



畜産技術ひょうご

第 136 号 (発行: 2020 年 2 月)

目 次

【衛生情報】	
乳用牛の牛ウイルス性下痢・粘膜病浄化対策……………2	淡路家畜保健衛生所 松本 拓也
【普及情報】	
和牛組織のレベルアップによる和子牛産地の育成……………4	南淡路農業改良普及センター 吉富 千晶
【家畜診療所だより】	
暑熱ストレス下のホルスタイン種乳用牛における高張食塩液投与の治療効果……………6	兵庫県農業共済組合連合会 淡路基幹家畜診療所 髭白 侑香
【研究情報】	
乳中脂肪酸組成を用いたホルスタイン種泌乳牛の乾物摂取量推定……………10	兵庫県立農林水産技術総合センター 淡路農業技術センター 生田 健太郎



酪農ふれあい出前体験授業『もう～もう～スクール』

巻 頭 言

「人工肉」時代の到来??

令和 2 年、2020 年代の幕が開けた。そんな中、畜産業の先行きに影響を及ぼしかねない「人工肉」の開発が進んでいる。

年明け早々、中国で人工肉が販売されるとの報道があった。エンドウ豆から抽出したタンパク質と食物繊維を加圧、加熱して肉組織に近づけた豚の挽き肉風の商品。健康や環境意識の高まりの中で開発されたものと言うが、長引く ASF (アフリカ豚熱) の影響もあるようだ。味味は本物より劣るが、外見のみならずオリーブ油や鉄分などを配合することでフライパンで焼く際の音にもこだわっており、値段は豚肉の約 2 倍とのこと。既にアメリカでは植物由来のハンバーガーが広く販売されていて、5 年後には 8,000 億円市場になるとの予測もある。

もう一つ気になるのは、動物由来細胞を用いた人工肉の開発もはじめられていること。こちらは植物由来のものが「代替肉」とも呼ばれるのに対し、「培養肉」と言われる。世界初の培養肉は 2013 年にオランダで誕生したが、中国でも年末に培養肉の作成に成功したと言う。国内でも、昨春、日清と東大の研究グループが「牛肉由来の筋細胞から本物に近い食感の培養肉を作ることに成功!」との記事があった。培養肉は、味、食感、栄養価のどれをとっても今は本物に及ばず、コストもかかり、すぐに商業ベースに乗るようなものではないが、そういえば、むかし見た模図がずおのマンガにはササミを培養して鶏肉を出荷する工場の様子が描かれていた。当時は漫画の世界の話と思っていたが、少なくとも夢の話でなくなった。

日本人に受け入れられるのは、もっともっと先の話か。はたまた、そんな時代は来ないと言われるかもしれないが。。

思いもしない時代が来ても、やっつけける兵庫の畜産。われわれの日々の努力と研費が試される。

(N. I)

衛 生 情 報

乳用牛の牛ウイルス性下痢・粘膜病清浄化対策

淡路家畜保健衛生所 松本 拓也

はじめに

牛ウイルス性下痢・粘膜病（以下：BVD-MD）は様々な病態が特徴的であり、妊娠牛に感染した場合には、感染時期により不受胎や流死産などの繁殖障害や奇形を引き起こす（表1）。その中でも特に問題とされているのが、胎子期に感染し、BVDウイルス（以下：BVDV）に対して免疫反応を示さない免疫寛容となった持続感染牛（以下：PI牛）である。

PI牛は多くの場合、発育不良や下痢などの症状を示すが、無症状のまま成長し母牛となることもある。またPI牛は糞尿、唾液、乳汁などにBVDVを排出し続けるため、他の牛への感染源となり、免疫抑制の誘発や胎子感染を引き起こすなど、生産性に大きく影響するとされている。このことから、本病のまん延防止には牛群内のPI牛を早期に発見し、淘汰することが最も重要である。

当所管内では平成25年度～平成29年度の過去5年間で7戸13頭のPI牛が病性鑑定等により発見された（表2）。これまで調査実績がなかったことから、島内における本病の浸潤状況については不明であった。そこで今回、家畜伝染病予防法第5条に基づくヨーネ病の定期検査を活用した島内乳

用牛のBVD-MD浸潤状況調査とPI牛発見農場における清浄化対策に取り組んだので概要を紹介する。

材料と方法

生産者の同意のもと、平成29年度（76戸1,959頭）、平成30年度（63戸1,961頭）のヨーネ病定期検査の余剰血清（以下：余剰血清）を用い、RT-PCR（遺伝子検査）と抗原検出ELISA（以下：ELISA）を行った。陽性牛は約3週間後にRT-PCRとELISAを用いた確定検査を行い、再び陽性になったものをPI牛と診断した。

また、PI牛の発見農場では農林水産省が定めた「BVD-MDに関する防疫対策ガイドライン」（以下：指針）に基づき、同居牛のうち未検査だった牛の検査とPI牛の自主淘汰後に分娩された新生子牛の検査を実施した。

調査結果と清浄化対策

浸潤状況調査の結果、平成29年度に採材した余剰血清は全て陰性、平成30年度に採材した余剰血清では1頭のPI牛が発見された。指針に基づいて、PI牛発見農場においてヨーネ病余剰血清にて検査済であった成牛40頭を除く検査未実施の育

表1 牛ウイルス性下痢・粘膜病（BVD-MD）の病態
病態 予後

①急性感染	発熱、発赤、粘膜病、免疫抑制	自然治癒（2週間程度）
②異常産	胚死滅による繁殖障害 流死産・奇形（小脳形成不全等）	予後不良
③持続感染	生涯に渡るウイルス排出（PI牛） 発育不良、粘膜病発症	治療不可 早期淘汰推奨
④粘膜病（急性）	全身粘膜の損傷、粘血便、沈鬱	予後不良
④粘膜病（慢性）	腸管粘膜の損傷 持続性の水様性下痢、削瘦	予後不良

表2 管内のBVD-MD発生状況

平成25年度	1戸1頭（病性鑑定	PI牛）
平成26年度	2戸4頭（病性鑑定	PI牛）
平成27年度	1戸3頭（同居牛検査	PI牛）
平成28年度	2戸4頭（預託前検査	PI牛）
平成29年度	1戸1頭（預託前検査	PI牛）

