

## 9 暑熱期の乳牛におけるバイパスナイアシン給与効果

埼玉県農業技術研究センター

○大澤 玲、吉川 結夏子

日産合成工業株式会社

上地 さり

### I 緒言

乳牛は飼育環境が気温 25℃以上になると暑熱ストレスを受けるようになり、体温の上昇や採食量の低下などにより、乳生産や繁殖性が低下し、経済的損失につながる<sup>1)</sup>。特に本県は全国でも有数の暑さの厳しい地域であり、暑熱ストレスの低減が生産性向上のための喫緊の課題となっている。

ビタミン B 群に属する「ナイアシン」は補酵素としての作用のほか皮膚における毛細血管の拡張に働き、皮膚からの体温放出が誘導されることで気温上昇に伴う体温上昇を抑えるとされている<sup>2)</sup>。また、近年、ルーメンで分解されずに下部消化管での吸収されるバイパスナイアシン製剤 (RP-NA) が開発された。そこで暑熱期の乳牛における RP-NA の投与効果について検討した。

### II 材料および方法

#### 1 試験期間

暑熱初期の 2019 年 5 月 27 日～6 月 28 日、暑熱期の 2019 年 7 月 30 日～8 月 31 日の 2 回行った。

#### 2 供試牛

各期とも、つなぎ牛舎で飼養する搾乳中のホルスタイン種経産牛を供試した。試験開始時の平均分娩後日数は暑熱初期で 147 日、暑熱期で 113 日、平均産次は暑熱初期で 2.7 産、暑熱期で 1.8 産だった。

#### 3 試験区分

各期とも、試験区は RP-NA を投与する添加区 3 頭、無添加の対照区 3 頭を配置し、一元配置による試験を実施した。飼料は同一成分の TMR を飽食とし、給与は 8:00、16:30 の 1 日 2 回給与とした。添加区は、RP-NA12g/頭/日を朝の飼料給与時に TMR にトップドレスで投与した。

#### 4 調査項目および分析方法

飼料摂取量は個体ごとに毎日の給与量と残飼量を記録し、1 週ごとの代表サンプルの水分測定値をもとに乾物摂取量を測定した。搾乳は 8:00 と 16:50 の 2 回行い、1 日乳量は朝・夕の搾乳量の合計とし、搾乳時にミルクメーター (オリオン機械株式会社, 長野) により毎日測定した。乳成分測定は試験期間中に 1 回 (暑熱初期: 試験開始 18 日目、暑熱期: 試験開始 10 日目) 行った。

試験期間中、温度・湿度データロガー (株式会社 KN ラボラトリーズ, 大阪) を直射日光のあたらない試験牛房近くの牛舎内の壁 (牛床から約 1.5m の位置) に設置し、5 分おきに温度・湿度を測定した。測定データから、温度湿度指数 (THI:  $0.8 \times \text{温度} (^\circ\text{C}) + 0.01 \times \text{湿度} (\%) \times (\text{温$

度 (°C)  $-14.3) + 46.3)$  を算出した。直腸温は 7:30、13:00、16:30 に測定した。

心拍、呼吸数は試験開始 2 日目、9 日目、16 日目、23 日目、30 日目の 13:00 に測定した。心拍数は聴診により 20 秒間計測し、1 分あたり心拍数に換算した。呼吸数は聴診により 1 分間計測した。

血液は、試験開始直前、試験開始 4 日目、16 日目にヘパリン入り真空採血管を用いて経静脈より採取した。RP-NA 摂取後に生体内で生合成されるニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NAD) の血中濃度の分析用として全血を、血液生化学分析用として遠心後 (3000rpm、20 分) の血漿を  $-20^{\circ}\text{C}$  以下で測定まで保管した。NAD 測定は定法<sup>3)</sup> により行った。血液生化学分析はスポットケム (アークレイ(株)、京都) を用いて、グルコース (Glu)、尿素体窒素 (BUN)、カルシウム (Ca)、無機リン (P)、総蛋白 (TP)、アルブミン (ALB)、総コレステロール (TCHO)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT:AST)、 $\gamma$ -グルタミルトランスぺプチターゼ (GGT:  $\gamma$ -GPT)、グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ (GPT: ALT) および乳酸脱水素酵素 (LDH) の測定を行った。

繁殖性については、全頭シダー併用オブシンクおよびモディファイトファストバック法による排卵同期化処理を行い、同一種雄牛の性選別精液により定時人工授精を行い、受胎率に及ぼす影響を調査した。

