

博士論文要約 (Summary)

平成 27 年入学

連合農学研究科 生物生産科学 専攻

氏 名 新垣 大地

タイトル	暑熱ストレスに対する黒毛和種空胎期間の反応軌道分析
------	---------------------------

キーワード (温湿度指数) (空胎期間) (暑熱ストレス)

序論及び目的

ウシの生産能力に対する数々の暑熱環境の影響が報告されており、暑熱環境下では繁殖能力が低下する。特に空胎期間(DO)は長期化するほど1頭あたりの維持育成経費が増加し収益低下に繋がるため、各農家は近年の温暖化を考慮した生産に取り組む必要がある。DO記録は受胎すれば分娩を待たずとも早期に入手可能な形質である。しかし、農家経営上の人為的な操作等の影響により分析の精度は高くなく、DOの改良形質としての有用性は定まっていない現状にある。近年、世界的な温暖化や異常気象の影響により、年々平均気温が高くなる傾向にある。育種選抜の指標となる育種価も暑熱ストレスによる影響を受けると考えられるが、これまで暑熱環境下におけるDOの遺伝的な評価を行った研究報告は少ない。本研究では、暑熱環境下で飼育されたウシを用いて、DOに対する暑熱ストレスの影響を多角的に評価し、DOの有用性について研究を行った。

1. DOにおける年内変動と暑熱ストレスに対する反応

目的

本章では、DOに対する暑熱ストレスの影響について明らかにすることを目的に、近年の環境変化と繁殖成績の推移を用い、暑熱ストレスを多角的な視点からモデルに含み統計分析による評価を行った。

材料及び方法

沖縄県黒毛和種の分娩記録より、各産次の分娩日および次産次の受胎日を用いて分娩後のDOを算出した。DOは21d以下を除外、22dから50dを50d、250d以上を250dと設定した。分娩年は2008年から2012年、6産目までを対象とした。供試データは33,777件である。

4つのモデルで暑熱環境の評価を行った。Model 1では分娩季節の母数効果を含み、季節的な反応の違いを評価した。Model 2では分娩月の母数効果を含み、月ごとの経時的変化から評価した。Model 3では分娩日の温湿度指数(THI)を1次および2次の共変量として含み、暑熱ストレスの直接的な影響を評価した。Model 4ではTHIの母数効果を含み、各THI帯のDOの傾向を評価した。他の要因として農家、産次数、地域、分娩年の母数効果、雌牛、人工授精師の変量効果を各モデルに含んだ。統計解析プログラムSAS 9.3の混合モデルプロシジャ、1変量分散分析により有意性検定を行った。

結果及び考察

Model 1の分析では、夏分娩のDOが長く(123.85 d)、春と秋分娩のDOが短かった(119.83 d, 119.26 d)。Model 2の分析では、6月分娩のDOが長く(127.58 d)、4月分娩のDOが短かった(115.65

d). Model 3 の分析では, THI の増加に伴いすりばち状の増加傾向を示し, THI 70 で DO は最低値を示した. Model 4 の分析では, THI 51 から 65 にかけて DO は減少し, THI 66 から 85 にかけて増加した. THI クラスごとの傾きを検証すると, THI 65 から 70 の間で DO は最小値を示し, この範囲に THI の転換点が存在した. THI 80 以上では傾きの急激な増加が見られたことから, THI 70 以上が暑熱ストレスの対策を必要とする区域, THI 80 以上が暑熱ストレスによる影響が深刻になる区域であると考えられた. 夏分娩および 5 月から 8 月の分娩では DO が増加する傾向にあることが判明した.

2. DO における体感温度順化に関する分析

目的

ウシは暑熱環境への適応性を備えており, この反応を温度順化と呼ぶ. 代謝的反応時間が必要なことから, 起因から順化までに時間的ずれが発生する. 暑熱ストレスの評価には, これらの時間的ずれを的確にとらえることが重要である. 前章の DO が悪化する時期は THI の上昇期にあたり, 温度順化による影響が考えられた. 本章では, 温度順化の過程で暑熱ストレスの影響が異なるという仮説を検証するため, DO に対する温度順化を考慮した時の影響について明らかにすることを目的とした.

材料及び方法

DO の定義は前章と同様である. 分娩年は 2008 年から 2016 年とした. 供試データは 43,500 件である. 年間の THI の変動から, THI 上昇期, THI 下降期, 熱的中立期の 3 つの期間を沖縄島地域と八重山地域でそれぞれ設定した. THI 上昇期の実質的な暑熱ストレスの影響を調査するため, 上昇期の THI に補正値を設けた(分娩日平均 THI+1 から+10). 各補正値を用いた時の 2 乗平均平方根誤差 (RMSE) を比較し, 最小 RMSE を有する補正値を調査した. 雌牛, 種雄牛, 人工授精師の変量効果を DO から除いて補正し, 農家, 産次, 分娩年, 地域, THI 変動期を母数効果とするモデルを用いた. 補正された THI は地域の効果を含めた 2 次の階層回帰係数として含めた.