成牛 7 頭を検査したところ、2 頭が陽性となったが、3 週間後の再検査で陰性となったことから、一過性の感染と診断した。また、初発例の発見後 10 か月の間に分娩された新生子牛(14 頭)について検査したところ、さらに 1 頭の PI 牛を発見した。今回発見された PI 牛 2 頭は外貌検査において異常が認められず、病理解剖においても著変は認められなかった (図 1)。

ウイルス型別判定のため、BVDV の特異遺伝子が検出された PCR 産物について、制限酵素 Pst1、Bgl1 による RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism、制限酵素断片長多型) 法を実施したところ、BVDV I 型と判明するとともに、中和抗体検査により成牛群において I 型に対する高い抗体価が確認できた(図 2)。初発 PI 牛の感染時期については、出生日から胎齢時期を勘案すると平成 28 年 7 月～9 月頃と推察され、外部

からの導入牛による BVDV の侵入が疑われたが、該当する時期に牛の導入がなく、感染経路については特定できなかった。

まとめ

今回の取組を通じて、管内酪農家 139 戸における BVD-MD 浸潤状況を把握するとともに、1 戸 2 頭の PI 牛を発見した。その後、指針に基づいた対策に取り組んだことにより、発生農場の清浄化が図られた。

一方、管内においては乳用牛群に BVD-MD ワクチンを接種している酪農家は非常に少なく、本病が侵入した場合、多大な被害が予想される。このことから、今後も PI 牛を早期に発見淘汰する体制を維持・継続するとともに、飼養牛へのワクチン接種を推進することにより、島内の清浄性維持を図っていきたい。



図 1 A 農場で摘発された PI 牛

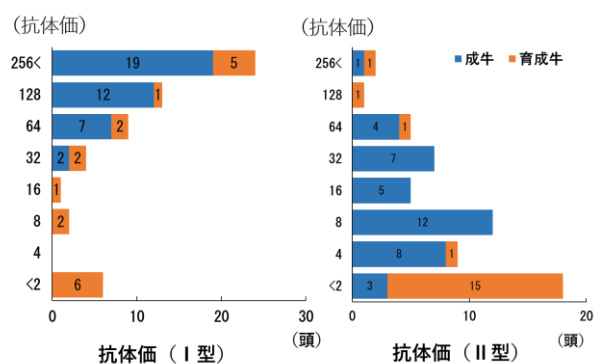


図 2 抗体保有状況

普及情報

和牛担い手組織のレベルアップによる和子牛産地の育成

南淡路農業改良普及センター 吉富 千晶

1. 課題の背景

南あわじ市は和子牛の産地であり、2,550頭（平成31年2月時点）の繁殖母牛が飼育されているが、市内の繁殖和牛農家戸数は280戸（H26）から217戸（H31）と大きく減少している。今後、生産頭数を維持・拡大するためには、多頭飼育技術をもった農家の育成を図る必要がある。そこで、繁殖和牛経営に意欲的な生産者によって組織されている南あわじ市和牛角友会（以下、「角友会」）を対象とし、地域をリードする研究組織の育成に取り組んだ。

2. 取組までの経緯

角友会は、「意欲的な若手を中心とした農家で活発な活動をしたい」との農家の思いから、平成28年5月に有志22名によって結成された。会員は20代～50代の働き盛りの世代で構成されており、専業農家のほかに、野菜との複合経営農家、兼業農家、酪農からの転換農家とバラエティーに富んでいる。当初は親睦を目的とした活動が中心であったが、発足から半年が経過した時点で研究会としての活動を求める声が内部から上がり、役員から普及センターに相談が持ち込まれた。

3. 地域をリードする研究組織へ

普及センターは、農協職員を交えて角友会役員と角友会の運営方針について考える場を設けた。角友会中心メンバーの意向により、普及センターが事務局を引き受け、角友会を「地域の和子牛生産をけん引する農家集団」として位置づけて、活動支援を行っていくこととした。まず始めに、具体的な活動内容について役員と普及センター職員で検討を行い、研修会などの技術修得の機会を設

けて、会員の意識改善に努めることになった。

4. 飼養技術向上への取組

(1) 研究会テーマの設置

漫然とした活動を避け、役員以外の会員にも研究組織としての意識を持ってもらうため、研究会の年間テーマを設定することを普及センターから提案した。

もともと、淡路地域では分娩間隔が県下の他地域と比較して長い傾向があることを受け、「母牛の繁殖管理」を平成30年度の研究テーマに設定し、活動に取り組んだ。会員への聞き取り調査から、特に多頭飼育農家、複合経営農家で、母牛の繁殖成績に関する情報の整理が十分にできていないという声が聞かれたことから、3牧場で繁殖管理ツール「丹波ミニマム」（畜産技術ひょうご第119号普及情報掲載）を導入し、繁殖に関する情報を整理し、母牛の飼養改善に取り組んだ。また、会員を対象に研修会を実施し、母牛の管理技術について学ぶ機会を設けた（写真1）。加えて、各牧場を訪問し、母牛の栄養状態や飼料内容などを確認し、



写真1 研修会の様子

適正な飼養管理技術の向上に努めた。

(2)子牛出荷成績の共有

角友会では、会員が出荷した子牛の成績を、役員が毎月資料にまとめて共有している。また、毎年、年間最高額で子牛を販売した会員の表彰を行っており（写真 2）、経営改善のモチベーションアップにつながっている。子牛育成が上手な会員に他の会員が飼養技術を質問する場面が見られるようになり、技術の共有が図られている。

(3)実証ほの設置

これらの取組を経て、徐々に角友会の活動に意欲的な会員が増えてきた。そこで、令和元年度の研究テーマを「子牛の初期管理手法の確立と会員内での共有」として、取組を続けている。

会員の子牛の管理方法について聞き取り調査をおこない、分娩時の対処方法や初乳製剤の活用などについての情報を交換した。

また、聞き取り調査の結果から、近年の子牛市場価格の高騰に伴い、人工哺乳に取り組む農家が増えてきていることが分かった。しかし、その具体的な技術について地域内での情報共有が行われていなかったことから、子牛の追加哺乳に着手し始めた会員の牧場で実証ほを設置し、その効果の確認と、技術確立に取り組んだ（写真 3）。結果、追加哺乳区では約 5 か月齢時点の日齢体重の平均値が対照区よりも大きく、子牛が安定して成長する傾向が確認できた（表 1）。今後、具体的な手法やコストなどについて、角友会内で共有して給与プログラムの確立に努めるとともに、講習会などを通じて角友会の外へも普及させていく予定である。



