

牛づくりの最前線を見る

遺伝的改良と雌雄産み分け技術

帯広畜産大学畜産生命科学研究所准教授 萩谷 功一

近年の乳牛の能力や体型はどのような方法や仕組みによって向上してきたのでしょうか。改良や交配に関わる主なものを解説します。

乳牛は、人工授精と呼ばれる技術で雌牛に雄牛の精子を掛け合わせて子どもを生ませます。これを交配といいます。交配によって生まれてくる子牛が雌であるか雄であるかは、精子の種類で決まります。ここでは、乳牛を遺伝的に改良する仕組みと雌雄産み分け技術を紹介합니다。

健康で長生きできる体型に改良

乳牛は2歳前後で初めて子牛を産み、牛乳を搾ることができるようになります。約1年間毎日2、3回搾乳すると、乳量は1年間で平均8,000kg以上になります。

日本で飼われている乳牛の多くは白黒模様のホルスタイン種という品種です。ホルスタイン種は暑い環境が苦手で、気温が23℃を超えると暑さによるストレスを感じるといわれています。乳牛がストレスを受けると、病気にかかりやすくなったり、牛乳の量が減ることが分かっています。そのため、運動場に日陰をつくったり、牛舎に送風機を設置して暑さを避けるなど、乳牛を飼う環境を改善することで乳量が少しずつ増えていきます。また、遺伝的に乳量が多い雌牛を増やすことによっても乳量は年々増えています。

乳牛が昔と変わったのは乳量だけではなく、昔と最近の乳牛を比べると体つき、特に乳房の形が大きく変化しています。乳房の形と乳牛の健康について研究したところ、深過ぎる乳房は地面に触れる機会が多く、乳頭が傷ついたり、雑菌が付きやすいため、乳房炎などの病気にかかりやすいくことが分かりました。乳房炎にかかると、治療して治るまでは牛乳を出荷することができません。そのため乳牛は、たくさんの牛乳をつくるだけでなく病気に強く、健康で長生きできるような

体型になるよう遺伝的に改良しています。

「遺伝的に改良する」というと、遺伝子进行操作するようなバイオテクノロジーを思い浮かべるかもしれませんが、実際の乳牛改良は、遺伝的に優れた乳牛を見つけ出し、それらの子牛を増やすことの繰り返しです。実は、遺伝的な改良には雄牛の役割がとても重要なのです。

妊娠は雌牛のコンディション次第

1960年から70年にかけて、雄牛の精子を特別なストロー(写真1)に入れて凍結し、それを使って「人工授精」する技術が広まりました。今では、凍結精液を使って雌牛に人工授精するスペシャリストである人工授精師による交配が普通です。

雄牛は、家畜人工授精所と呼ばれる所で雄牛を専門に扱う職員によって管理されています。ここでは、1週間に2回くらいのペースで雄牛から採精(雄牛の精子を集めること)した後、精子の状態(たくさんの正常な精子が活動していることなど)を確認し(写真2)、精子を凍結保存するための特別な液体と共にわずか0.5mlずつストローに入れて凍結されます。

凍結されたストローは、マイナス196℃の液体



写真1 家畜人工授精用のストロー
(一社)ジェネティクス北海道製作DVD「牛凍結精液ができるまで」から

窒素で満たした容器の中で保存されます。その後、人工授精師や酪農家からの注文により出荷されます。人工授精を行うときは、凍結保存されたストローを容器から取り出して解凍した後、雌牛に交配します。

雌牛はいつも妊娠の準備が整っているわけではなく、人工授精したからといって必ず妊娠するとは限りません。妊娠に成功するかどうかは、雌牛のコンディションと妊娠の準備が整ったタイミングを正しく見分けること、人工授精の技術、そして運次第です。

ところで、どのようにして遺伝的に優れた雄牛を選んでいるのでしょうか。優れた雄牛を見つ出す仕組みに「牛群検定」と「体型審査」、そして「血統登録」が関わっています。

1頭ごとの乳量・体型を調べる

乳牛は毎月一度、乳量や乳成分(乳脂率や無脂固形分率など)を調べるため、検定員と呼ばれる人が牛乳を検査する仕組みがつけられています。その仕組みを牛群検定と呼びます。酪農家が牛群検定に参加すると、その酪農家にいる1頭1頭の雌牛のデータが分かるだけでなく、どの雄牛の娘の成績が良かったか比較することで、遺伝的に優れた雄牛を見つけることができます。

