前述の相関解析で作成した計算式に当てはめると個体乳量として3kg/日増加する予測になります。ゲノム値をもとに牛の選抜を行うことで、たった2年という短期間でも牛群が劇的に変わる可能性が示されました。ゲノムmilkの値が700近い個体は初産でも40kg/日を超えるピーク乳量が示されています。ただし、ボディコンディションを

【図4】初産牛における
ゲノムPro%と
乳たんぱく率の相関



【図5】農場17軒のゲノムFatと
乳脂率の相関



【図4】【図5】出典：フィード・ワン研究所 2019

見ると皮下脂肪の付着はほとんどなく、スコア2.5くらいの削瘦状態でした【写真】。

この先、ゲノム技術を用いた育種改良を進めていくと過去に経験がないほどのスピードで改良が進むと考えられます。たった数年で乳量が1~2割増加するほどの能力変化に飼養管理、栄養設計がついていけるでしょうか。

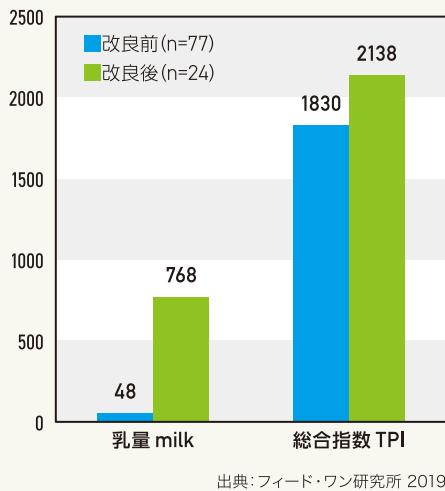
上記の課題を解決する方法として、弊社では今回の相関解析をもとに、ゲノム値から実際の乳量(kg/頭)、乳脂肪(%)、乳たんぱく(%)を予測する式を作成しました。ゲノム値と産次を入力すると個体及び牛群として、どの程度の産乳能力があるかを具体的な数値として算出することが可能です。加えて、弊社独自の飼料設計プログラム“こんだてくん”はCNCPSをベースとしており、栄養需給からの予測乳量を算出します。このプログラムにゲノム生産予測式を組み込み、栄養、遺伝の両面からの予測乳量を比較することで、栄養と能力のギャップを明確にすることができるシステムを開発しました。このようなプログラムは世界的に見ても類がなく、独自の技術として特

許を出願しています(出願番号2019-195045)。搾乳牛群のゲノム値を入力すれば、能力に見合った乳量が引き出せているかを確認し、もし能力よりも低い乳量であれば栄養需給に問題がないかをタイムリーにチェックできます。さらに、後継牛のゲノム値を入力すれば、これから1~2年後に牛群の乳量がどの程度高まるかを前もって予測し、それに応じた栄養設計を準備できるようになります。

おわりに

ゲノム解析技術の普及により、今後ますます育種改良の速度は早まると予想されます。乳量を増やしたい、生産寿命を長くしたい、繁殖性を高めたいなど改良の方針は生産者によって様々だと思いますが、農場ごとの遺伝能力差はより明確になると考えられます。ゲノム解析を用いた育種改良の時代に対して、牛の能力に見合った栄養管理を行うために、弊社の新たな飼料設計プログラムでサポートさせていただければ幸いです。

【図6】ゲノム解析導入前後の変化

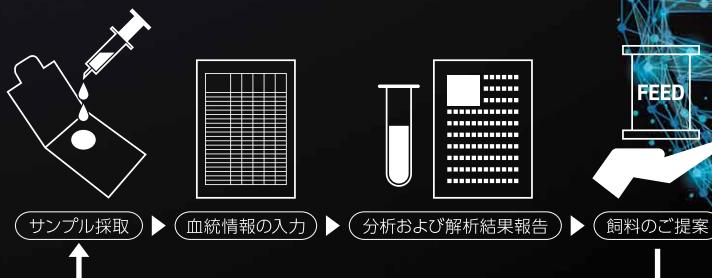


【写真】ゲノムmilk=746 DIM100日 乳量39.9kg

遺伝子レベルへ。 個体管理は、

乳牛ゲノム解析サービス

ゲノム、それは生物がもつ全ての遺伝情報。
生まれて間もない雌牛のゲノムを解析することで、
将来的な乳量、繁殖成績、各種疾病のリスク、
飼料効率など、その牛の一生を高精度に予測。
遺伝子レベルの個体管理を農場に。



フィード・ワン株式会社は、アルタジャパン株式会社と米国NEOGEN社との
3社業務提携により、乳牛のゲノム解析サービスをご提供できるようになりました。

【お問い合わせ先】 フィード・ワン株式会社 畜産飼料部
TEL.045-311-8706 FAX.045-311-8781