写真 2 最高額出荷者の表彰



写真 3 子牛の体重測定

表 1 但馬牛子牛への追加哺乳実証ほにおける日齢体重

	実証区			対照区		
	実証牛①	実証牛②	実証牛③	対照牛①	対照牛②	対照牛③
日齢(日)	151	150	134	147	141	135
日齢体重(kg/日)	1.119	0.913	0.933	0.837	0.738	1.015
各区の平均日齢体重(kg/日)	0.988			0.863		

る。

5. 今後の展開

今後、若い世代が産地を担うためには、様々な経営形態の農家が技術を高め、必要に応じて会員同士が協力し合える体制づくりが必要と考える。

角友会ではこの2年で、母牛の飼養改善、子牛の初期管理技術の向上に取り組んできた。これからも、普及センターは、角友会が新しい技術や情報を地域に波及させる中核的な集団に成長できるよう支援を継続したい。

家畜診療所だより

暑熱ストレス下のホルスタイン種乳用牛における高張食塩液投与の治療効果

兵庫県農業共済組合連合会 淡路基幹家畜診療所 髭白 侑香

牛は暑熱に弱く、健康や生産に適した温度域や湿度を超えた場合、暑熱ストレスによる影響を強く受ける。暑熱ストレスを受けた牛では、熱を放散させるために呼吸数が増加し、それによって血中CO₂が過剰に呼気中へと排泄され、呼吸性アルカローシスに陥る。一方、体内の平衡を保つため、腎臓では代償性に重炭酸の排泄が亢進される。また、呼吸数の増加による口腔内の水分喪失や、発汗及び流涎の亢進が生じる他、体表面からの放熱を促進するために末梢血管が拡張し、末梢血管抵抗が減少する。血液の分布が不均等になり循環障害が生じると、組織への酸素供給が不十分となり、結果として嫌気性代謝が亢進し、乳酸が蓄積される。このような複合的反応により、暑熱ストレスによる影響が重度になるにつれて重炭酸の減少および乳酸の増加が亢進し、代謝性アシドーシスに陥るとされている。

代謝性アシドーシスの改善を目的として、従来、暑熱ストレスを受けた牛に対する内科的治療には主に重曹が用いられてきた。一方、エンドトキシン由来甚急性乳房炎等の疾病に罹患し、循環障害を呈した牛に対する内科的治療には高張食塩液(以下、HSS)が有効である。上述した通り、暑熱ストレスを受けた牛においても循環障害が誘起されるが、暑熱ストレス下にある牛にHSSを投与し、

その効果を検討した報告はない。そこで今回、暑熱ストレスの影響を受けたホルスタイン種乳用牛にHSSを静脈内投与し、一般状態及び血液性状について、従来の治療で使用されてきた重曹の投与と比較し、その有効性について検討した。

1. 材料及び方法

(1) 供試牛

淡路島内の4農場で飼養されているホルスタイン種乳用牛23頭を用いた。分娩後10日以上経過し、活力および食欲の大幅な低下を示さない牛の中で、体温40.0度以上または呼吸数100回/分以上を示す個体を、暑熱ストレスを受けた牛とした。ただし、供試牛の選定に際し、産褥熱や乳房炎を罹患している個体を除外した。試験期間は、2017年7月から9月とした。

(2) 試験方法

供試牛を以下の4群に分けた。対照群として7%重曹注を500 mL投与した群(6頭)、低用量群としてHSSを1 L投与した群(6頭)、中用量群としてHSSを2 L投与した群(6頭)ならびに高用量群としてHSSを3 L投与した群(5頭)とした。HSSは、体重1 kg当たり5 mLを10分以上かけて静脈内に投与した。投与前、投与直後(投与後10分もしくは飲水終了後)ならびに投与翌日(投与後

24 時間±4 時間)に採血し、以下の項目を測定した。

ア) 血液一般検査：ヘモグロビン (HGB)及びヘマトクリット値 (HCT)は、自動血球計算機を用いて測定した。

さらに、以下の計算式を用いて、循環血漿量指数 (rPV)を算出した。なお、rPV は、投与前の値を 100%として、羽上田らの方法に準じて算出した。

$$\text{rPV} = \frac{\text{HGB pre}}{\text{HGB samp}} \times \frac{1 - \text{HCT samp} \times 10^{-2}}{1 - \text{HCT pre} \times 10^{-2}} \times 100$$

(HGB pre 、 HCT pre は 投 与 前 、
HGB samp、HCT samp は投与後採材時)

イ) 血液電解質：血清ナトリウム (Na)濃度は、ポータブル血液分析器を用いて測定した。

ウ) 血液ガス：血中 pH 及び血中総 CO₂量は、ポータブル血液分析器を用いて測定した。

エ) 血液生化学検査：カルシウム (Ca)、アルブミン (Alb)、アスパラギン酸トランスフェラーゼ (AST)、γ-グルタミルトランスフェラーゼ (GGT)、血中尿素窒素 (BUN)は、生化学自動分析装置を用いて測定し、血清浸透圧は、ポータブル血液分析器を用いて測定した。

(3) 一般状態

投与前及び投与翌日の採血時、体温及び呼吸数を観察した。

(4) 統計処理

今回の試験では、投与前値において、ある群が他の一部の群に対し有意差が出る結果となった。このため、投与前における値と比較した際の変動値について評価した。血液検査データは、投与直後および翌日における群間の比較を行った。一元配置分散分析を実施し、処置の効果が有意である場合に Tukey 法を用いて統計解析を実施した。ま