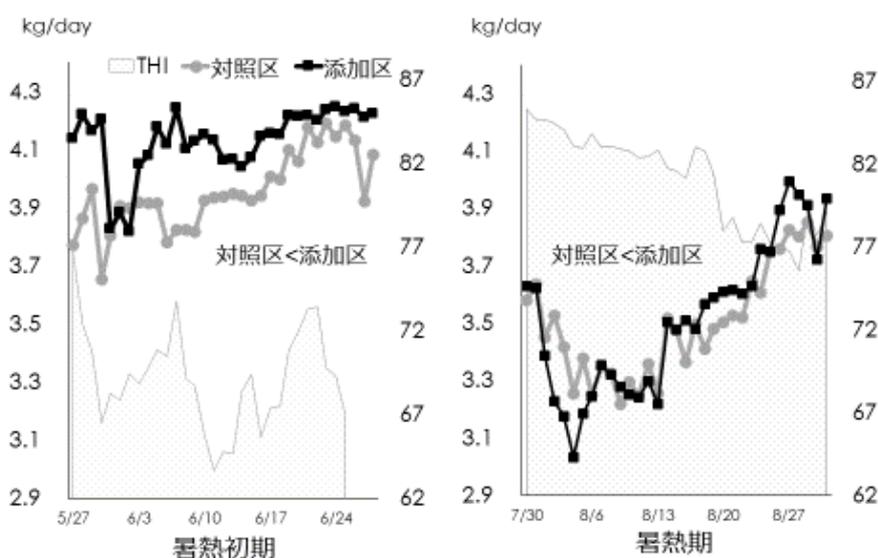
### III 結果

#### 1 飼料摂取量

乾物摂取量 (DMI) は暑熱初期においては添加区で高く、乾物/体重比 (DMI/BW) も添加区が高くなった。暑熱期においては、添加区に小さい牛が配置されたため、DMI は添加区で低くなったが、DMI/BW は同等となった (表 1)。DMI/BW の推移は、暑熱初期では試験期間中を通して添加区が高く推移し、暑熱期では試験期間前半で添加区が低いものの試験期間後半では添加区が高く推移した。DMI/BW は、THI が 83 以上となった暑熱期の試験期間前半を除き、添加区で高くなる日が多くなった (図 1)。

**表1 体重および飼料摂取量**

		暑熱初期		暑熱期	
		対照区	添加区	対照区	添加区
体重(BW)	kg	621	606	620	569
BCS	スコア	3.08	3.33	3.25	3.08
DMI	kg/日	24.4	25.1	21.7	20.0
DMI/BW	%	3.96	4.13	3.50	3.51
TDMI	kg/日	17.3	17.8	14.9	13.7
TDN充足率	%	98.2	98.3	90.9	88.6



**図1 DMI/BWの推移**

2 乳量、乳成分

乳量は暑熱初期においては添加区で低くなったが、4%乳脂補正乳量（FCM 乳量）は添加区で高くなった。暑熱期においては乳量、FCM 乳量ともに添加区で低くなった。乳成分は暑熱初期においては乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂固形分率ともに添加区で高くなった。暑熱期においては乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂固形分率ともに添加区で低くなった（表2）。

乳量の推移は、暑熱初期では試験期間中を通してほぼ同様に推移したが試験終盤で添加区が低くなった。暑熱期では、試験期間を通して添加区で低く推移したが、日変動は少なかった（図2）。

表2 産乳成績

		暑熱初期		暑熱期	
		対照区	添加区	対照区	添加区
平均乳量	kg/day	36.8	36.5	29.5	28.3
平均FCM	kg/day	36.2	37.8	32.2	28.1
乳脂率	%	3.9	4.3	4.6	4.0
乳蛋白質率	%	3.3	3.5	3.3	3.0
無脂固形分率	%	8.8	9.0	8.7	8.3
MUN含量	mg/dL	10.7	9.8	7.6	8.1

