

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24580395

研究課題名(和文)肉用牛における個体の耐暑性能力に関する研究

研究課題名(英文)A study on heat tolerance traits of beef cattle

研究代表者

及川 卓郎(Oikawa, Takuro)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号：90160407

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：肉用牛を含む家畜牛では、年々受胎率が低下する傾向にある。そのため、生物としての活力が心配されている。この原因として暑熱ストレスを考えた。この研究は、牛の耐暑性を遺伝的に強化するための研究である。これまでの研究から暑熱ストレスをはかる指標を探索し、温度と湿度から計算される不快指数を選んだ。繁殖性をはかる形質としては、初産日齢と分娩間隔の2形質とした。授精日前後の不快指数の影響について分析したところ、それぞれの形質で特定の日の不快指数が重要であることを明らかにした。この不快指数から牛の暑熱ストレス感受性をはかる指標とすることが可能となり、耐暑性育種に応用できることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In domestic cattle, including beef cattle, conception rate was observed to decrease consistently. Therefore, it has been concerned about the vitality of the organism. Heat stress was considered to be a factor of it. This study was conducted for improving heat tolerance of beef cattle genetically. In order to measure heat stress, temperature-humidity index (THI) was used. THI is calculated from temperature and humidity. Traits to quantify reproductive performance of cattle were age at first calving and calving intervals. Investigating the effect THI around an insemination day, THI of a particular day was found to be significant in its effect. This finding revealed that the THI of a particular day can be used for assessing heat stress sensitivity of cattle and exploit methodology to initiate genetic improvement for heat tolerance in cattle.

研究分野：動物遺伝育種学

キーワード：heat stress beef cattle reproduction THI heat tolerance Japanese Black piecewise regression

1. 研究開始当初の背景

地球的規模の温暖化により、わが国ではこの100年間の年平均気温の上昇は1.1に達し、1990年以降特にこの傾向が顕著になっている(文部科学省 気象庁 環境省, 2009)。今後もこの傾向が続く可能性が高く、家畜生産に対する影響が懸念されている。家畜に対する影響として、最も懸念される影響は、繁殖成績の低下である。暑熱ストレスの対策としては、個々の畜舎環境、飼育環境など管理面における改善も必要と考えられるが、長期的な対策としては集団全体の暑熱ストレス耐性を高める対策が重要である。動物集団全体の水準を向上させるには、各個体の暑熱ストレス耐性を遺伝的に強化する必要がある。しかし、黒毛和種において暑熱ストレス耐性に関する研究はこれまでのところ研究例がなく、温暖化が進行している現状において、動物の暑熱ストレス耐性を高める研究を早急に着手する必要がある。

2. 研究の目的

近年、乳製品や和牛肉の生産を支えている子牛の出生が減少しており、将来の需給バランスが危惧されている。このように乳牛、肉牛を問わず、牛頭数の増加が求められているが、現実の生産頭数は減少傾向にある。牛においては元々年当たりの生産効率が低い。このような中、分娩間隔など繁殖形質が低下する傾向にあり、繁殖効率の改善が急務となっている。この低下にはいろいろな要因が関与しているが、暑熱ストレスは地球的温暖化が進行する中、繁殖能力を低下させる大きな要因となっている。牛の繁殖形質に対する暑熱ストレスの影響に関する研究は乳牛で盛んであるが、肉牛では暑熱ストレスの影響に関する研究は少なく、その実態は不明な点が多い。本研究では、暑熱ストレスに対する遺伝的評価モデルの作成の一助とするため、初産日齢と分娩間隔という広く記録されている繁殖形質の表型値に対する暑熱ストレスの影響について分析を行った。

3. 研究の方法

1990年からの20年間における分娩記録から、50件以上の記録がある農家、200件以上の記録がある種雄牛、270日-300日の妊娠期間、650日-1300日の初産日齢、300日-730日の分娩間隔という基準でデータを制限した。以上の絞り込みにより、初産日齢は9279件、分娩間隔では第1分娩間隔(CI1)から第3分娩間隔(CI3)までの記録件数が7961~8429となった。暑熱の評価には、県内8か所の観測所で記録された気温と湿度から算出した温湿度指数(THI)を用いた。THIの算出式および4種の温湿度指数(THI)は以下になる。ただし、tは気温(摂氏)、rhは相対湿度を表している。

$$Thi(t, rh) = (1.8 t + 32) - (0.55 - 0.0055 rh) (1.8 t - 26)$$

(Aguilar et al., 2009)

