

4 酪農経営技術の確立

(1) 物質循環型酪農経営確立のための飼養管理技術の開発

ア 地域内の農産加工品を活用した飼料給与技術の確立(完了)

Test of Preparation and Feeding of Total Mixed Rations for Dairy Cows with Dried Beer byproduct Feed

安部 好文¹⁾・利光 昭彦²⁾・井上 一之
平井 庸夫

要 旨

乳用牛への給与飼料として、ビール粕を活用した適正な混合給与技術を調査・検討した。

1. ビール粕の飼料成分値は、一般的な乳用牛配合飼料と比較して粗蛋白質(以下「CP」という)が高かった。成分値は日本飼料標準の値に近似していた。
2. TMRによる両区間の養分摂取量に差はみられなかった。ビール粕混合のTMRの嗜好性は良好であった。
3. ビール粕を原物で10kg混合給与した試験区と慣行区において、乳量、乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率(以下「SNF」という)については、差はみられなかった。
4. フィードコストは、ビール粕給与区が慣行給与区に比べ1頭当たり1日最大で63.8円安かった。

背景および目的

酪農家は生産コストの低減に向け、努力を続けてきたが、生乳市場の広域化構想が予想される中、乳価の産地間平準化を見据えてさらなるコスト低減が求められている。

また、本県では平成12年から大手ビール会社が生産を開始し、そこから産出されるビール粕を大分県酪農業協同組合が飼料化に着手し、酪農家へ供給を行っている。

ビール粕は、安価な飼料資源であることから、酪農家にとってはフィードコスト低減対策の一手法として、積極的に利活用している。そこで、有効活用の観点から乳用牛へのビール粕給与試験を行った。この試験によりビール粕の混合飼料調製技術を確立し、泌乳効果を解明するとともに、生乳生産の低コ

スト化を図る。

試験方法

1. 処理
1期21日×3期の二重反転法とし、予備期を試験前14日間とした。(表1)

表1 試験期間

1 期	2 期	3 期
21日間	21日間	21日間

1) 現農政部畜産課 2) 現大分家畜保健衛生所

2. 給与飼料

試験に使用した飼料は、イタリアンライグラスサイレージ（出穂期）、牧乾草、ビートパルプ、乳用牛配合飼料、フスマ、トウモロコシ圧パン、大豆カスミール、綿実、ハイキューブであった。表2に給与例を示す。ビール粕は、1袋20kg入りのものを使用した。

3. 処理区分

処理は、2区をそれぞれ3期に区分し、ビール粕を区は1期と3期、区は2期に混合飼料で給与する反転試験法で実施した。（表3）

飼料給与水準および養分濃度は、各区ともTDN充足率120%程度、CP充足率120から130%とし、他の水準は従来の混合飼料の慣行給与法に沿って1999年版日本飼養標準を基に飼料計算を行った。（表4）

4. 供試牛

供試牛は各区5頭、計10頭とし、飼料採食時間中は、全頭畜舎内繋留とした。

供試牛は、産歴および試験開始時分娩後日数にバラツキはあったが、分娩後の乳量ピークを過ぎたものを供試した。

5. 調査項目

調査は、養分摂取率、乳量、FCM乳量（4%脂肪補正乳量）、乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、SNF、体重、コストについて実施した。

表2 給与飼料の一例

（体重600kg、乳量30kg / 日、乳脂率3.8%）

単位:kg（数字は原物重量）

飼料名	ビール粕区	慣行給与区
イタリアングラスサイレージ	16.0	20.0
ビール粕	10.0	0.0
乳用牛配合飼料	5.0	6.0
トウモロコシ圧パン	1.0	2.0
大豆粕	1.0	1.0
フスマ	0.0	1.0
綿実	1.0	1.0
ビートパルプ	1.0	1.0
乾草(混播)	5.0	5.0
ハイキューブ	2.0	2.0
計	42.0	39.0