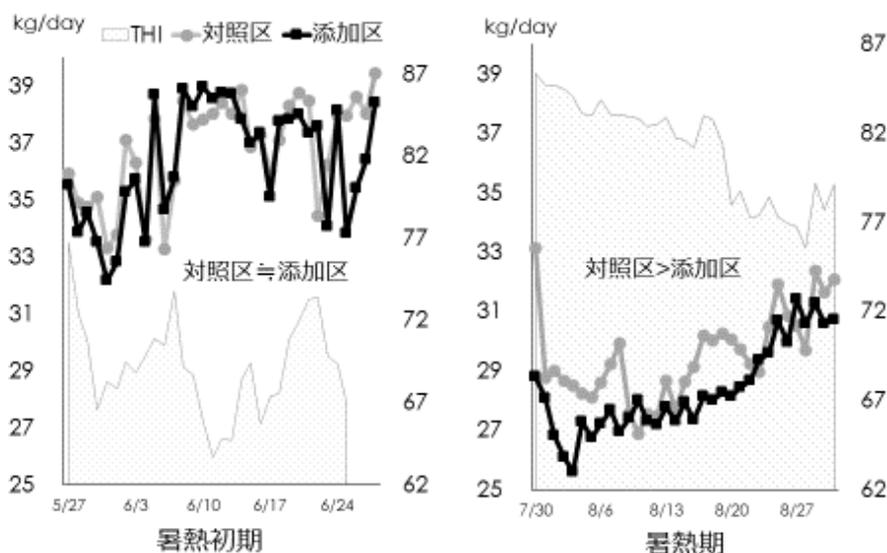


図2 乳量の推移

### 3 牛舎 THI、直腸温

暑熱初期において、牛舎 THI は 77 以下で推移した。直腸温は試験期間前半では両区に差がなかったが、試験期間後半では添加区が高くなる時間が長かった (図 3)。

暑熱期において、牛舎 THI は試験期間前半では 80 を超えて推移し、試験期間後半は 77 以下となる日が多かった。直腸温は、THI83 以上となった試験期間前半では差がなかったが、82 以下の試験期間中盤では添加区が対照区より低くなる時間が長かった。一方で THI77 以下となる日が多かった試験期間後半においては、両区で差がみられなかった。特に暑熱期における受胎牛では、試験期間を通して体温が低く推移した (図 4)。

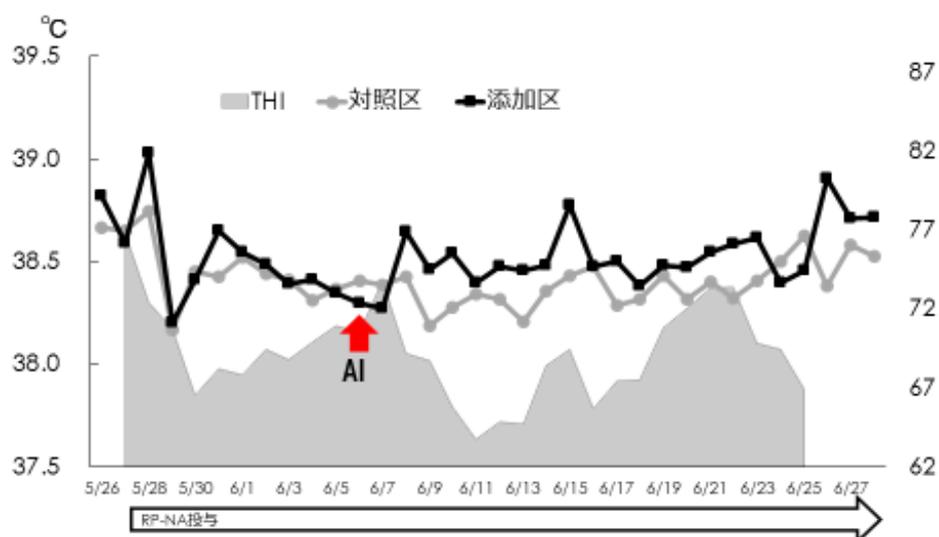


図3 暑熱初期 直腸温度の推移

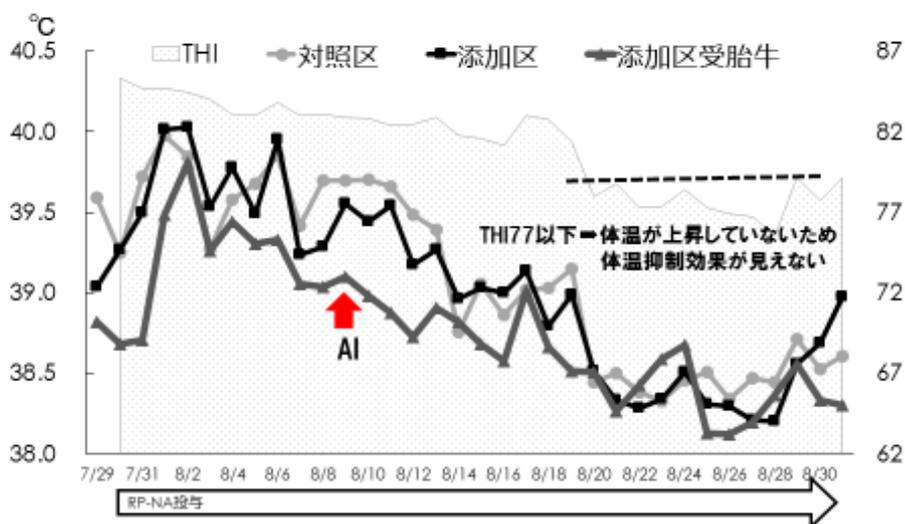


図4 暑熱期 直腸温度の推移

### 3 心拍数、呼吸数

心拍数は暑熱初期、暑熱期ともに対照区と添加区で差はなかった。呼吸数も暑熱初期、暑熱期ともに対照区と添加区で差はなかったが、暑熱期においては両区とも呼吸数が高まった (図5)。

