

こんにちは！ラボの新人池田です！

入社してから早3カ月が過ぎ、牛柄ハイエースの運転にも慣れてきました。車高が高いので、走っていて気持ちが良いです。

さて、7月に入り、夏本番が着々と近づいてきています。

強い日差しと、もわんとした空気には人間もやられますが、牛にとっても厳しい季節がやってきました。この時期に一番心配されるのは繁殖がうまく回るかどうか…だと思います。そこで、一度は聞いたことがあるであろうフレーズ、「夏こそ受精卵移植を！」、このワケを皆さんはご存じですか？当然のごとく、夏場はAI受胎率が下がるから、より受胎性の高い受精卵移植を活用しよう！という意味ですが、なぜ受胎率がおちるのか？胚の発生様式に着目しながらまとめてみました。

牛の繁殖性に及ぼす暑熱の影響で顕著にみられるのが、AI受胎率の低下です。

その要因を探るには、AI後のどの段階で？なにが？暑熱の影響を受けているのか知る必要があります。これまで多くの研究が行われ、

- ① 牛の体温が上がると生殖器の温度も上昇することで、受精後の初期胚の発生に影響を与える
- ② 暑熱の影響は、胚発生が進むにつれて受けにくいことがわかってきました。

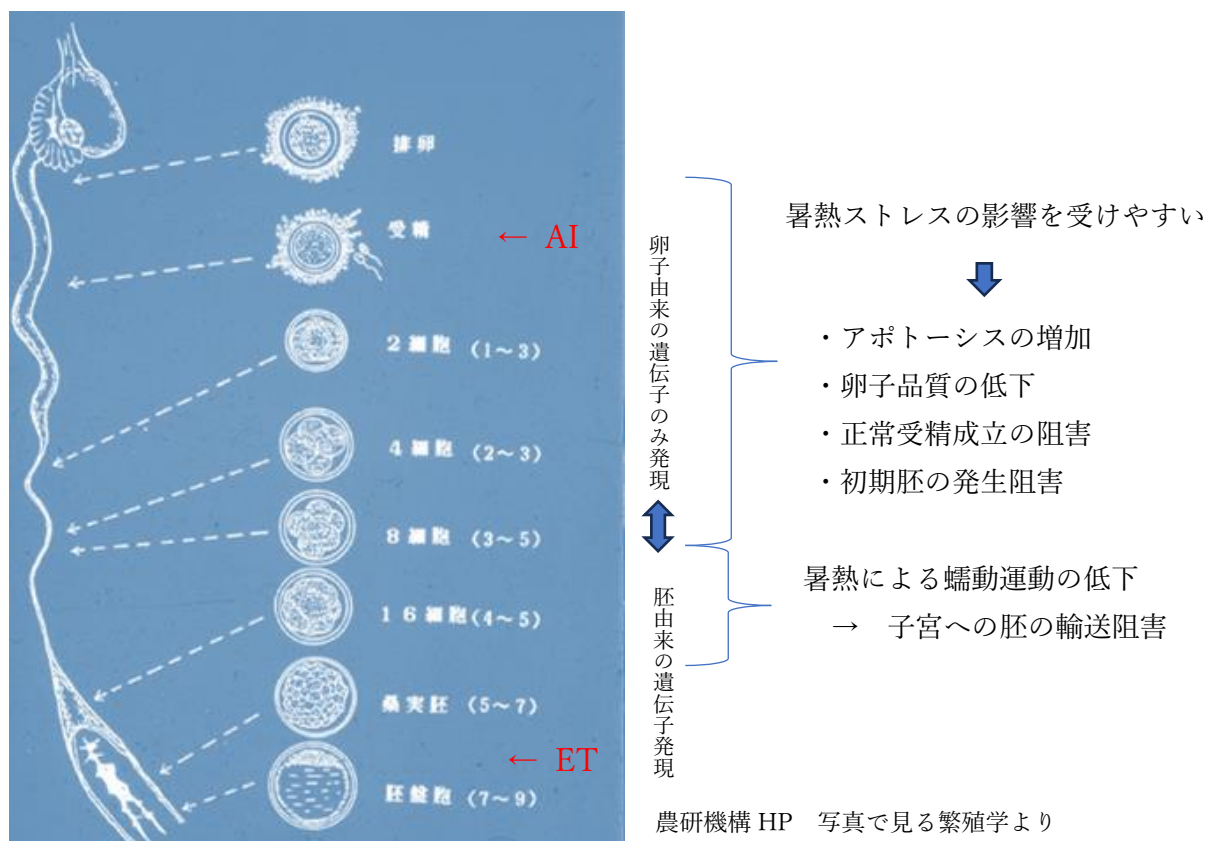
### 【胚発生に暑熱が与える影響とは？】

体温の上昇に伴い、体内の酸化ストレスが上昇します。酸化ストレスとは、活性酸素（ほかの物質を酸化させる力が通常よりも強い酸素）が過剰に産生され、これを除去しようとする抗酸化能とアンバランスな状態を指します。この活性酸素は、体内では細菌やウイルスから体を守る免疫機能を維持する役割がありますが、増えすぎるとエネルギー産生に重要なミトコンドリアの機能低下・DNAの損傷・タンパク質の変性など正常な細胞や遺伝子も攻撃してしまいます。

一方、牛の受精後最初の遺伝子発現（胚性ゲノムの活性化；ZGAといいます）は、8細胞期に誘導されることが知られており、このZGAが何らかの要因で抑制あるいは阻害されると胚の発生が停止しやすいことが分かっています。

つまり、AI後1-3日の間に暑熱ストレスを受けた場合、細胞死の増加や遺伝子レベルの変化が起こることで、正常な発生が妨げられることが想像できます。

ちなみに、ZGA が起こる前は、卵子自身がつもつ母性因子を使って細胞機能が維持されます。母性因子は徐々に減っていき、その貯蓄がなくなるころ胚由来の遺伝子発現が始まり、発生に必要なたんぱく質の合成が劇的に増加します。これが、発生が進むほど暑熱の影響を受けにくい要因だと考えられています。ただ、8細胞期を過ぎても油断はできません。図のように暑熱ストレスによって蠕動運動が低下して、着床までたどり着けない可能性もあります。



その点、受精卵移植は、暑熱などの環境要因に対する感受性が高い時期をパスした胚を子宮に移植するため、AIほど夏場に受胎率が低下する傾向がみられないのだと考えられます。凍結胚は、暑熱ストレスを受けない時期に生産した胚を暑熱期に利用できる利点もあります。ただ、地域や受け牛の状態によっては、夏場のAI受胎率がほかの季節と変わらない場合もありますので、あくまで繁殖性を下げないための1つの活用術として受精卵移植は有効です。

私も受胎性の高い受精卵を生産できるよう頑張ります！

・ ZGA について少しだけ追記します☆

既に上述しましたが、胚性遺伝子の転写が始まる現象を ZGA(Zygotic gene activation の略)と  
いいます。マウスでは 2 細胞期、ヒトやブタでは 4 細胞期と、起こる時期が動物種によって違  
います。

ZGA を詳しく見ていくと、小規模な胚性遺伝子の活性化 (minor ZGA) と呼ばれる第 1 段  
階の転写活性化が起こり、次いで大規模な胚性遺伝子の活性化 (major ZGA) と呼ばれる第  
2 段階の転写活性化と続きます。minor ZGA はこれまで発生には関与しないと考えられて  
いましたが、近年の研究(マウス)で、minor ZGA は major ZGA の誘導に必須であることが  
明らかになりました。minor ZGA が阻害されてその発現がずれこむと、母性 mRNA から胚  
性 mRNA への切り替えがうまくいかず、胚の発生が停止してしまいます。

一言で ZGA といっても、そのプログラム内の段階的な正常性は個体形成に必要不可欠で  
す。

※転写：DNA がコピーされ mRNA になる過程

※mRNA：タンパク質合成に必要な DNA のコピー

最後まで読んでいただきありがとうございました！

<参考>

初期胚の遺伝子発現に関わるエピジェネティック修飾(日本胚移植学雑誌, 鈴木伸之介ら)

牛繁殖性に及ぼす暑熱ストレス(日本胚移植学雑誌, 高橋昌志ら)

暑熱ストレスと牛の繁殖性(家畜感染症学会誌, 阪谷美樹)

Minor zygotic gene activation is essential for mouse preimplantation development .  
(Proceedings of the National Academy of Sciences, USA 阿部ら)