

凍結精液評価による AI を利用した受胎性予測に資する因子の探索

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構畜産研究部門・上級研究員 武田 久美子

■ 目的

近年、ウシの受胎率低下が問題となっているが、人工授精に使用した場合に低受胎となる精液(種雄牛)が存在し、早期発見が望まれる。しかし精液の受胎性について従来の評価法では検出が困難な場合があり、その要因解明や新しい評価法の開発が求められている。そのためには従来の評価法に加え、低受胎の指標となりうる可能性のある様々な側面の因子から総合的に判断する必要がある。これらの多様な情報を元に種雄牛候補牛の受胎性を客観的に判定する手法として、人工知能(AI)による受胎性評価が適していると考えられた。そのため、従来の精液品質評価項目に加え、我々が独自に解析した精子 DNA メチル化情報、人工授精時の精子の運動特性や DNA 損傷といった新たな因子が効果的であるか、AI を利用した種雄牛候補牛の受胎性予測を行うための検討を行う。

■ 方法

人工授精に用いる精子の運動特性データを取得するためには、現場での利用が可能な精子運動測定システムの導入が必要である。本課題ではまず、持ち運び可能なモバイル型精子運動測定システムの人工授精および採精現場での利用性の検討を行った。夏から冬にかけて人工授精に用いた凍結精液について、人工授精前の凍結融解直後に運動性データを取得した。夏から冬にかけて採精した精液について採精現場、実験室内で運動性データを取得し据置型精子運動測定システムの計測値と比較した。次に、受胎率の判明している種雄牛由来の凍結精液から取得したデータから評価項目の選定および人工知能(AI)分析モデルの検討を行った。機械学習手法による受胎率の予測と手法の比較により、種雄牛受胎性評価の正確度を向上させるため、線形回帰法に加え AI 手法であるニューラルネットワーク法、ランダムフォレスト法、ベイズ法及び勾配ブースティング法を適用し、メチル化情報と運動性情報および月齢を項目に加えた総合的な項目に基づき分析モデルの検討を行った。一方、市販されている AI 予測ソフトの利用性を検討するため、受胎率の数値予測モデルおよび受胎率 40%未満を分類する分類予測モデルを作成し、予測精度について検討した。

■ 結果および考察

モバイル型精子運動測定システムの人工授精および採精現場での利用にあたっては、測定サンプルの温度管理を適切に行えば十分な情報が得られることが示唆された。今後、人工授精ごとの凍結精液や雌牛の詳細なデータを取得することで、種雄牛の受胎性評価がより信頼性の高い評価となると考えられた。また、凍結精液の DNA メチル化情報、運動性情報などを利用した無作為分割による予測モデルの検証から、機械学習手法を用いることにより、種雄牛の受胎率の予測が可能であることが示された。DNA メチル化の情報に加え運動性の情報を受胎率の予測に利用することで予測精度が改善することが期待された。市販ソフトを用いた場合も同様に受胎予測が可能なること、DNA メチル化の情報に加え運動性の情報、IVF 成績、DNA 損傷率の情報を加えることにより予測精度が改善すると思われた。今回 DNA メチル化情報は事前検討にて受胎性と関連がある項目を選択したが、運動性情報は受胎性との関連性を評価しないで用いており、受胎性と関連のありそうな項目を選択して学習することで予測精度が改善する可能性も考えられた。受胎予測精度を改善するために、データ数の増加、欠損値の影響、学習項目のより適切な選定については今後の課題である。

■ 結語

種雄牛の凍結精液から得られる DNA メチル化情報や精子運動性情報によって種雄牛受胎性予測が可能であることが示唆された。