1) THI1:1日の平均気温,平均湿度, 2) THI2:1日の最高気温と最低湿度, 3) THI3:最低気温,最低湿度, 4) THI4:最低気温,平均湿度。THIの影響を検証した期間は、授精前30日から授精後61日である。統計分析にはSASの3プロセジャー(REG, NLIN, GLM)を用いた。このうち、共変量THIの適合度の比較にはREGプロセジャーを用い、各繁殖形質に対するTHIの回帰分析と閾値の推定にはNLINプロセジャーによる区分回帰分析を行った。GLMによる分析では以下の線形モデルを用いた。

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + F_j + Y_k + \sum_{t=1}^s \{ b_{t1}(T_{tijkl} - \bar{T}_t) + b_{t2}(T_{tijkl} - \bar{T}_t)^2 \} + e_{ijkl}$$

ここで、 y_{ijkl} は、初産日齢、分娩間隔などの観測値、 S_i はi番目の父牛に関する母数効果、 F_j is j番目の農家に関する母数効果、 Y_k はk番目の授精年次に関する母数効果、 b_1, b_2 は1次及び2次の偏回帰係数、 T_{tijkl} is 授精日周辺の日におけるTHIで、 \bar{T}_t はその平均。また、 e_{ijkl} は変量残差、そしてsは観測値に当てはめた共変量の数である。

4. 研究成果

回帰分析の結果、初産日齢に対してはTHI3を分娩間隔に対してはTHI2を使ったモデルの適応度が優れていた。父牛、農家および授精年を主効果に含む共分散分析により、初産日齢では授精9日から3日前および授精後29日から31日の期間、高い有意性を示した。最終的に、授精7日、2日前および31日後のTHI(いずれも2次まで)を共変量とした。一方、分娩間隔ではCI1が受精3日前および受精後33日目、CI2では受精20日前および受精後3日目、45日目、CI3では受精前25日目、17日目、12日目、8日目のTHIに対する(1次及び/または2次)偏回帰係数で有意性が示された。初産日齢補正值(父牛、農家および授精年の最小2乗平均値で補正)に対する区分回帰分析により、授精7日、2日前および31日後のTHI閾値は、それぞれ69.0、61.4、62.9であった。(表1)

表 1. 初産日齢(AFC)に対する授精前7日,2日および受精後31日のTHIの区分回帰分析結果

推定値 ¹⁾	特定日の THI		
	D(-7)	D(-2)	D(+31)
切片	772.3	905.7	930.6
閾値	69	61.4	62.94
b ₁	0.687	-1.752	-2.036
b ₂	-3.431	1.451	0.578

