

## 初乳中の免疫グロブリン濃度を推定する

### はじめに

牛の胎盤は解剖学的に、母牛と胎子それぞれの血流の間に結合織や絨毛膜などが障壁として存在することから、液性免疫の主役である免疫グロブリン(Ig)をはじめ、相対的に分子量の大きなタンパク質は胎盤を通過することができないという特徴をもっていることが知られています。

この特徴から、子牛は、免疫グロブリンを保有していない状態で生まれるため、初乳を摂取することにより、初めて母牛由来の免疫グロブリンを獲得することが可能になります。このことを「受動免疫」と呼びます。

一方で、新生子牛が免疫グロブリンのような大きな分子を腸管から吸収する時間には制約があることも知られており、出生 12 時間後には免疫グロブリンの吸収は急速に減少して、生後 24 時間程度で完全に消失することが明らかになっています。

良質で十分な初乳摂取が行われないと、いわゆる「受動免疫移行不全(FPT: Failure of Passive Transfer)」が発生する可能性があります。一般的に、初乳摂取 24~48 時間後の血清中 IgG 濃度が 10mg/mL に満たない子牛は FPT と定義され、その後の疾病罹患率と死亡率が増加することが報告されています。

初乳マネジメントは、その後の子牛の健康と生産性を決定するもっとも重要なファクターであることは広く知られています。初乳マネジメントの手法は、牛の遺伝的能力の向上や生産システムの進化にともない、数多くの研究をもとに日々新しい知見が得られていますが、まだ考慮できる余地が残されています。

### 初乳に含まれる成分

牛の初乳に含まれる成分は、その後に分泌される乳汁(常乳)とは組成が異なり、固形分、タンパク質、脂肪分や灰分が多く、乳糖の含有量は少ない一方で、免疫グロブリンやサイトカインのような免疫細胞活性化因子が多く含まれていることが知られています。第 1 初乳は常乳に比べて、さまざまな成分が高濃度で存在しており、日数が経過するにつれて薄くなっていきます。

新生子牛に対する初乳の役割には、免疫グロブリンの移行だけではなく、栄養素の補充や、免疫物質の摂取などがあげられ、生後まもない子牛が外界からさらされるさまざまなストレスから守られ、生命活動を営めるように、効率的に初乳を摂取させることが必要です。

牛群の免疫の特性は農場の飼養環境や飼養管理によって変化し、母牛から子牛へと初乳を介して受け継がれます。免疫の特性上、初乳は可能な限り同一農場内の牛由来のものを給与することが好ましいですが、免疫グロブリンや栄養素を含むさまざまな初乳製剤や初乳サプリメントなどが市販されており、その時の初乳の品質に合わせて効果的に給与することで対応できます。

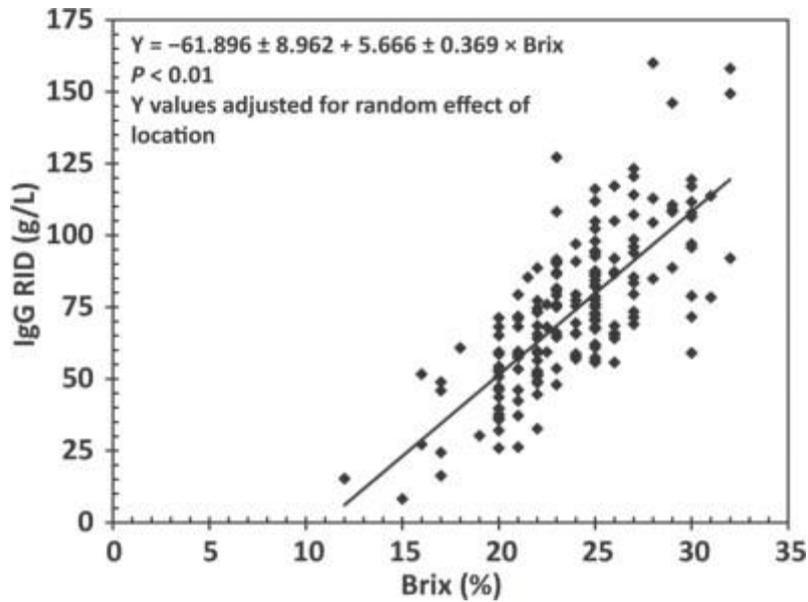
## ブリックス(Brix)値を活用する

生体液中の免疫グロブリン濃度を測定する手法としては、放射免疫拡散法(RID)や免疫比濁法(TIA)が知られていますが、専用の測定施設が必要であり、測定までにコストや手間がかかることから、生産現場における初乳中の免疫グロブリン濃度を迅速に推定する手法としては適していません。