表3 処理区分

区	ビール粕	慣行給与	ビール粕
区	慣行給与	ビール粕	慣行給与

表4 給与養分濃度

単位: %

	ビール粕区	慣行給与区
TDN / DM	70.4 ~ 74.5	69.1 ~ 74.9
CP / DM	14.7 ~ 19.1	14.2 ~ 17.7
TDN充足率	115.1 ~ 129.7	120.0 ~ 127.1
CP充足率	122.2 ~ 129.0	123.6 ~ 125.1

日本飼養標準（1999）運用²⁾

結果および考察

ビール粕の成分は、他の粕飼料と同様CP含量が高く、給与する場合はCP含量および充足率に注意し、CP過剰にならないよう注意が必要である。（表5）

表5 ビール粕の成分（乾物中 単位: %）

区分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	粗繊維	NFE	TDN	DCP
ビール粕	26.77	10.32	3.87	19.35	39.67	70.60	19.68
乳用牛配合飼料	18.42	3.31	5.68	5.94	66.65	83.82	16.72

成分分析は当畜産試験場で行った。

ビール粕の消化率は日本飼料標準1)を参考にした。

今回は、乳用牛へのビール粕給与量を現物10kgとして混合調製給与した。

嗜好性については採食量に差は見られず、給与時の食いつきは良好であった。

養分摂取量は、TDNおよびCPの充足率に差はなかった。（表6）

給与と試験における乳量・乳質の結果をみると、調査項目全てにおいて両区に差は認められなかった。（表7）

また、体重の推移をみると、両区とも大きな変化はなく、問題はなかった。（表8）

濃厚飼料のコストを比較すると、ビール粕給与区が最大で1日1頭当たり63.8円安かった。

ビール粕を混合給与する場合は、以下の点に留意すべきである。

CP充足率とコストに留意しながら飼料計算を行う。

他の飼料と同様、品質保持のため冷暗所に保管する。特に暑熱時の長期保存は避ける。

表6 養分摂取量(1日1頭当り)

項目	ビール粕区	慣行給与区
DM量 (kg)	24.65 ± 1.75	24.27 ± 2.19
TDN量 (kg)	18.05 ± 1.39	17.7 ± 1.75
CP量 (kg)	4.37 ± 0.42	4.21 ± 0.51
充足率	DM (%)	113.47 ± 3.77
	TDN (%)	107.08 ± 2.63
	CP (%)	115.53 ± 1.81

表7 乳量・乳質

(乳量・FCM乳量: kg、その他%)

項目	試験前	ビール粕区	慣行給与区
乳量	34.43 ± 4.32	31.50 ± 4.04	31.13 ± 3.36
FCM乳量	28.43 ± 4.84	27.90 ± 2.49	29.26 ± 2.82
乳脂肪率	2.84 ± 0.32	3.28 ± 0.49	3.44 ± 0.51
乳蛋白質率	2.94 ± 0.15	3.07 ± 0.15	3.05 ± 0.14
乳糖率	4.60 ± 0.20	4.51 ± 0.08	4.59 ± 0.07
SNF	8.60 ± 0.21	8.60 ± 0.15	8.66 ± 0.15

表8 体重の推移

(単位: kg)

	ビール粕区	慣行給与区
試験前	658.0 ± 73.92	661.00 ± 38.98
試験後	679.92 ± 68.90	680.42 ± 50.35

まとめ

ビール粕給与区と慣行給与区を比較した結果、乳量・乳質等に差はみられず、低コストな混合飼料材料として使用できると考えられた。

参考文献

- 1) 日本飼養標準・乳牛(1999年版)
- 2) 平成11年度大分県畜産試験場試験成績報告書 第29号
安部好文 利光昭彦 平井庸夫
- 3) 平成12年度大分県畜産試験場試験成績報告書 第30号
安部好文 利光昭彦 平井庸夫