1) b₁ は回帰前半の回帰係数, b₂ は回帰後半の回帰係数

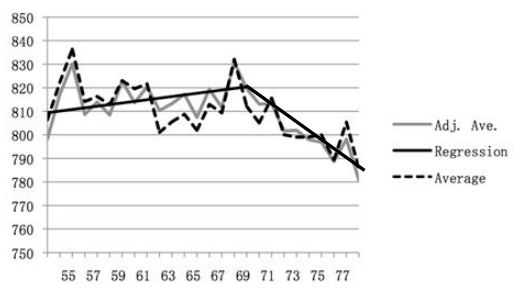


図 1. 受精 7 日前の THI3 に伴う初産日齢の変動

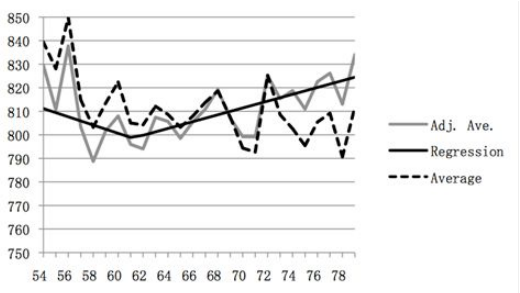


図 2. 受精 2 日前の THI3 に伴う初産日齢の変動

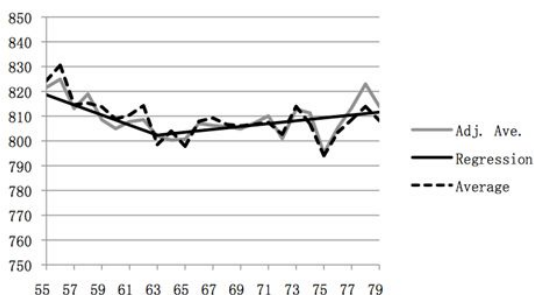


図 3. 受精 31 日後の THI3 に伴う初産日齢の変動

図 1～3 は、特定日の THI3 の変化に伴う初産日齢の推移を図示したものである。破線は算術平均の変化を示し、灰色線は、最小 2 乗平均値による補正平均を示す。また、実線は補正平均を当てはめた区分回帰直線を示している。受精 7 日前（図 1）では 69 の閾値に達するまでは、緩やかに増加したが、閾値を超えてからは、急激な低下を示した。受精 2 日前（図 2）では低い閾値（61.4）の後、増加する傾向を示した。受精 31 日後も同様の变化を示したが、閾値後の増加は緩やかな傾向を示した。以上のことから、初産日齢に対する THI の効果は受精前または受精後の特定日

によりことなっていることが明らかになった。この違いには初産日齢に關与するさまざまな要因の影響が考えられた。これらの要因には、温湿度の直接的な影響、温湿度が動物の飼料摂取量に及ぼす間接的な影響、さらに飼料供給の季節的変動の影響が考えられた。

表 2. 分娩間隔 (C11, C12, C13) に対する授精時前後の THI の区分回帰分析結果

分娩間隔日	C11		C12		
	-3	+33	-20	+3	+45
切片	383.6	367.9	297.6	470.6	368
閾値	78.95	-	69.77	-	-
b ₁	0.476	0.639	1.673	-0.836	0.549
b ₂	-2.546	-	-0.445	-	-

分娩間隔日	C13			
	-25	-17	-12	-8
切片	397.8	353.5	316.5	451.4
閾値	76.38	-	70.35	-
b ₁	0.148	0.718	1.34	-0.625
b ₂	-1.619	-	-0.561	-

1) b₁ は回帰前半の回帰係数、b₂ は回帰後半の回帰係数

分娩間隔については後の分娩間隔になるほど有意な日数が増えるが、一方 THI の反応性はあいまいになる傾向が見られた。そこで C11 に対する THI の反応性をみると、統計的に有意な日は、授精日 3 日前と 33 日後の 2 日間であった（表 2）。

授精日 3 日前には、THI79.0 までは THI の上昇に伴い、分娩間隔が長期化する傾向がみられたが、閾値を過ぎると急激な減少がみられた。一方、授精後 33 日では分娩間隔は THI に対して正の線形関係を示した。以上の結果、C11 においてランダムリグレッション法による遺伝的評価の可能性が示唆された。

< 引用文献 >

Aguilar I, Misztal I, Tsuruta S. 2009. Genetic components of heat stress for dairy cattle with multiple lactations. Journal of Dairy Science 92, 5702-5711

文部科学省 気象庁 環境省 2009. 日本の気候変動とその影響

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Takuro Oikawa

Effect of heat stress on age at first calving of Japanese Black cows in Okinawa.
Animal Science Journal ,査読有、(In press)
ASJ-2016-0067

〔学会発表〕(計 4 件)

及川卓郎 (2015) 沖縄県における黒毛和種繁殖形質の分析 - 分娩間隔表型値に対する温湿度指数の影響, 日本畜産学会第 120 回大会, 酪農学園大学, 江別市, 北海道

新垣大地・及川卓郎 (2015) 沖縄県黒毛和種の空胎期間に及ぼす暑熱環境の影響, 日本畜産学会第 120 回大会, 酪農学園大学, 江別市, 北海道

Takuro Oikawa (2015) Effect of heat stress on age at first calving and calving interval of Wagyu (Japanese Black) cattle, The 66th EAAP Annual Meeting, Warsaw, Poland

及川卓郎 (2015) 黒毛和種雌牛の初産日齢と分娩間隔に対する暑熱の影響について, 沖縄農業研究会第 54 回大会, 琉球大学, 西原町, 沖縄県

及川卓郎 (2014) 黒毛和種の初産日齢, 分娩間隔に対する暑熱の影響, 日本暖地畜産学会宮崎大会, 宮崎観光ホテル, 宮崎市, 宮崎県

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

及川 卓郎 (OIKAWA, Takuro)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号 : 90160407

(2) 研究分担者