た、群内の継時的変動、検査時点間で一元配置分散分析を実施し、有意差が認められる場合に Dunnett 法を用いて統計解析を実施した。

2. 結果

循環血漿量指数 (図 1A)は投与前値を 100%とした場合の投与直後と投与翌日の増減割合で示した。血清 Na 濃度 (図 1B)、血清浸透圧 (図 1C)、血中 pH (図 2A)、血中総 CO₂量 (図 2B)、血清 Ca 濃度 (図 3)ならびに体温 (図 4)は投与前値を 0 とした場合の投与直後と投与翌日の増減値で示した。各測定項目の実測値は、表 1 に示す通りである。HSS 投与群では、対照群と比較して、投与直後に循環血漿量指数 (図 1A)および血清 Na 濃度 (図 1B)が用量依存的に増加した。投与直後の循環血漿量指数は、対照群と比較して、中用量群および高用量群でそれぞれ有意に増加し (p<0.05、p<0.01)、血清 Na 濃度は、対照群と比較して、いずれの群に

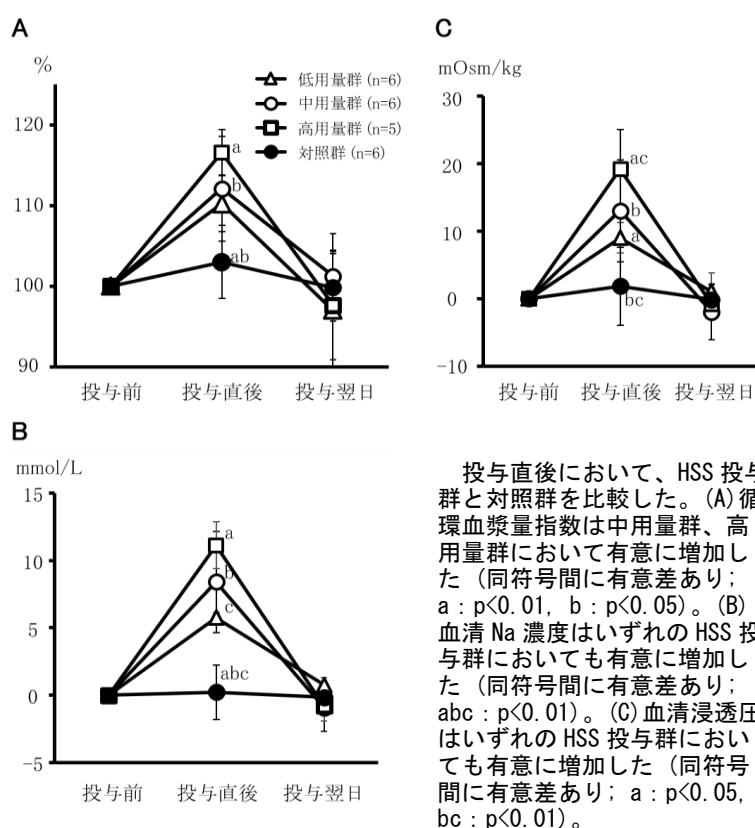


図 1 循環血漿量指数、血清 Na 濃度、血清浸透圧の動態

においても有意に増加した ($p<0.01$)。また、HSS 投与群の血清浸透圧は用量依存的に増加し (図 1C)、

中用量群及び高用量群において有意な増加が認められた ($p<0.01$)。HSS 投与群では投与翌日、対照

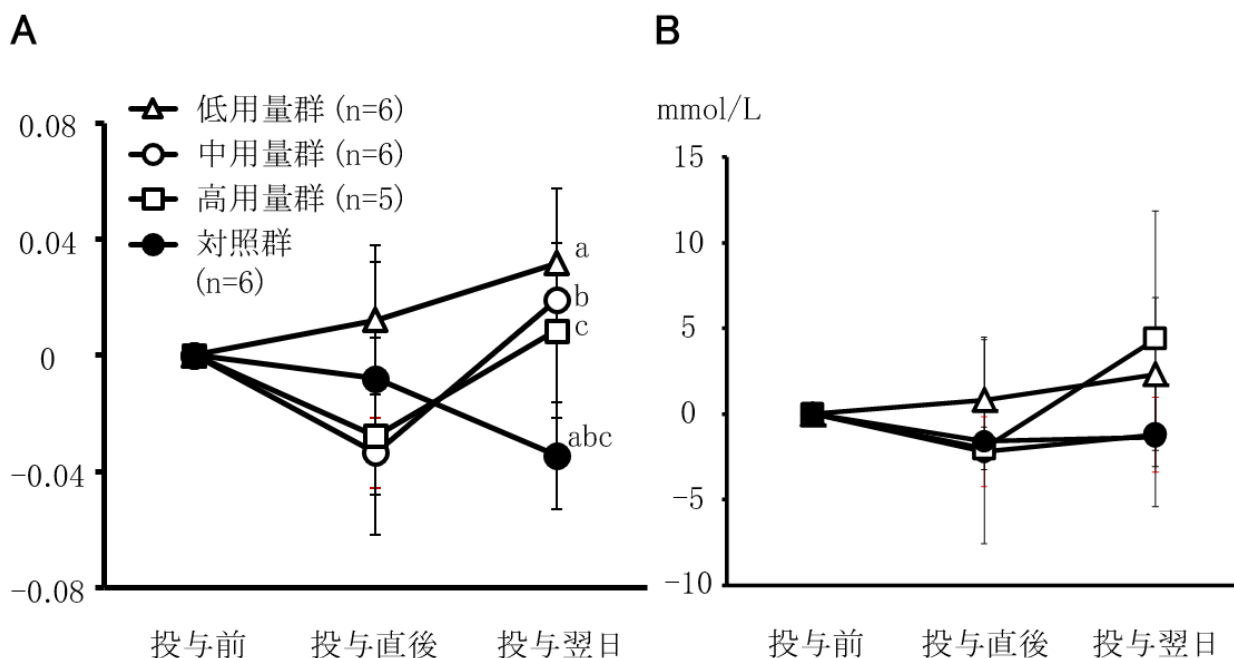


図 2 血中 pH 及び血中総 CO₂ 量の動態

投与翌日において、HSS 投与群と対照群を比較した。(A) 血中 pH はいずれの HSS 投与群においても有意に増加した (同符号間に有意差あり; ab : $p<0.01$, c : $p<0.05$)。 (B) 血中総 CO₂ 量は高用量群で増加傾向を示した。