4 酪農経営技術の確立

(1) 物質循環型酪農経営確立のための飼養管理技術の開発

イ 飼料作物の養分要求量に適した堆肥ブレンド方法の確立 (第 2 報)

Establishment of Manure Blend Method Proper for Nutriment of Forage Crops

吉田 周司・安部 好文^{*1}・井上 一之
渋谷 清忠・平井 庸夫

要 旨

乳用牛と鶏の糞尿をブレンドし堆肥化することにより肥効を調整した高品質堆肥を生産し、それを基に飼料作物の養分要求パターンの検討を行った。

1. 牛糞と鶏糞を混合しロータリー攪拌による連続生産を夏季と冬季に実施したが、いずれの時期においても発酵槽内の最高温度は70℃となり外気温の影響をほとんど受けなかった。
2. ブレンド堆肥と牛糞のロータリー攪拌による連続生産を実施した結果、ブレンド堆肥の方が5～6℃高く推移した。
3. 鶏糞を乳用牛糞にブレンドすることにより水分調整は可能であったが、通気性の確保が難しく良好な発酵を促すためには鶏糞以外にオガクズ等のかさのある副資材が必要と考えられた。
4. 堆肥の成分分析結果ではN・P・K含有量は、いずれも鶏糞堆肥と牛糞堆肥の中間の値となった。
5. 窒素肥効率は、播種後3カ月経過時で55.2%、収穫時で56.4%と算出され生育期間を通じてほぼ一定の数値を示した。前年度の窒素肥効率が40%台であったことを考えると窒素の累積効果が伺われ、堆肥の施用基準を遵守することはもとより、飼料分析を実施し粗飼料の状態を把握する必要があると考えられた。

(キーワード : イタリアン、ブレンド堆肥、肥効率)

背景及び目的

畜産経営は、様々な生産性の向上が図られてきたが、混住化の進展、飼養規模の拡大、住民の環境意識の高まり等を背景として、悪臭、水質汚濁等の家畜排せつ物に起因する環境問題が発生している。このため、環境に対する負荷を軽減するとともに、資源の有効活用を図るとの観点から、家畜排せつ物を適正に管理し堆肥として土づくりに積極的に活用することにより、資源循環型農業の確立が求められて

いるところである。県内では1998年度に家畜から排出される糞尿の量は142万2千トン、窒素換算で1万1千トンで化学肥料の2.2倍もの糞尿が施用されていると試算され、規模拡大が進む酪農家では、無計画に糞尿を施用して栽培された飼料作物で、ミネラル等のアンバランスが指摘されている。そこで、他畜種の糞尿をブレンドして肥効を調整した高品質堆肥を生産し、それを基に飼料作物(イタリアンライグラス、以下IR)の養分要求パターンの検討結

* 1 現 大分県畜産課

果に沿った堆肥の最適利用法を明らかにすることによって、環境負荷量を抑えミネラルバランスの取れた高品質飼料生産方式を確立し、併せて乳牛の生涯生産性の向上を目的とする。

試験方法

1. ブレンド堆肥の連続生産

ロータリー式攪拌堆肥舎を用い、生牛ふんに発酵鶏糞を混合したブレンド堆肥(表1)を連続生産し、この間の発酵温度推移と搬出後60日間堆積発酵した堆肥の成分分析を行った。攪拌発酵槽は幅5m、長さ20m、深さ1mであり投入後、約20日で搬出される。なお、対照区はオガクズで水分調整を行った牛糞とした。

表1 1日当たり投入量

	ブレンド堆肥	対照区
牛糞	1,000kg	1,000kg
発酵鶏糞	640kg	0
オガクズ他	400kg	500kg
計	2,040kg	1,500kg

2. 堆肥施用によるIRの生育試験

- (1) 試験期間 2001年10月～2002年4月
- (2) 試験場所 場内試験圃場(1区画:25m²)
- (3) 供試品種 アキアオバ
- (4) 試験区の設定 前年と同じ圃場を用い下記の3区(表2)を設定し、播種後3カ月(12月)と収穫時(4月)に収量、見かけの窒素(以下N)吸収量調査及びN肥効率の測定を実施した。なお、収量比較は前年度、地上部だけでなく地下部についても掘り上げて比較したが、今回は地上部のみと比較した。