牛群検定は都府県で(一社)家畜改良事業団、北海道では(公社)北海道酪農検定検査協会という団体が担当しています。

牛群検定の他に、雌牛の体型を調べるため、牛群審査という仕組みがあります。牛群審査は、(一社)日本ホルスタイン登録協会に所属している乳

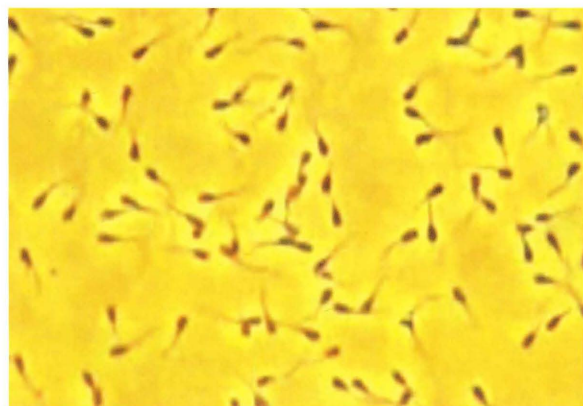


写真2 ホルスタイン種の精子
(一社)ジェネティクス北海道製作DVD「牛凍結精液ができるまで」から

牛の体型審査の専門家(体型審査員)が酪農家に出向き、審査標準と呼ばれる基準に基づいて1頭1頭の雌牛の体型の特徴を記録します。体型審査にはたくさんの項目があり、世界中で同じ項目を調べることで国の枠を超えて乳牛の体型を比較できるようにするため、国際会議で相談しています。

血統登録は牛づくりの第一歩

雄牛の遺伝的能力を調べるためには、雌牛それぞれの父親が分かっている必要があります。こうした親子関係は、血統登録を行うことで管理されています。雌牛が生まれてすぐに血統登録を行うと血統登録証明書が発行されます。また、血統登録するとその雌牛の父親、母親、祖父母などが証明書に記載されるだけでなく、インターネットでいつでも血統情報を検索できるようになります。

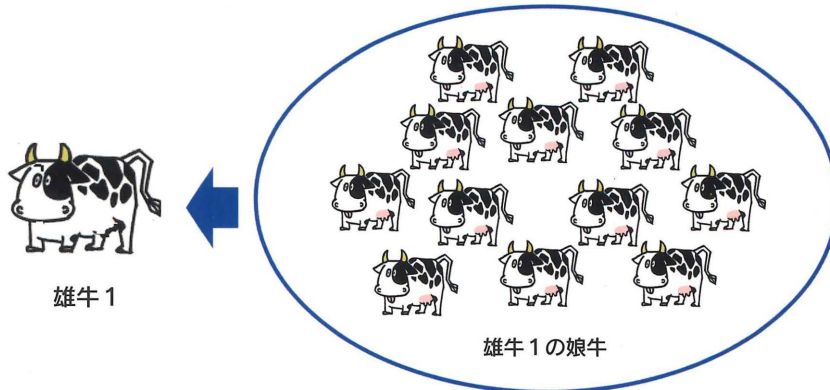
乳牛は近い血縁同士を交配させる(近親交配といえます)と、乳量が低下したり、病気にかかりやすくなったり、妊娠しにくくなったりすることが分かっています。そのため、雌牛の交配相手となる雄牛を決めるときには、雄牛の遺伝的能力だけでなく、血統を確認して近親交配にならないよう慎重に選ばなければなりません。だから、雌牛が生まれたらまず、血統登録を行うことが将来の牛づくりの第一歩といえるでしょう。

時間がかかる雄牛の評価

数値で表された遺伝的な特徴を「遺伝評価値」と呼びます。遺伝的な特徴とは例えば、乳量がどのくらい増えるか、体の大きさがどのくらいか—といったことをいいます。雄牛の遺伝評価値は、試験的にたくさんの雌牛に交配させ、生まれてきた娘牛が大きくなり、牛乳を搾ってその成績から調べます(次図1)。雄牛の遺伝評価値を調べる仕組みを後代検定と呼んでいます。