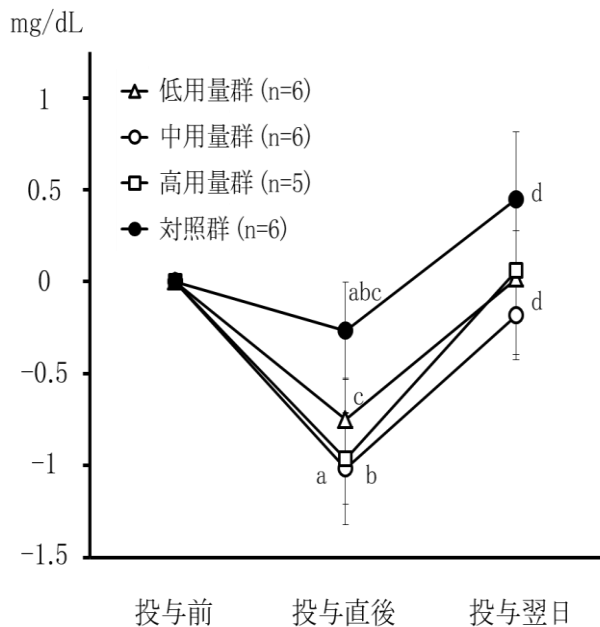


図 3 血清 Ca 濃度の動態

HSS 投与群では、対照群と比較して投与直後に血清 Ca 濃度がいずれの群においても有意に低下した (同符号間に有意差あり; ab : $p<0.01$, cd : $p<0.05$)。

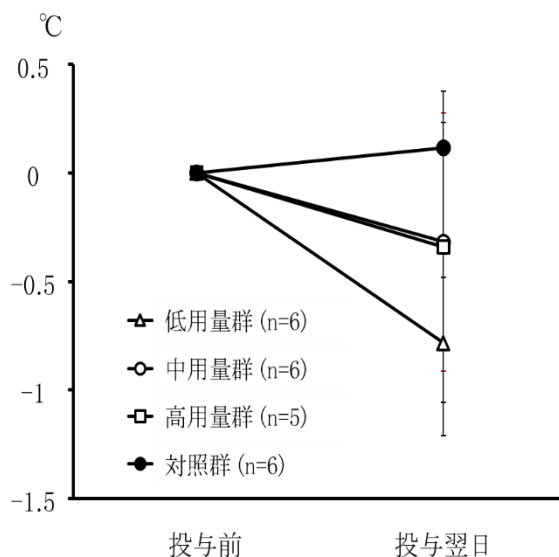


図 4 体温の変化

HSS 投与群では投与翌日、投与前と比較して、体温が低下傾向を示した。

群と比較して、血中 pH がいずれの群においても有意に増加し (図 2A; $p<0.01$ 、 $p<0.01$ 、 $p<0.05$)、血中総 CO₂ 量は高用量群で増加傾向を示した (図 2B)。血清 Ca 濃度は HSS 投与後、対照群と比べ、いずれの群においてもそれぞれ有意に低下した (図 3; $p<0.05$ 、 $p<0.01$ 、 $p<0.01$)。その他、Alb、AST、GGT ならびに BUN は 4 群ともに、HSS 投与前後における大きな変動は認められなかった。また、一般状態を比較したところ、HSS 投与群では投与翌日、投与前と比べて体温が低下傾向を示した (図 4)。呼吸数は、HSS 投与前後に有意な変化が認められなかった。

3. 考察

暑熱ストレス下にある牛では、循環障害が誘起される。今回、暑熱ストレスの影響を受けたホルスタイン種乳用牛に対して、HSS を投与することにより浸透圧勾配が生じ、間質組織の自由水が血管内に引き込まれて循環血漿量が増加した結果、循環障害が改善したと推察された。HSS 投与群では、3 群すべてにおいて投与翌日、血中 pH が上昇し、血中総 CO₂ 量が高用量群で増加傾向を示した。暑熱ストレス負荷時には、過換気による呼吸性アルカローシスから代謝性アシドーシスが誘起されるが、上記の結果から、HSS の投与により牛の全身状態が改善し、その結果として代謝性アシドーシスが改善されたと考えられた。一方、HSS 投与群では、投与直後に Ca 濃度が有意に (約 1 mg/dL) 低下した。このため、低 Ca 血症が疑われる個体に対する HSS の投与には注意が必要と考えられた。また、一般状態を比較したところ、HSS 投与群において投与翌日、体温の低下傾向が認められた。このことから、HSS を投与することで一般状態の改善も期待できると考えられた。これは、HSS の投与により誘導された循環障害の改善に起因する全身状態の安定化によるものと考えられるが、そ

れに加えて、HSS の投与によって血清浸透圧が上昇したことで口渇中枢が刺激され、冷水を摂取することで物理的に体温低下が誘起されたことも要因の一つと推察された。これらの結果から、暑熱ストレス下にある乳用牛に対して HSS を投与することは、有効な治療法の一つであることが示唆された。

今回の試験では、HSS の投与量として 1L、2L ならびに 3L の 3 段階を設定した。循環状態の改善のためには、体重の 0.5% (5 mL/kg)、すなわち体重 600kg の牛に対して HSS は 3L 投与することが理想であるが、本試験において、HSS を 2L 以上投与した群において投与後に循環血漿量指数の有意な上昇が認められた。そのため、暑熱ストレスの影響を受けた乳用牛の循環状態の改善には、2L 以上の HSS を投与することが望ましいと考えられた。

従来、暑熱ストレスを受けた牛に対する内科的治療として重曹の投与が行われてきた。重曹は、暑熱ストレスの影響を受けることで生じるアシドーシスの改善を目的として使用されるが、暑熱ストレスによる影響が比較的軽度である際、アシドーシスが重度に進行しない場合がある。そのような場合には、アシドーシスよりも循環障害の改善を狙って治療を行うべきである。今回の試験で使用した 7%重曹注は Na 濃度が高く、その浸透圧は生理食塩液の約 5.6 倍であることから、高張輸液剤としての性質をもつ。そのため、7%重曹注の投与もまた循環障害の改善に寄与すると考えられる。一方、HSS の浸透圧は生理食塩液の約 8.2 倍であり、7%重曹注よりも間質組織の自由水を血管内に引き込む力が強力である。7%重曹注は、投与量を増加させることで循環血漿量のさらなる増加が期待できるが、過剰投与によりアルカローシスを助長する可能性がある。従って、暑熱ストレスによる影響を受けた際に生じる循環障害の改善を目的