表2 試験区の設定 (a当たり施肥量)

	堆肥施肥量	化成施肥量	代替堆肥量
化成区	300kg	7.2kg	
堆肥区	300kg		177.0kg
無施肥区			

B B化成4 - 6 - 4

化成区は堆肥3t/10a、化成により窒素8.5kg/10aを施肥することとし、堆肥区は窒素8.5kg/10aを堆肥で代替するものとして算出した。なお、堆肥の窒素成分は1.33%、肥効率はブレンド割合より45.5%とした。

結果及び考察

1. ブレンド堆肥の連続生産

ブレンド堆肥の連続生産における攪拌発酵槽内の最高温度推移を夏季(図1)と冬季(図2)に区別し示した。夏季の最高温度の平均は70.3℃、冬季は69.4℃であり微生物の活動が鈍る冬季に、僅かに低下したものの、外気温のように低下せず良好な発酵が行われたことが伺われた。

図1 ブレンド堆肥連続生産における最高温度(夏季)

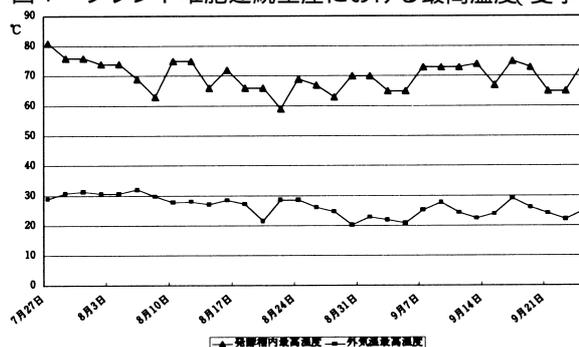
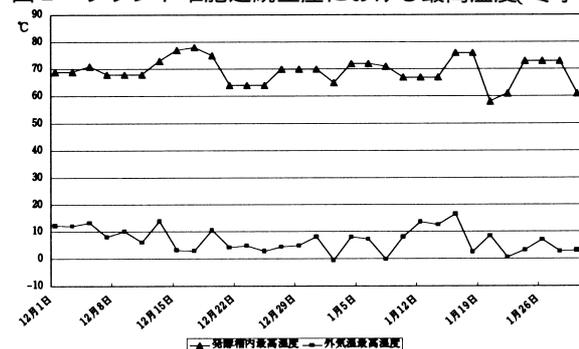


図2 ブレンド堆肥連続生産における最高温度(冬季)

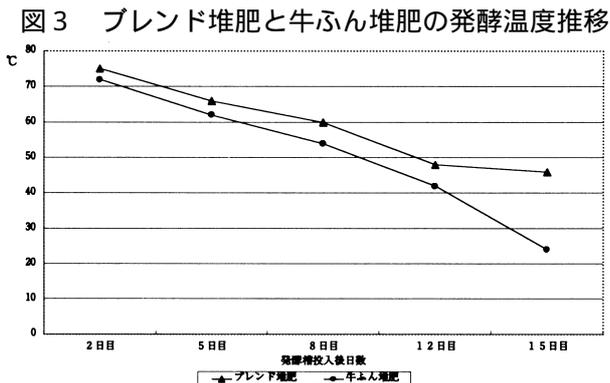


この最高温度は、病原菌、寄生虫卵や雑草の種子が死滅する目安となる60℃を越えており、衛生面から見ても安全な堆肥と考えられた。

また、最高温度が計測された地点は投入後2～3日目の、表層から20～30cmの部位であり、発酵に必要な栄養分、水分、空気の条件が揃っていたと推測された。使用した発酵槽は1mおきにプロアーが設

