寒冷感作が泌乳牛の血中グルコース、遊離脂肪酸、 甲状腺ホルモンに及ぼす影響

四十万谷吉郎・古郡 浩*・宮田保彦**

農林水産省畜産試験場，茨城県筑波農林団地305

* 東京農工大学農学部，府中市183

** 農林水産省農業研究センター，茨城県筑波農林団地305

(1986. 3. 3 受付)

Key words : cold stress, blood, glucose, free fatty acid, thyroid hormone

牛および羊の血中グルコース¹⁻⁴⁾、遊離脂肪酸 (FFA)¹⁻⁴⁾ および甲状腺ホルモン^{1,5-8)} の濃度は寒冷感作によって上昇することが報告されている。しかし、寒冷感作によって、それらが上昇しないことを示す報告もある^{9,10)}。また、泌乳牛では寒冷感作時におけるこれらの血中成分の変化に関する報告は少ない^{2,10)}。

本実験では泌乳牛の血漿中グルコース、FFA 濃度および血清中サイロキシン (T_4)、トリヨードサイロニン (T_3) 濃度の寒冷感作による変化を調べた。

材料および方法

実験は既報¹¹⁾と同一のものである。供試牛は泌乳最盛期を過ぎたホルスタイン種泌乳牛6頭(産次:3—8産、試験開始時の分娩後日数:79—156日、体重:630—700kg)であった。供試牛は3頭ずつA、B2群に分け、寒冷区と対照区について1期3週間の反転法により実験を行なった。

実験期間中の日平均温度の平均値(標準偏差)は寒冷区ではⅠ期が $-1.6(1.6)^{\circ}\text{C}$ 、Ⅱ期が $-2.6(1.8)^{\circ}\text{C}$ 、Ⅲ

期が $0.5(1.1)^{\circ}\text{C}$ であり、対照区ではⅠ期が $8.3(1.3)^{\circ}\text{C}$ 、Ⅱ期が $8.7(1.6)^{\circ}\text{C}$ 、Ⅲ期が $11.3(1.2)^{\circ}\text{C}$ であった。

給与飼料は配合飼料、コーンサイレージとチモシー乾草であり、飼料給与量はTDN量で日本飼養標準の100%として、各期ごとに、前期の最後の1週間のFCM量と体重から算出し給与した。

頸静脈からの採血は真空採血管を用い、実験開始日および各期の1, 3, 7, 14, 21日目に午前11時から12時の間に実施した。血漿中グルコース、FFA 濃度および血清中 T_4 、 T_3 濃度の測定は既報¹¹⁾どおりである。

結果および考察

この実験における寒冷感作が生産反応に及ぼした影響については前報¹¹⁾において報告したが、その概要は次のとおりであった。体重に対する乾物摂取量の割合は寒冷区が2.62%、対照区が2.65%、乳量は寒冷区が19.4kg、対照区が19.1kgであり、いずれも両区間に差を認めなかった。しかし、脂肪補正乳量は寒冷区が18.4kg、対照区が17.5kg、固形分補正乳量は寒冷区が18.1kg、対照区が17.4kgで、いずれも寒冷区が対照区より多かった($P<0.05$)。

実験期間中の寒冷区と対照区それぞれの日平均温度の経時的変動と血漿中グルコース濃度、FFA 濃度、血清中 T_4 濃度および T_3 濃度の経時変化は図1に示すとおりであった。

Ⅱ期とⅢ期の血漿中グルコース濃度は寒冷感作1日目から前期の対照区の21日目の濃度より有意に高くなり

Effects of Cold Exposure on the Blood Glucose, Free Fatty Acid and Thyroid Hormones in Lactating Cows: Kichiro SHIJIMAYA・Kou FURUGOURI*・Yasuhiko MIYATA** (National Institute of Animal Industry, Tsukuba Norindanchi P. O. Box 5., Ibaraki 305. *Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchushi, Tokyo 183. **Agricultural Research Center, Tsukuba Norindanchi, Ibaraki 305)

Fig. 1. Changes in mean temperature of barns, and in plasma glucose, free fatty acid (FFA), serum thyroxine (T_4) and triiodothyronine (T_3) of experimental cows. Mean of three animals, ○: group A, ●: group B, —: cold exposure,: control, * and **: significant differences between group A and group B (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$)

($P<0.05$), 寒冷感作期間中その高い濃度を維持した。Ⅱ期とⅢ期の FFA 濃度も寒冷感作 1 日目から高くなったが、その濃度は 3 日ないし 7 日目に降低下する傾向を認めた。一方、供試牛が寒冷区から対照区へ移動した場合、Ⅱ期とⅢ期のグルコースと FFA 濃度は 1 日目から低下し、対照区の期間中はほぼその濃度を維持した。また、寒冷区のグルコースと FFA 濃度はⅡ期とⅢ期の期間中対照区より高かった。

Ⅰ期においてはグルコースと FFA 濃度の変化はⅡ期、Ⅲ期と異なっていた。これらは寒冷感作直後に上昇を認めず、7 日目に実験開始前の濃度より高くなった ($P<0.05$) が、14 日目には低下し、21 日目に再び高くなった ($P<0.05$)。Ⅰ期においても寒冷区のグルコースと FFA 濃度は寒冷感作 7 日目に対照区より高くなった。