とした場合、7%重曹注より HSS を投与した方が治療効果は大きいと考えられた。今後、アシドーシスが重度に進行した症例における HSS の投

与効果や、HSS と重曹との併用効果について、さらなる研究が必要である。

研究情報

乳中脂肪酸組成を用いたホルスタイン種泌乳牛の乾物摂取量推定

兵庫県立農林水産技術総合センター 淡路農業技術センター 生田 健太郎

はじめに

近畿生乳販売農業協同組合連合会生乳検査所との共同研究により、既存の乳成分分析装置を用いて脂肪や無脂固形などの一般乳成分測定と併せて乳脂肪を構成する脂肪酸（乳中脂肪酸組成）の推定技術を開発した。令和元年 5 月から牛群検定農家には乳中脂肪酸組成に基づく牛群の飼養状況評価サービスとして、「牛群評価帳票」「個体モニタリングシート」「個体モニタリング・グラフ」の 3 様式で通知を開始した。それらの通知項目の一つに乳中脂肪酸組成から推定した乾物摂取量がある。本稿ではその推定方法について解説する。

1. 背景と目的

乾物摂取量（以下、DMI）はエネルギー要求量の高い乳牛では飼養管理上最も重要な指標と言っても過言ではない。しかしながら、一般の酪農場では把握が困難もしくは不可能なのが現状である。一方、昨今地球温暖化の温室効果ガスとして問題視されている牛のメタンガス（CH₄）排出量と乳中脂肪酸組成との間に相関があることが報告されており、さらには牛の CH₄ 排出量と DMI との間にも相関があり、日本飼養標準には推定式（ $CH_4 = 17.766 + 42.793 \times DMI - 0.849 \times DMI^2$ ）が掲載されている。であるならば、乳中脂肪酸組成から DMI を推定できるのでは？という発想から以下の検討を行った。

従って、本研究の目的は、まずは乳中脂肪酸組成を用いて最もエネルギー要求量が高い分娩～泌乳最盛期の DMI 推定式を作成することと、さらに、全泌乳期間にも適用できる DMI 推定式を作成することである。

2. 材料と方法

（1）DMI 推定式作成用データ

分娩～泌乳最盛期については泌乳牛 58 頭を供試し、DMI は分娩後 1,2,3,5,8 週目に給与量と残飼量を計量（実測値）し、乾物率を乗じた 7 日間の平均値を用いた。また、乳中脂肪酸組成は DMI を計量した週次の最終日に乳汁を採取し、ガスクロマトグラフィーを用いて分析した。延べ 271 例の DMI と乳中脂肪酸組成データセットを用いて解析した。

全泌乳期間については泌乳牛 39 頭を供試し、DMI は分娩後 1～49 週に該当する牛群検定日の給与量 220 例または検定日を含む前 7 日間の実測値 67 例を用いた。また、乳中脂肪酸組成は赤外線乳成分分析装置で推定した。延べ 287 例の DMI と乳中脂肪酸組成データセットを用いて解析した。

（2）DMI 推定の説明変数としての乳量の扱い

フリーストールやフリーバーンのように群飼で完全混合飼料(TMR)を自由採食している場合は、乳量に応じて牛が DMI を決めていると考えられるため、説明変数に乳量を組み込むことができる。

一方、繋ぎ飼いで分離給与の場合は多くが制限給餌であり、乳量に応じた給与量になっていない可能性が高いことから、乳量を説明変数に組み込むとDMIを過大推定してしまうリスクがある。そこで、育種学の余剰摂取量 (Residual Feed Intake) の考え方を参考に余剰乾物摂取量 (以下、RDMI) で補正することにした。すなわち、実測値 DMI または給与量 DMI から日本飼養標準による推定 DMI を差し引いた値を RDMI として、乳中脂肪酸組成から推定し、分離給与の場合は推定 DMI から RDMI を加減する。

(3) 推定式の作成方法

本研究では統計ソフトの JMP を用いてステップワイズ法により、DMI および RDMI の推定式を作成した。その候補説明変数として、産次、分娩後週次、体重、乳量、一般乳成分といった個体情報に加え、乳中脂肪酸組成 (図 1) として、ルーメン発酵由来(De novo)、由来混合(Mixed)、体脂肪と飼料由来(Preformed)のようにまとめた脂肪酸群、または組成割合が 1%以上で赤外線乳成分分析装置での推定精度が高い 7 種類の個別脂肪酸とした。

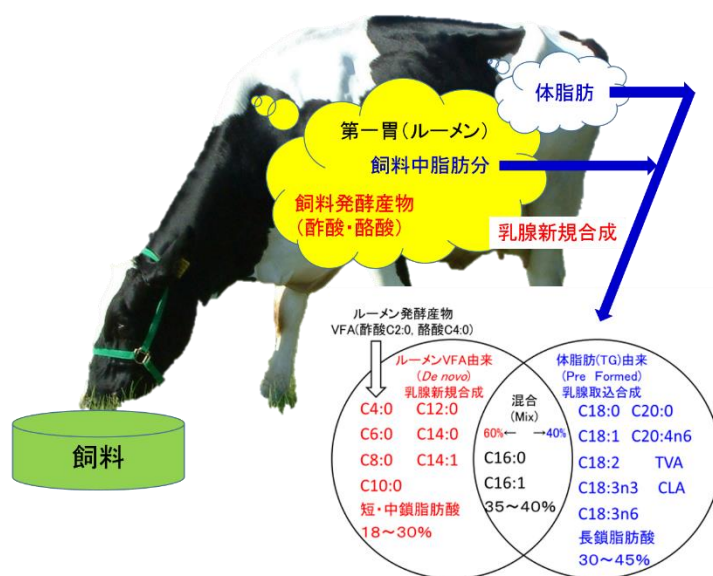


図 1 乳中脂肪酸組成の由来

は説明変数として個体情報の産次、分娩後週次、体重、乳脂率および乳蛋白率と、由来別脂肪酸群の De novo が選択され、式の R² は 0.658、RMSE は 2.58 であった。