置されているが、冬季には、このブローア付近で温度の低下が認められた。これは、温度の低い外気をブローアで通風したため、微生物の活動が一時的に弱まったためと考えられ、寒冷地における冬季連続通風の際の留意点と考えられた。

次に、ブレンド堆肥と牛ふん堆肥の攪拌発酵槽内での発酵温度の変化を図3に示した。



ロータリー攪拌発酵槽では投入後、約20日で搬出されるが、いずれの地点でもブレンド堆肥の方が牛ふん堆肥より高い発酵温度を示した。これは、ブレンドした鶏糞が完全に発酵しておらず二次発酵したことが考えられた。また、鶏糞の水分含量は10%台であり、当初は水分調整材としての効用も期待していたものの、鶏糞自体の目が細かく、オガクズを減らし鶏糞を水分調整材の主力として利用した場合、粘土状となり良好な発酵が起こらなかった。羽賀によれば、通気性の目安として空隙率が30%以上必要で、現場では容積重を500kg/m³に近づけることが必要²⁾と述べているが、今回使用した鶏糞は戻し堆肥を使用したもので実測値で800kg/m³であったことを考えると、この鶏糞で水分調整はできても、通気性の確保は困難であったと推察された。

また、ブレンド堆肥の成分分析結果(表3)では毎日の投入物が質、量共に一定しないため各成分ともにバラついたが、牛糞堆肥と鶏糞堆肥の中間数値を示した。

表3 ブレンド堆肥連続生産の成分分析結果
(水分・N・P2O5・K2O・CaO・MgO:原物%)

		水分	pH	EC	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	C/N
ブレンド堆肥	8/10採材	42.1	7.9	65	1	1.77	2.25	6.86	1.36	16.39
	9/19採材	45.7	8.3	7	1	2.43	2.51	4.63	0.68	19.22
ブレンド前	鶏ふん堆肥	16.7	8.6	8	2	8.15	3.67	23.8	1.8	10.73

一般的に家畜別の堆肥は、牛糞<豚糞<鶏糞の順に肥料成分が高くなるが、今回のブレンド堆肥は牛糞と鶏糞をブレンドしたため豚糞堆肥の成分に近くなったものと考えられた。

水分率については堆積方式と異なりいずれも40%台を示した。これはロータリー方式が良好な発酵を行い、発酵温度が上昇し水分が蒸発したこと、投入した鶏糞の未分解物が発酵し牛糞に比べ温度が上昇したこと、発酵槽の表面積が広く日光による自然蒸発等によるものと考えられた。

2. 堆肥施用によるIRの生育試験

化成区、堆肥区、無施肥区の3区の収量、見かけの窒素吸収量調査及び窒素肥効率の測定結果を表4に示した。

播種後3カ月経過時の収量は、化成区、堆肥区、無施肥区の順であり、収穫時にも同様の順となった。a当たりの生草収量は播種後3カ月経過時でそれぞれ36.1kg、35.7kg、20.0kgであり、収穫時では292.4kg、177.6kg、168.0kgとなった。

見かけの窒素吸収量は、播種後3カ月経過時で化成区、堆肥区、無施肥区の順にそれぞれ0.5kg/a、0.4kg/a、0.2kg/aとなり、収穫時では0.7kg/a、0.6kg/a、0.5kg/aとなった。この結果より窒素肥効率は、播種後3カ月経過時で55.2、収穫時で56.4と算出され生育期間中ほぼ一定の肥効率を示した。前年の窒素肥効率³⁾は播種後2カ月で42.5、収穫時に41.9でありこれらの数値より10ポイント以上上昇した。本試験を実施するに当たり連用による累積効果を考慮し、前年度はN:10kg/10aであったものをN:8.5kg/10aで施肥計算を行ったが、今回の試験結果からはそれ以上に累積効果があったことが伺われた。