試験的に交配させた娘牛が生まれるまでに約1年、その娘牛が大きくなり牛乳を生産できるようになるまでに普通2年以上かかります。だから後代検定には何年もの長い時間がかかります。そして、後代検定の結果、遺伝的な能力が高いことが分かった雄牛の凍結精液だけが使われるのです。

図1 たくさんの雄牛の成績から雄牛の遺伝的な特長を調べる



人工授精に凍結精液が利用されるようになってから、遺伝的な価値が高い雄牛の凍結精液は、世界中で流通しています。

ある国(A国)でたくさんの良い娘牛が生まれ、遺伝的な価値が高いと思われた雄牛が他の国(B国)では期待外れだった—ということが起こりました。その理由を調べてみたところ、A国では、娘牛が主にフリーストールと呼ばれる施設により牛舎の中で穀物を多く食べていたのに対し、B国では放牧によって生の牧草を主に食べていたことが分かりました。つまり、A国とB国では、乳牛が食べていたもの、運動の時間など、飼われていた環境がまったく違っていたのです。そのため、A国の環境で高い能力を発揮する遺伝子とB国の環境に適する遺伝子が違うことが分かりました。

そこで、「インターブル」と呼ばれる国際機関がつくられ、環境の違う国の雄牛の遺伝的能力を国際的に比較できる国際評価が行われるようになりました。現在では国際評価により、各国の環境に最も適する遺伝子を持つ雄牛のランキングを見て使いたい雄牛を選ぶことができます。日本では、(独)家畜改良センターのホームページでインターブルによる国際評価値が公表されています。

機械で雌生み精液を振り分ける

人工授精の後、雌牛の中にある卵子のところまで精子がたどり着いてはじめて雌牛が妊娠します。生まれてくる子牛の性別は、卵子に最初にたどり着いた精子が雄であるか、雌かによって決まります。ここでは、雌になる精子をX精子、雄になる精子をY精子と呼ぶ

ことにします(図2)。

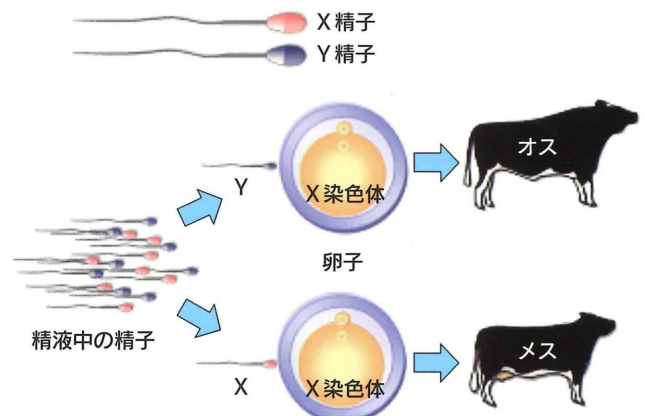
人工授精によって妊娠した雌牛の子どもが雄牛であるか雌牛であるかは普通、生まれてくるまで分かりません。ところが最近では、フローサイトメータという機械で、X精子とY精子を振り分けることができるようになりました。この機械により、90%以上の高い確率で雌牛が生まれる雌雄選別済み精液を入れたストローをつくるできるようになりました。

能力が遺伝子検査ですぐに分かる

乳牛の遺伝的能力を知るための新しい方法が注目されています。「ゲノミック評価」と呼ばれるこの方法は、乳牛の尾の毛根から遺伝子を調べ、その遺伝子から雄牛の遺伝的能力を直接調べてしまおう、という新しい試みです。ゲノミック評価は、遺伝子を検査するだけで生まれたばかりの雄牛や雌牛の遺伝的能力がすぐに分かることが特徴です。

ゲノミック評価を行うにはあらかじめ、牛群検定、牛群審査、血統登録のデータと遺伝子のデータを照合し、遺伝子の役割を調べておかなければなりません。そのため、これまでつくってきた遺伝的改良の仕組み(牛群検定、牛群審査、血統登録など)への取り組みを続けていくことが大切です。

図2 雌雄決定の仕組み



(一社)ジェネティクス北海道のホームページから