イ 個別脂肪酸を用いた場合 (図 3)

DMI は説明変数として個体情報の分娩後週次、乳量および無脂固形分率と、個別脂肪酸の酪酸 (C4:0)、ミリスチン酸(C14:0)およびステアリン酸

3. 結果

以下、対象泌乳期と推定に用いる脂肪酸ごとに DMI 推定式を示すが、共同研究の秘密保持のため、係数についてはアルファベットで代用する。また、推定式の精度については実測値と推定値 (予測値) の散布図と併せて自由度補正済 R² 乗の決定係数 (R²)^{注 1)}と誤差の標準偏差(RMSE)^{注 2)}を示す。

(1) 分娩～泌乳最盛期の DMI 推定式

ア 由来別脂肪酸群を用いた場合 (図 2)

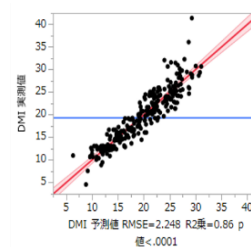
DMI は説明変数として個体情報の分娩後週次、乳量および無脂固形分率と、由来別脂肪酸群の De novo が選択され、式の R² は 0.858、RMSE は 2.25 であった。一方、RDMI

※小文字アルファベットは係数 R²: 自由度調整済 R²乗 (決定係数) RMSE: 誤差の標準偏差

DMI = -11.69

- +a × 分娩後週次
- +b × 乳量
- +c × 無脂固形分率
- +d × De novo

R² = 0.858
RMSE = 2.25



RDMI = 0.26

- e × 産次
- +f × 分娩後週次
- g × 体重
- h × 乳脂率
- +i × 乳蛋白率
- +j × De novo

R² = 0.658
RMSE = 2.58

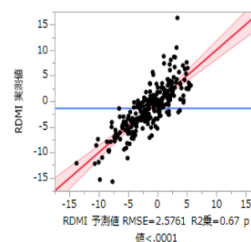


図 2 分娩～泌乳最盛期の DIM 推定式
①由来別脂肪酸群を用いた場合

(C18:0)が選択され、式の R^2 は 0.862、RMSE は 2.21 であった。一方、RDMI は説明変数として個体情報の産次、分娩後週次、体重、乳脂率および乳蛋白率と、個別脂肪酸のカプロン酸(C6:0)、ミリスチン酸(C14:0)およびステアリン酸(C18:0)が選択され、式の R^2 は 0.672、RMSE は 2.52 であった。

ウ より限定した個別脂肪酸を用いた場合 (図 4)

DMI は説明変数として個体情報の分娩後週次、乳量および無脂固形分率と、個別脂肪酸のミリスチン酸(C14:0)が選択され、式の R^2 は 0.861、RMSE は 2.23 であった。一方、RDMI は説明変数として個体情報の産次、分娩後週次、体重、乳脂率および乳蛋白率と、個別脂肪酸のミリスチン酸(C14:0)およびステアリン酸(C18:0)が選択され、式の R^2 は 0.668、RMSE は 2.52 であった。

(2) 全泌乳期間の DMI 推定式

ア 由来別脂肪酸群を用いた場合 (図 5)

DMI は説明変数として個体情報の産次、分娩後週次および乳量と、由来別脂肪酸群の Mixed および Preformed が選択され、式の R^2 は 0.671、RMSE は 2.52 であった。一方、RDMI は説明変数として個体情報の産次、乳脂率および乳蛋白率と、由来別脂肪酸群の Preformed が選択され、式の R^2 は 0.222、RMSE は 2.57 であった。

イ 個別脂肪酸を用いた場合 (図 6)

DMI は説明変数として個体情報の分娩後週次および乳量と、個別脂肪酸の酪酸(C4:0)、パルミチン酸(C16:0)およびオレイン酸(C18:1)が選択され、式の R^2 は 0.684、RMSE は 2.47 であった。一方、RDMI は説明変数として個体情報の産次、乳脂率および乳蛋白率と、個別脂肪酸の酪酸(C4:0)およびオレイン酸(C18:1)が選択され、式の R^2 は 0.231、RMSE は 2.55 であった。

- DMI=-12.24
- +a × 分娩後週次
 - +b × 乳量
 - +c × 無脂固形分率
 - d × C4:0
 - +e × C14:0
 - +f × C18:0
- $R^2=0.862$
RMSE=2.21
- RDMI=-3.96
- g × 産次
 - +h × 分娩後週次
 - i × 体重
 - j × 乳脂率
 - +k × 乳蛋白率
 - s × C6:0
 - +t × C14:0
 - +u × C18:0
- $R^2=0.672$
RMSE=2.52

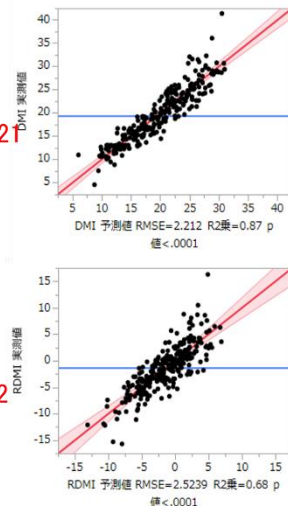


図 3 分娩～泌乳最盛期の DMI 推定式
②個別脂肪酸を用いた場合

- DMI=-11.89
- +a × 分娩後週次
 - +b × 乳量
 - +c × 無脂固形分率
 - +d × C14:0
- $R^2=0.861$
RMSE=2.23
- RDMI=-4.39
- e × 産次
 - +f × 分娩後週次
 - g × 体重
 - h × 乳脂率
 - +i × 乳蛋白率
 - +j × C14:0
 - +k × C18:0
- $R^2=0.668$
RMSE=2.52