一般的に、堆肥の施用量は農地10a当たり原物重

量で示され施用基準と呼ばれており、今回の施用量もこの施用基準に従い算定したが、堆肥の成分分析結果を初め水分含量や比重にバラツキがあることを

考慮すれば、施肥基準を遵守することはもとより飼料分析を実施し、常に粗飼料の状態を把握する必要があると考えられた。

表4 ブレンド堆肥の窒素肥効率

(kg/a、%)								
播 種 後 3 カ 月								
	生草収量	風乾物重	乾物収量	N比率	N吸収量	N施肥量	N利用率	N肥効率
化成区	36.1	23.5	8.5	5.8	0.5	5.0	6.5	
堆肥区	35.7	24.3	8.7	4.5	0.4	6.2	3.6	55.2
無施肥区	20.0	26.0	5.2	3.2	0.2	0.0		
(kg/a、%)								
収 穫 時								
	生草収量	風乾物重	乾物収量	N比率	N吸収量	N施肥量	N利用率	N肥効率
化成区	292.4	20.7	60.6	1.1	0.7	5.0	3.6	
堆肥区	177.6	23.3	41.4	1.5	0.6	6.2	2.1	56.4
無施肥区	168.0	21.4	35.9	1.4	0.5	0.0		

参考文献

- 1) 社団法人中央畜産会：堆肥化施設設計マニュアル
- 2) 財団法人畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理・利用の手引き
- 3) 吉田周司ほか 大分県畜産試験場 試験成績報告書第30号
118 - 122 (2001)

4 酪農経営技術の確立

(1) 物質循環型酪農経営確立のための飼養管理技術の開発

ウ ビタミン類投与による繁殖成績等の改善

ビタミン ・ E の投与が夏期の受胎、血中の硝酸態窒素濃度に及ぼす影響

Technical Exploitation of Rearing Control for Establishing Dairy farming of Material Circular Style.
Effect for Reproduction of Lactating Cows by Feeding Vitamins And Decreasing Blood Concentration
of Nitrate-nitrogen .

Influence for Reproduction of Lactating Cows of Summer and Blood Concentration
of Nitrate- nitrogen by Feeding Vitamin A and E.

渋谷 清忠・井上 一之・安部好文¹⁾
吉田 周司・平井 庸夫

要 旨

夏期分娩牛に対し分娩前7日～分娩後30日間、ビタミンA50万単位、ビタミンE1千単位を飼料に添加給与すると、通常の飼料給与した乳牛に比べ血漿中ビタミンA・E濃度が高く推移した。

ビタミン類の投与によって繁殖成績では、胎盤停滞の発生が減少し、分娩後の子宮整復、発情回帰、初回授精などの日数が短縮された。

ビタミン(V・A・E)類(以下、ビタミンと略す)の投与中並びに投与後では、その投与による中毒症状は特に認められず、投与期間中のビタミン剤の所要経費は1頭当たり2,830.5円(1日1頭当たりでは76.5円)であった。

受精能力を向上させるため、午後1時～3時の間に約10分間、牛体への冷水散水を行った結果、体温(直腸内温度)は-0.1～-0.8と下降した。その試験期間中の受胎成績は+1頭、±1頭で、11月末までに合計4頭が受胎した。

夏期(6～9月)の舎外気温は11.1～33.3(平均19.4～23.9℃)、舎内気温は12.0～32.0℃(平均17.8～22.8℃)であった。舎外湿度は22.1～96.8%(平均72.3～80.5%)、舎内湿度は30.0～95.0%(平均73.6～77.4%)であった。なお、気温・湿度と血中硝酸態窒素濃度の相関は認められなかった。

繁殖障害とビタミン・E濃度との関係では、正常牛に比べビタミン・E濃度ともに低かった疾病に卵巣機能減退、ビタミンE濃度のみ高かった疾病に卵胞嚢腫、ビタミン・E濃度ともに高かった疾病に子宮内膜炎が認められた。

(キ・ワ・ド:物質循環型酪農経営・ビタミンA・Eの投与)