エネルギー摂取量が不足する時に、めん羊の血中グルコース濃度は低下し、FFA 濃度は上昇することが知ら

れており¹³⁾、これらの血中成分の変化は栄養摂取量と密接な関係を有している。藤田ら²⁾は寒冷感作によって、泌乳牛の血中グルコース濃度と FFA 濃度が上昇することを認めているが、グルコースの上昇程度は小さいと報告している。一方、羊においても、泌乳牛と同様に寒冷感作によって血中グルコース濃度と FFA 濃度の上昇が認められているが、グルコース濃度の上昇は FFA 濃度の上昇より遅れると報告されている^{3,14)}。本実験において、寒冷区のグルコース濃度と FFA 濃度は対照区より高く、藤田ら²⁾の結果と一致していた。さらに、Ⅱ期とⅢ期のこれらの濃度の上昇は寒冷感作 1 日目から始まり、グルコース濃度の上昇が始まる時期は羊より早かった。

WEBSTER¹⁵⁾は寒冷感作時の羊の血中グルコース濃度と FFA 濃度の上昇はカテコールアミンの分泌増加によることを示しており、また、YOUNG¹⁾も寒冷感作時の交感神経系の高進により牛と羊の血中グルコース濃度と FFA 濃度が上昇することを示している。本実験における泌乳牛の血漿中グルコース濃度と FFA 濃度の上昇も交感神経系の高進によるものと考えられる。

寒冷区内の採血日による温度差と、血漿中グルコースまたは FFA の濃度差との間には有意な相関が認められなかった。この点については温度差のみでなく、栄養条件も考慮して、検討する必要があると思われる。

I 期とⅡ期の血清中 T_4 濃度は寒冷感作によってすみやかに上昇するが、寒冷感作 3 日ないし 7 日目には低下し、その後、ほぼ一定濃度となった。Ⅱ期で寒冷区から対照区に移した A 群では T_4 濃度は 1 日目から低下し、Ⅱ期の間、その濃度をほぼ維持した。また、I 期とⅡ期の 1 日目と 3 日目の寒冷区の T_4 濃度は対照区より有意に高かったが、Ⅲ期では寒冷区の変化が I 期とⅡ期より小さく、対照区との差は小さくなった。これは寒冷感作に適応していたことによると考えられた。

血清中 T_3 濃度はほぼ T_4 濃度と同様の傾向を示した。

寒冷感作によって甲状腺機能が高進すると報告されている^{7,16,17)}。しかし、牛または羊の血中甲状腺ホルモン濃度が上昇したとする報告^{5,6,18)}と上昇しないとする報告¹⁰⁾または、 T_3 濃度は上昇するが T_4 濃度は影響されないとする報告⁸⁾があり、結果は報告によって必ずしも一致していない。また、寒冷感作に対する反応は感作後 36 時間¹⁷⁾、または 24 時間⁸⁾であらわれ、その後低下することが示されている。本実験の結果から、寒冷感作によって泌乳牛の甲状腺ホルモンが上昇することが明らかとなり、さらに、寒冷感作 24 時間以内に甲状腺機能が高進すると推察された。しかし、血中濃度の上昇は一時

的で、それは 7 日目には低下しており、甲状腺機能の面から、寒冷感作後 7 日以内に泌乳牛は寒冷感作に対して適応状態になるものと考えられた。

本実験の寒冷感作は泌乳牛にとって軽度の感作であったが、血中のグルコース、FFA、 T_4 および T_3 濃度は約 10°C の舎内温度の変化に対して速やかに反応することが示された。また、寒冷感作期間中、グルコース濃度はほぼ高い値を維持したが、FFA、 T_4 および T_3 濃度は感作後一旦上昇し、その後低下する傾向を示した。

文 献

- 1) YOUNG, B.A., J. Anim. Sci., 52: 154-163. 1981.
- 2) 藤田 裕・松岡 栄・高橋潤一・鈴木孝俊・藤田毅, 帯大研報, 12: 323-329. 1982.
- 3) 藤田正範・菅原盛幸・安保佳一・津田恒之, 生物環境調節, 14: 107-114. 1976.
- 4) 砂川勝徳・藤田正範・高橋 潔・彦坂和雄・大谷文博・安保佳一・庄司芳男・津田恒之, 日畜会報, 54: 770-776. 1983.
- 5) JOHNSON, H.D. and M.K. YOUSEF, J. Anim. Sci., 25: 1069-1075. 1966.
- 6) WESTRA, R. and R.J. CHRISTOPHERSON, Can. J. Anim. Sci., 56: 699-708. 1976.
- 7) THOMPSON, G.E., J. Dairy Res., 40: 441-473. 1973.
- 8) 甫立孝一・甫立京子・川端麻夫・上家 哲, 日畜会報, 53: 39-44. 1982.
- 9) GRAHAM, A.D. and G.D. PHILLIPS, Can. J. Anim. Sci., 61: 919-924. 1981.
- 10) KESNER, J.S., K. LEUNG and E. M. CONVEY, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 161: 38-40. 1979.
- 11) 四十万谷吉郎・古郡 浩・宮田保彦, 日畜会報, 56: 704-710. 1985.
- 12) 農林水産技術会議, 日本飼養標準・乳牛. 中央畜産会. 東京. 1974.
- 13) ANNISON, E.F., Aust. J. Agric. Res., 11: 58-64. 1960.
- 14) 高橋秀之・佐々木康之, 栄養生理研究会報, 23 (1): 63-89. 1979.
- 15) WEBSTER, A.J.F., in Environmental Physiology 1. 33-69. (ROBERTSHAW, D. ed) University Park Press. Baltimore. 1974.
- 16) YOUSEF, M.K. and H.D. JOHNSON, Life Sci., 4: 1531-1543. 1965.
- 17) YOUSEF, M.K. and H.D. JOHNSON, Life Sci., 5: 1349-1363. 1966.
- 18) CHRISTOPHERSON, R.J., H.W. GONYOU and J.R. THOMPSON, Can. J. Anim. Sci., 59: 655-661. 1979.