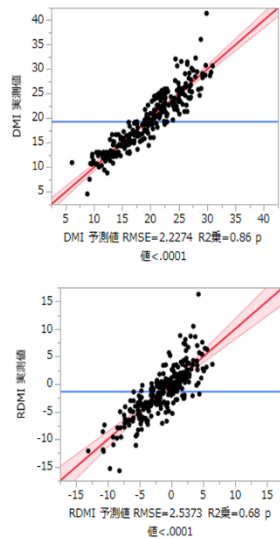


図 4 分娩～泌乳最盛期の DMI 推定式
③より限定した個別脂肪酸を用いた場合

- DMI=6.77
- +a × 産次
 - +b × 分娩後週次
 - +c × 乳量
 - +d × Mixed
 - e × Preformed
- $R^2=0.671$
RMSE=2.52
- RDMI=8.26
- +f × 産次
 - g × 乳脂率
 - +e × 乳蛋白率
 - h × Preformed
- $R^2=0.222$
RMSE=2.57

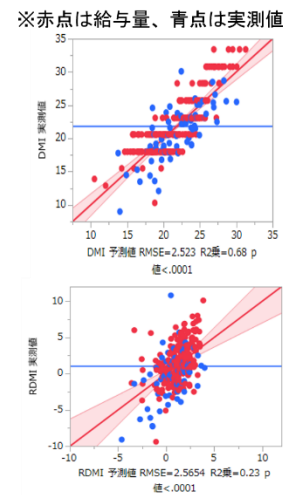
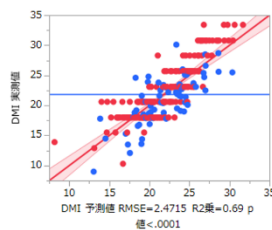


図 5 全泌乳期間の DMI 推定式
①由来別脂肪酸群を用いた場合

DMI=6.39

- +a × 分娩後週次
- +b × 乳量
- c × C4:0
- +d × C16:0
- e × C18:1

$R^2=0.684$
RMSE=2.47



RDMI=10.70

- +f × 産次
- g × 乳脂率
- +h × 乳蛋白率
- i × C4:0
- j × C18:1

$R^2=0.231$
RMSE=2.55

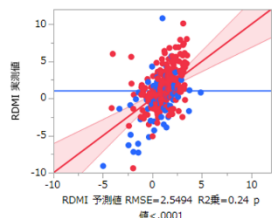


図6 全泌乳期間の DMI 推定式
②個別脂肪酸を用いた場合

4. まとめと考察

分娩～泌乳最盛期までの DMI 推定式は説明変数として、分娩後週次、乳量および無脂固形分率に加え、De novo 脂肪酸群、3 種類の個別脂肪酸 (C4:0,C14:0,C18:0) およびミリスチン酸 (C14:0) のみを選択したいずれの場合も R^2 は 0.85 以上の高い精度であった。ルーメン発酵由来の個別脂肪酸で C14:0 は最も炭素鎖の長い脂肪酸であり、C14:0 のみで推定した場合でも脂肪酸群や複数の個別脂肪酸を用いた場合と同等の精度で DMI を推定できたことから、分娩～泌乳最盛期までの DMI にはルーメン発酵の状態が強く影響していると考えられた。また、RDMI 推定式は説明変数として、産次、分娩後週次、体重、乳脂率および乳蛋白率に加え、De novo 脂肪酸群、3 種類の個別脂肪酸 (C6:0,C14:0,C18:0) および 2 種類の個別脂肪酸 (C14:0,C18:0) を選択したいずれの場合も R^2 は 0.65 以上とまずまずの精度であった。

一方、全泌乳期間の DMI 推定式は説明変数として、産次、分娩後週次および乳量に加え、Mixed と Preformed 脂肪酸群、もしくは、分娩後週次、乳量に加え、3 種類の個別脂肪酸 (C4:0,C16:0,C18:1) を選択したいずれの場合も R^2 は 0.67 以上とまず

まずの精度であった。分娩～泌乳最盛期までの DMI 推定式とは異なり多くのデータが給与量＝摂取量としたため、精度が若干劣る結果となったと考えられた。また、RDMI 推定式は説明変数として、産次、乳脂率および乳蛋白率に加え、Preformed 脂肪酸群または 2 種類の個別脂肪酸 (C4:0,C18:1) を選択したいずれの場合も R^2 は 0.2 台とかなり低いが、RMSE は 2.5 台で DMI 推定式とほぼ同じであることから、ほぼ同等の推定が可能と考えられた。

以上のことから、乳中脂肪酸組成を用いて全泌乳期間を通じて高い精度で DMI の推定が可能であることが示唆された。

5. 今後の展望

分娩後 9 週以降についても DMI の実測値を集積し、さらに精度の高い推定式を検討する。また、乳中脂肪酸組成に基づく牛群の飼養状況評価サービスでは今回紹介した DMI 以外に周産期リスク評価を行って注意喚起を促している。今後は、負のエネルギーバランスに伴う体脂肪動員の指標である血中遊離脂肪酸 (NEFA または FFA) やケトースの指標である血中 β ヒドロキシ酪酸 (BHB) の推定値、脂肪肝の間接診断結果なども提示していく予定であり、それらの根拠となる研究成果については号を改めて紹介したい。

【用語説明】

注 1) 決定係数

0～1 の間の値で、大きいほど推定精度がよい。概ね 0.8 以上は非常によい、0.5 以上はよい、0.5 未満はよくない、と判断される。

注 2) 誤差の標準偏差

実測値と推定値の差 (誤差) の平均的なばらつきを示す値で小さいほど推定精度がよい。

表 紙 写 真

兵庫県酪農農業協同組合では毎年、酪農理解醸成や牛乳の消費拡大活動の一環として、管内の酪農家や本物の子牛とともに県内の小学校へ出向き酪農の仕事や牛乳の栄養価の魅力などを子供たちに学んでもらう出前体験授業『もう～もう～スクール』を開催している。

今年度は川西市、宝塚市、尼崎市、三田市の4校において開催し、食や命の大切さを日常の授業では体験できない本物の牛とのふれあいなどを通じ発信する機会となった。

畜産技術ひょうご 第136号

令和2年2月21日発行

編集・発行 公益社団法人兵庫県畜産協会

〒650-0024

神戸市中央区海岸通1番地 農業会館7階

TEL (078) 381-9362・FAX (078) 331-7744

本紙はインターネットを利用して配信しております。またメールによるファイル送信も受付けています。

URL <http://hyougo.lin.gr.jp> E-mail sien@hyotiku.ecweb.jp