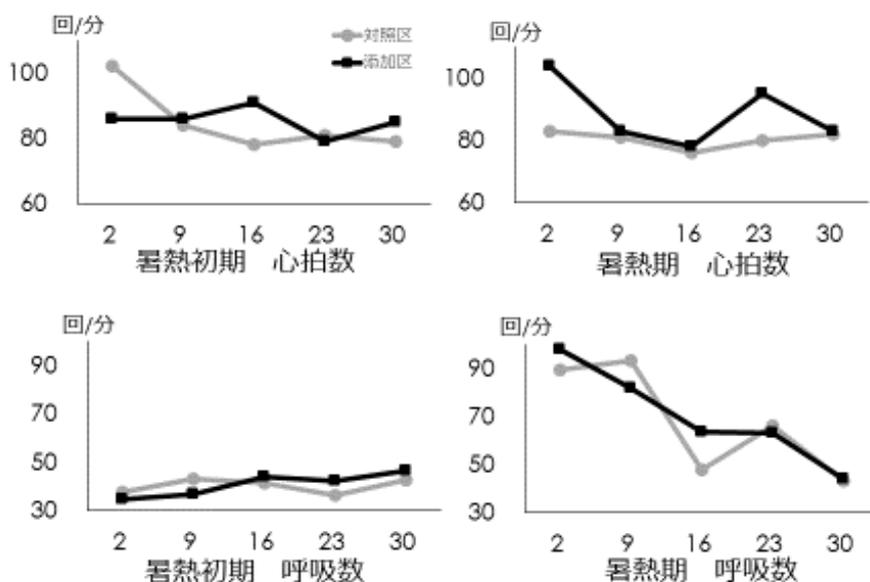
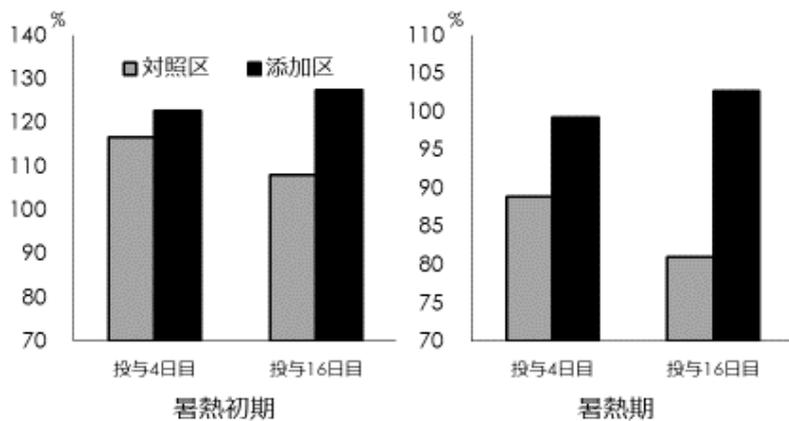


図5 心拍数・呼吸数の推移

4 血液成分

1) 血中 NAD 濃度

血中 NAD 濃度の変動率は、暑熱初期、暑熱期ともに、添加区において投与 4 日目、16 日目で高くなり、添加区において RP-NA が牛に添加され、吸収されていることが確認できた (図 6)。