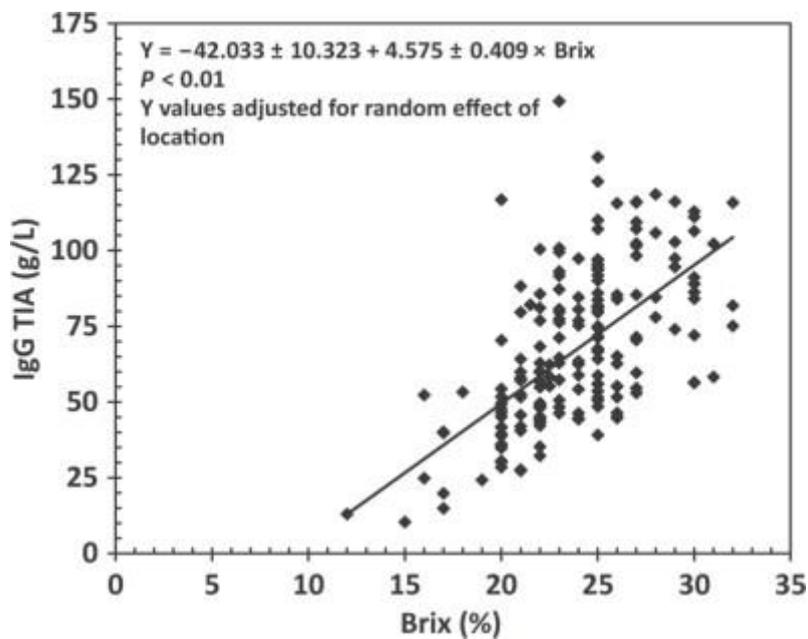
現在、生産現場においては、初乳中の免疫グロブリン濃度を簡易に推定する方法として、「屈折計(糖度計とも呼ばれます)」が広く用いられています。屈折計で測定される数値は、「ブリックス(Brix)値」と呼ばれますが、このブリックス値は、「溶液中の固形分(可溶性固形分)の割合(%)」を示しています。

屈折計は、従来の「比重計」とは測定方法が異なり、屈折計に検体を数滴垂らすだけで、初乳中の免疫グロブリン濃度を簡単に推定することが可能です。また、測定値が乳温に影響されにくく、機器が破損しにくいという点も利点となっています。ここで注意が必要なのは、屈折計の測定原理は、光の曲がり度合い(屈折度合い)を測定しており、直接初乳中の固形分や IgG 濃度を測定しているわけではないということです。

過去の研究から、ブリックス値と、全乳中の総固形分、初乳中の IgG、そして血清中の IgG について、それぞれ相関があることが報告されています。Quigley ら(2013)は、初乳のブリックス値と IgG 濃度の相関性から、ブリックス値 21%を高い品質の初乳(IgG を 50g/L 含む)のブレイクポイントとして推奨しました。



ホルスタイン種(8農場、n=183)の第1初乳のブリックス値(X軸)および放射免疫拡散法(RID)によるIgG濃度(Y軸)の測定値との相関性<sup>[2]</sup>



ホルスタイン種(8農場、n=183)の第1初乳のブリックス値(X軸)および免疫比濁法(TIA)によるIgG濃度(Y軸)の測定値との相関性<sup>[2]</sup>

最近では、2021年12月に全米科学工学医学アカデミー(NASEM)が発刊した「乳牛栄養要求第8版」においては、「初乳のブリックス(Brix)値22.0%以上がIgG濃度50mg/ml以上の保証値」と規定されています。

このように、一般的に初乳のブリックス値は22%以上が望ましいとされていますが、生産農場によっては、初乳のブリックス値の設定はさまざまで、高いところでは24%から25%に設定している農場もあるようです。



ポケット屈折計(株式会社アタゴ社)

参考文献:

- [1] Godden S. M. et al., “Colostrum Management for Dairy Calves” Vet Clin Food Anim 35 (2019) 535-556.
- [2] Quigley J. D. et al., “Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum” J. Dairy Sci. (2013) 96:1148-1155.
- [3] Moore D. A. et al., “Quality assessments of waste milk at a calf ranch” J. Dairy Sci. (2009) 92:3503-3509.
- [4] Morrill K. M. et al., “Estimate of serum immunoglobulin G concentration using refractometry with or without caprylic acid fractionation” J. Dairy Sci. (2013) 96:4535-4541.
- [5] The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (2021) Nutrient: Requirements of Dairy Cattle. 8<sup>th</sup> Revised Edition. National Academy Press. Washington DC.
- [6] 株式会社アタゴ社 HP: <https://www.atago.net/japanese/new/index.php>