

配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

2025 年 11 月 25 日

大阪公立大学

AI でウシの体外受精の効率化へ 卵子の個性に合わせた培養法で胚の発生率向上

<ポイント>

- ◇AIを活用して黒毛和種牛の卵子を、成熟スピード(核成熟速度、Nuclear maturation speed、NMS^{※1}) が早い群と遅い群に分類。
- ◇成熟が遅い群では、標準の培養時間よりも 4 時間長く培養することで、胚盤胞^{※2} の発生率が向上。
- ◇一方で、両群ともに培養時間が長くなると、胎子の元になる細胞(内部細胞塊^{※3}) の品質に影響を与える可能性を示唆。

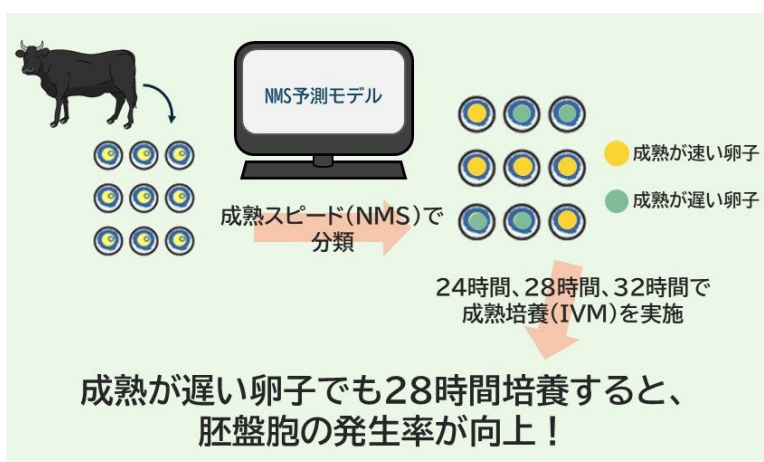
<概要>

ウシの体外受精は、畜産業の生産性向上に欠かせない重要な技術です。しかし従来の受精方法は、卵子の成熟スピード(NMS)に個体差があるにもかかわらず、すべての卵子を同じ時間で一律に培養していました。そのため、成熟が遅い卵子は十分に準備が整わないまま受精することになり、胚の発生率が低下する可能性があります。

大阪公立大学大学院獣医学研究科の古山 敬祐准教授と HO, Chia-Tang 博士(研究当時、大学院生)らの研究グループは、AI による NMS 予測モデルを活用し、黒毛和種牛の卵子を成熟が早い群と遅い群に分類。培養時間を変えて比較した結果、成熟が遅い群では、一般的な培養時間より 4 時間長く培養することで胚盤胞の発生率が改善し、速い群と同等の水準に達することを明らかにしました。

本研究は、AI を活用して卵子の個性を見極め、最適な培養時間を提供する個別化培養が、ウシの体外受精効率を高める新たな技術であることを示唆しています。

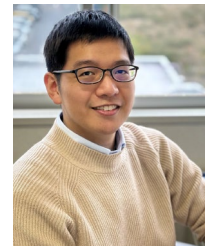
本研究成果は、2025 年 11 月 18 日に国際学術誌「Molecular Reproduction and Development」にオンライン公開されました。



卵子には独自のリズムがあり、画一的な培養ではなく個々の個性に合わせたサポートが重要です。発生率と遺伝子発現のズレは、一見矛盾しますが、生命のメカニズムの奥深い複雑さを示しています。この発見を元に、今後さらに培養条件を最適化し、ウシの胚生産の効率化を目指しながら、この現象を深く探求していきたいです。