\* ナイシンは生体内に吸収されるとNAD(ニコチンアミドアデノシンヌクレオチド)となる  
 \* 変動率：投与直前の血中NAD濃度を100として算出

図6 血中NAD濃度変動率の推移

2) 血液生化学性状

血液生化学分析値は各区で差はなく、正常の範囲内であった(表3)。

5 繁殖成績

暑熱初期には両区とも受胎率 33%だった。しかし、暑熱期では対照区では受胎せず、添加区のみ受胎率 33%であった。

**表 4 繁殖成績**

		暑熱初期		暑熱期	
		対照区	添加区	対照区	添加区
受胎率	%	33.3	33.3	0.0	33.3

**\* オブシンクによる排卵同期化処理により定時人工授精**

**\* 精液は同一種雄牛、同一ロットの性選別精液を使用**

IV 考察

RP-NA の乳牛への給与は、THI が 77 以下で推移する暑熱初期、THI が 83 以上にもなる暑熱期で異なる反応が観察された。

暑熱初期においては、添加区において DMI が高まった結果、乳成分が向上し、FCM 乳量が向上した。RP-NA の添加で毛細血管の血流量を増加させ、皮膚からの体温放出が誘導されることで気温上昇に伴う体温上昇を抑える作用を期待したが、直腸温は差がないか添加区でやや高く推移し、体温上昇抑制効果はみられなかった。THI が 77 以下の比較的軽度の暑熱ストレス下の条件では、RP-NA 給与は体温上昇抑制に働かないことが考えられた。このことは、THI に関係なく体温上昇抑制効果があるとの報告<sup>4)</sup>とは異なる結果だった。しかし、今回の試験では 1 日 3 回の直腸温の測定であったため、体温の恒常性を保とうとする生体反応がいち早く行われ、RP-NA 添加による効果を打ち消したところでの測定となり、差が明確にならなかったとも考えられた。また、繁殖成績は両区とも同等であったが、TDN 充足率が対照区 98.2%、添加区 98.3%と同等で、栄養状態が良好であり、体温も試験期間を通して両区ともほぼ平熱の範囲内であったためと考えられた。

暑熱期においては、DMI/BW は両区で同等であったが、添加区で乳脂肪率等の乳成分が低下し、FCM 乳量が減少した。暑熱初期に比較し、暑熱期では両区とも DMI/BW は約 0.5%低下しており、TDN 充足率は対照区 90.9%、添加区 88.6%と低栄養の状態であった。泌乳初期の負のエネルギーバランス状態の牛において、RP-NA の抗脂肪分解特性により遊離脂肪酸 (NEFA) を抑制する効果がある一方で、乳量と乳脂肪率の減少が報告されている<sup>5)</sup>。NEFA の上昇は卵子の品質低下により AI 受胎率を低下させる要因の一つとされており<sup>6)</sup>、NEFA の抑制効果は繁殖

性を向上させる可能性がある。繁殖成績は、添加区のみで受胎が確認されたことから、添加区において RP-NA 給与が体脂肪動員抑制に働き、乳量、乳脂肪率は低下したものの、繁殖性には良い影響を与えた可能性が示唆された。今後 NEFA の分析を進め、NEFA 抑制の有無について確認する必要がある。また、直腸温は、THI83 以上の重度の暑熱ストレス下および THI が 77 以下の比較的軽度の暑熱ストレス下の条件では、RP-NA 給与は体温上昇抑制に働かない結果だった。一方で、THI78~82 程度の条件下では、添加区で低く推移する時間が長くなり、体温上昇抑制効果が認められた。これらから、RP-NA 給与による体温上昇抑制効果は、THI の範囲が限定される可能性が考えられた。乳牛では THI の上昇に伴って妊娠損失率は増加するとされており<sup>7)</sup>、夏期における人工授精時において体温が 39.5℃未満では受胎率 39%であったのに対し、39.5℃以上では 7.7%まで低下するとの報告もある<sup>8)</sup>。今回、添加区で受胎した 1 頭は体温が 39.5℃以下で低く推移したため、受胎したものと考えられた。

以上から、RP-NA 給与は、THI77 以下程度の条件下で DMI や FCM 乳量が向上する可能性、THI78~82 程度の条件下で気温上昇に伴う体温上昇を抑え、繁殖成績を向上させる可能性と体脂肪動員抑制による健全性の向上に働く可能性が示唆された。

## V 参考文献

- 1) 阪谷美樹.暑熱ストレスが産業動物の生産性に与える影響.産業動物臨床医誌 5 (増刊号) :238-246.2015.
- 2) Zimbelman R.B.Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows.J Dairy Sci:93(6).2387-2394.2010.
- 3) 石橋晃.新編動物栄養試験法.養賢堂 : 526-528.2001
- 4) 玉置弓弦.バイパスナイアシンが暑熱期の乳牛に及ぼす影響:第 125 回日本畜産学会.2019
- 5) J.M.Havlin.Niacin feeding to fresh dairy cows immediate effects on health and milk production.Animal Production Sci:57.1069-1078.2017
- 6) 大坪利豪.暑熱期における牛へのバイパスナイアシン給与の効果.臨床獣医:5月号.15-19.2018
- 7) Garcia-Ispuerto I.Relationship between heat stress during peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle.Theriogenology:65.799-805.2006
- 8) 菅澤早苗.暑熱時における乳牛の受胎成績と施設および環境との関連.家畜人工授精:204.55-61.2001