結果及び考察

最小 RMSE を示した補正値は+7 および+8 であった. 沖縄島地域では THI の効果が 1 次において補正値+7 以下で有意であり ($p<0.05$), 八重山地域では 2 次の効果において全ての補正値で有意であったため ($p<0.01$), 最適な補正値は+7 とした. THI 上昇期における DO 観測値は実際の THI に 7 を加算した時の DO 推定値に近く, 上昇期に分娩したウシは下降期に分娩したウシより体感上は 7 ほど高い THI 下にあることが示唆された. 本章の分析の結果, 上昇期と下降期の THI の反応性に差があることが判明した. 同等の THI が観測されても暑熱ストレス指標としての THI 値は異なる特性を持つことを示した.

3. 暑熱ストレスに対する遺伝的反応の軌道分析

目的

選抜淘汰による遺伝的な繁殖能力の改善を目指すためには, DO の遺伝率, 遺伝相関, 育種価の推定が重要である. 暑熱環境下の DO の反応性が変化することから, 遺伝率や育種価に関しても推定値が変動すると考えられる. THI の増加に伴い DO の育種価を維持する個体または減少する個体は耐暑性を持つと定義できる. 本章では暑熱環境下において耐暑性を持つ個体の

選抜を目的に、前章で得られた補正值を用いて、変量回帰分析による遺伝的パラメータの推定および育種価の予測を行った。

材料及び方法

DO の定義は前章と同様である。1 頭あたり 3 回以上分娩した雌牛に限定し、他の制限は前章と同様である。妊娠期間(GL)および分娩間隔(CI)を設定した。血統情報記録から 3 世代前までの祖先情報を用いた。供試データは雌牛 6,627 頭分の分娩記録 20,045 件である。

分散成分推定プログラム VCE 6.0.2 を用いて、対象形質の遺伝パラメータの推定を行った。単形質モデルで遺伝率、2 形質モデルおよび変量回帰モデルで遺伝率と遺伝相関を推定した。モデルにはそれぞれ農家、産次、分娩年、地域、THI 変動期の母数効果および雌牛、種雄牛、人工授精師の変量効果を含めた。THI 上昇期の補正值を+0 または+7 とする標準化された暑熱指数(HI)をモデルに含め、HI に対する切片と傾きの効果を検証した。

結果及び考察

単形質モデルを用いた時の遺伝率は DO, CI, GL について、それぞれ 0.138, 0.124, 0.230 であった。2 形質モデルで得られた遺伝相関は DO と CI で 0.997, DO と GL で 0.002, CI と GL で 0.080 であった。DO と CI は実質的に同質の形質、DO と GL はそれぞれ独立した形質であった。変量回帰モデルの HI に対する切片の遺伝率は DO, CI, GL について、それぞれ 0.241, 0.242, 0.349 であった。これは暑熱ストレスがない時の基本的な耐暑性を表す。これらの遺伝率の結果より DO, CI, GL の長さで選抜を行うより、耐暑性に優れたウシを選抜する方が有効であると考えられた。HI に対する傾きの遺伝率は、DO, CI, GL について、それぞれ 0.048, 0.049, 0.003 であった。これは暑熱ストレスが発生した時の耐暑性の変化の傾きを表し、遺伝率は非常に低かった。耐暑性に関する繁殖形質の選抜は、切片を用いた方が有効であると考えられた。遺伝率の推移を見ると、THI の増加に伴い遺伝率は低下した。THI 85 の時、補正值+0 と+7 の遺伝率はそれぞれ 0.025, 0.120 であり、補正值の追加で遺伝率が上昇することが判明した。DO の育種価について、育種価上位 50 頭は-20 d から-40 d の範囲であり、下位 50 頭は 40 d から 60 d の範囲であった。上位群の中でも HI の増加に対して DO を増加させる育種価を持つ個体が多く見られたが、補正值の有無による差は見られなかった。育種価から見た沖縄県黒毛和種の耐暑性において地域差は見られず、八重山地域で飼われたウシの DO 表型値の短さは、暑熱環境による効果より農家の飼養形態による差が反映されたと考えられた。

結論

これらの研究結果より、沖縄県黒毛和種雌牛の DO を改善する目的として、暑熱ストレスを指数として用いた軌道分析が有効であると考えられた。繁殖農家は DO の選抜を行うにあたり、春分娩または秋分娩になるよう授精時期を調整することが望ましい。順化効果を促す観点から、特に THI 上昇期における暑熱ストレスの緩和が有効である。DO に関する改良は直接的な長さを選抜するのではなく、暑熱ストレスにより DO が悪化しない耐暑性の高い個体を選抜することが望ましい。沖縄県黒毛和種の耐暑性に地域差は見られないため、飼養環境の整備は DO の改善に大きく影響すると結論付けた。