古山 敬祐准教授



HO, Chia-Tang 博士

<研究の背景>

優れた雌ウシから多くの卵子を採り、体の外で受精卵（胚）を育てて別の雌ウシに移植する体外受精技術は、畜産業にとって非常に重要です。この体外受精を成功させるには、まず卵子を成熟させる必要があります。卵子はそのままでは受精できず、成熟培養（*in vitro* maturation、IVM）^{*4}と呼ばれるプロセスを経て、初めて受精できる状態になります。卵子には個性があり、成熟スピード（NMS）にはバラつきがあります。しかし、一般的な体外受精では、すべての卵子を同じ時間だけ培養しています。これでは、遅い卵子は成熟が不十分なうちに受精することになり、胚の発生率が低下する可能性があります。

<研究の内容>

本研究では、AIを用いて独自に開発した NMS 予測モデルを活用し、黒毛和種牛の卵子を成熟が速い群と遅い群に分類しました。次に、両群の卵子を、標準の 24 時間と、28 時間、32 時間の 3 パターンで IVM を実施しました。その後、体外受精を行い、受精卵がどれだけ順調に育つか（胚盤胞の発生率）を比較しました。

その結果、遅い群の卵子を標準の 24 時間で培養した場合、発生率は速い群よりも低くなりました。しかし、培養時間を 28 時間に延長したところ、発生率が改善し、速い群と同等の水準に達しました。これは、成熟が遅い卵子も 4 時間長く培養することで、十分に成熟した状態になったことを示しています。一方で、培養時間を 28 時間や 32 時間に延長して育てた胚盤胞は、速い群・遅い群に関わらず、胎子の元になる細胞（内部細胞塊）の品質に関わる重要な遺伝子（*NANOG*や *OCT4* といった多能性関連遺伝子^{*5}）の発現が低下していることが分かりました。

これらの結果から、遅い卵子の発生率を上げるためには 28 時間培養が有効である一方、長すぎる培養は胚の品質に別の影響を与える可能性も示されました。

<期待される効果・今後の展開>

本研究により、従来のように一律の培養時間では、うまく育たなかった成熟が遅い卵子も、適切な時間を与えることで、移植可能な受精卵に育てられる可能性が見えてきました。これは、畜産農家がより効率的に優れたウシを生産する技術につながると期待されます。

今後は、培養時間を延長した際に見られた遺伝子の変化が、その後の妊娠や出産にどのような影響を及ぼすのかを詳しく検討する必要があります。また、AI の予測精度をさらに高め、卵子一つ一つに最適な培養液や培養時間を自動で提供できるような、未来の培養システムの開発を目指していきます。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費（課題番号：JP20K15681、JP24K09270）、および笹川科学研究助成（課題番号：2024-5036）の支援を受けて実施されました。

<用語解説>

- ※1 核成熟速度（nuclear maturation speed、NMS）：卵子が第二減数分裂中期まで到達するまでのスピード。卵子ごとに違いがある。
- ※2 胚盤胞：受精卵が分裂を進め、着床可能な状態になったもの。ウシでは受精から約 7～8 日目でこの状態になり、子宮への移植に用いられる。
- ※3 内部細胞塊：受精卵が胚盤胞という段階に発達したときに現れる細胞の集まりで、将来的に胎子の体を形成する部分。
- ※4 成熟培養（*in vitro* maturation、IVM）：未熟な卵子を、体外で受精可能な状態（第二減数分裂中期）まで成熟させる培養のこと。
- ※5 多能性関連遺伝子：胚盤胞の中で、内部細胞塊が、体のあらゆる細胞に分化できる能力（多能性）を維持するために重要な遺伝子群。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】Molecular Reproduction and Development

【論文名】Extended *in vitro* maturation enhances oocyte developmental competence but alters gene expression in bovine embryos derived from oocytes with slow-predicted nuclear maturation speed

【著者】Thomas Chia-Tang Ho, Takashi Tanida, Takashi Fujii, Keisuke Koyama

【掲載 URL】<https://doi.org/10.1002/mrd.70067>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院獣医学研究科
准教授 古山 敬祐（こやま けいすけ）
TEL：072-463-5354
E-mail：koyama-keisuke@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：久保
TEL：06-6967-1834
E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp