

## 暑熱と牛の繁殖

### 1. はじめに

梅雨明けとともに訪れる夏の暑さには、人も牛もばててしまいますが、大事な食料を生産している牛たちには、暑さを乗り越えて頑張ってもらわないといけません。牛の快適な温度は 15～25℃で臨界温度は 26～30℃とされています。温度が上昇しても発汗、呼吸、血管の拡張で体温を保つことができます。しかし、さらに上昇して臨界温度を超えると、採食量を減らし、熱の発生を減らすことで対応します。しかし、採食量が減少するとエネルギーが不足し、乳生産量も減少します。また、繁殖性も低下し、雄の精子の品質や生産性が低下することによって引き起こされる夏季不妊症については、よく知られています。

一方、雌についても受胎性が低下することは経験的にも遭遇することですが、その機序については、明らかでない部分も多々ありますので、繁殖と暑熱の影響について整理しました。

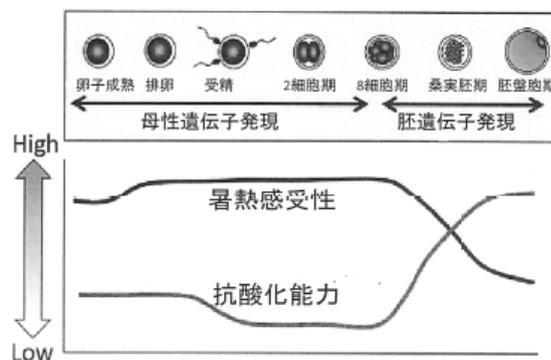
### 2. 暑熱はどの生殖ステージに最も影響するのか

牛が子供を産むためには卵巣、卵管、子宮の生殖器があり、それぞれの役割があります。卵巣では卵子の発育・成熟、卵管での受精と約 4 日間かけて 16 細胞期胚への発生、その後、子宮に胚は下降して、1 日 1 回の細胞分裂を繰り返し、7 日目には胎子と胎盤になる部分が区分できる胚盤胞期胚となります。この時期までは、まだ胚は透明帯に囲まれているが、その後、孵化（ヒヨコの孵化と同じ用語です）して、胚は子宮内膜と直接的に接触するようになります。胎盤が形成され機能し始める着床と言われる時期は、受精後 20 日前後となります。

このような一連の胚の発生過程にあって、暑熱が最も影響する時期はいつかを知ることは、暑熱対策を講じるうえでも役に立ちます。では、どの時期に最も暑熱の影響を受けるのでしょうか。

近年は卵子の成熟培養、受精、胚の発生が可能となった体外受精技術、卵巣から超音波ガイド下で未成熟卵子を吸引採取する OPU 法、遺伝子発現や超音波装置を用いた超早期妊娠診断法などが発達してきて、かなり詳細にステージごとの暑熱の影響を解析できるようになりつつあります。

図は Sakatani の総説論文を引用して、一部改変したものです。多くの研究によれば、暑熱は卵子の発育、受精、8 細胞期胚までが、最も大きく影響し、それ以降の発生時期には、大きな影響を及ぼさないことが明らかになりつつあります。



つまり、卵子の品質の低下によって、受精がうまくいかず、

M.Sakatani, JRD 2017 改変

胚の発生も 8 細胞期胚までに止まってしまうことが受胎率低下の主な要因であると言えます。

胚の発生においては、受精により雌雄の配偶子が接合するのですが、受精の瞬間から発生の開始に向けて、多くのイベントが立て続けに起きます。そのため、雄の配偶子があったとしても、8 細胞期までは母性遺伝子のみが機能し、その後、ようやく両性の遺伝子が協調して働くようになります。つまり、母性遺伝子のみが機能している時期が、最も暑熱の影響を受けやすいと言えます。それは抗酸化能力とスイッチングしていることから明らかです。

### 3.暑熱と卵子（初期胚）の品質

卵子は原始卵胞から受精可能な成熟卵胞に発育するのに、通常 2～3 か月程度かかるとされています。この時期にも暑熱の影響が大きいと思われます。牛では 21 日の発情周期で排卵するのは 1 個ですが、それまでに数十個の卵胞が発育して閉鎖退行するイベントが、1 回の発情周期中に 2～3 回繰り返される卵胞波と言われる現象があります。つまり 1 個の排卵する卵子を選び出すのに 20～40 個の卵胞が必要となります。暑熱のダメージが加わると、第一減数分裂中期への発育阻害、細胞分裂する紡錘糸の異常、卵子の形状を維持する細胞骨格の破綻、ミトコンドリア機能の低減、卵の周囲を取り囲む顆粒膜細胞へのダメージによる卵子成熟へのアシスト効果の低減、ステロイドホルモンの低下などなど、あらゆる悪影響が集中します。

また、暑熱が加わると熱ショックタンパクが産生され、それは卵子が成熟する細胞周期の調節に直接的にストップモーションをかけるとの研究もあります。

### 4.暑熱の影響の時系列

それでは梅雨明けと同時に牛の繁殖性は激減するのでしょうか。しかし「梅雨明け直後よりも、なんか秋口になっても受胎性が悪いままなんだよなあ」との経験を抱かれている方が多いと思います。それは、排卵直前の成熟卵子は暑熱にさらされる期間が短いため、比較的ダメージが小さいので、まだ受胎性に大きな低下は認められません。一方で、前述しましたように原始卵胞から成熟卵胞に発育するまでに、数か月を要するので、暑熱の影響は日数が経過するにつれて、加速度的にダメージを与え続けます。そのため、ようやく涼しくなったと感じる时候になっても、ダメージを受けた卵子が排卵するので、受精がうまくいかないこととなります。つまり、暑熱が繁殖性に及ぼす影響は、梅雨明けから 1 か月ほど後ろにずれて表れます。具体的には 8 月中旬から 9 月の中旬頃までが繁殖性が最も低下します。

### 5.暑熱の影響を低減するには

暑熱の影響を低減させるには、牛舎構造や換気量などの物理的改善効果と各種サプリメント給与して、卵子の抗酸化能力を高める生理学的改善効果があります。弊社が販売しています「アスタ SE ペレット」は抗酸化能力が高いアスタキサンチンを主原料としていますので、暑熱対策の一助になるものと考えられます。給与時期は上述した理由から、梅雨入りから 9 月までの約 3～4 か月間、継続して給与することが、暑熱の影響を低減させる上で有効と考えられます。

日産合成工業株式会社 学術・開発部