1) 現 大分県農政部畜産課

背景及び目的

2,000年度では、ビタミンの投与が1)夏期分娩牛に対する繁殖性の向上、2)疾病の発生、3)血漿中硝酸態窒素濃度の低減に及ぼす影響を検討した。その結果、繁殖性向上に投与効果を認められたが、血中の硝酸態窒素濃度の低減では、その濃度が中毒濃度レベル以下であったことから、ビタミン投与効果は全く認められなかった²¹⁾。2,001年度は昨年度と同様、1)夏期分娩牛に対するビタミン投与効果及び血漿中硝酸態窒素濃度の減少効果を再度確認、2)夏期の防暑対策を取り入れた受胎率向上の試験等を行った。

試験方法

1. ビタミン類投与による繁殖成績等の改善夏期分娩牛にビタミンを投与して血中硝酸態窒素濃度の減少効果及び夏期の繁殖性向上に及ぼす影響を検討した。

試験牛: 試験牛はホルスタイン種乳用牛で、2,001年5月～9月の分娩予定牛を対象に、ビタミン剤投与区(試験区7頭)及びビタミン無投与区(対照区7頭)を設定して試験を実施した(表1)。

試験期間及び供試農場: 試験の実施は夏期の暑熱時で、分娩前7日～分娩後30日までの37日間、当畜産試験場酪農・環境部の農場で行った(表2)。

供試ビタミン剤: ビタミン剤は2種類で、ビタミン

A(デファゾールA D₃E)及びビタミンE(コペラフード100)を使用した(表2)。

ビタミン剤の投与量: ビタミンAの投与量は昨年度と同様、ビタミン 500,000IU/日・頭としたが、ビタミン Eは血漿中硝酸態窒素濃度の低減に効果がなかったことから、その投与量を減じ、1,000IU/日・頭とした。その投与の時期並びに方法は分娩前7日～分娩後37日までの間、1日1回、給与飼料に添加投与した(表2)。

試験牛の管理: 管理は繋留方式とし、昼・夜間の草地放牧、朝、夕の2回搾乳で行った。

給与飼料: 試験牛の給与飼料(TMR)は表3に示すコンサイレ・ジ並びに乾草をベースとした飼料、飼料給与の方法は図1に示す分娩前後の飼料給与(リードフィーディング)で行った。その給与は分娩前3週間から開始し、分娩後は乳量に応じ、その給与量を増量した(図1)。

2. 防暑対策(牛体への冷水散水)による受胎率向上試験

夏期の場合には、人工授精しても牛体の体温が高いことから、授精後の受精卵の早期斃死・着床障害が発生し、その受精卵の着床が特に困難である。そのため体温を下げる必要がある。試験開始はビタミン投与試験終了の分娩後38日目以降から行い、牛体への散水が夏期の受胎に及ぼす影響を検討した。

表1 ビタミン給与試験および環境制御(防暑対策)試験の供試牛

牛	試験区分	生年月日	産歴	分 娩 年月日	ビタミンの投与期間		環 境 制 御 試 験 期 間 お よ び 方 法	
					分娩前7日	分娩後30日		
1	2	試験区	94/4/20	6	01/5/31	01/5/18	01/6/30	牛体の散水実施時期: 6月～9月 牛体散水時間: PM 1:00～3:00の間、1日1回/10分 牛体散水の期間: 授精開始の前後～授精後7日間 牛体散水の目的: 体温を下降: 体温を下降させ授精後の受精卵着床の促進を図る
2	4	"	97/2/19	3	01/8/5	01/7/28	01/9/4	
3	10	"	94/12/19	3	01/7/21	01/7/14	01/8/20	
4	11	"	98/10/19	1	01/8/17	01/8/10	01/9/16	
5	13	"	99/5/2	3	01/7/13	01/7/6	01/8/12	
6	15	"	99/5/2	1	01/6/9	01/6/4	01/7/9	
7	19	"	96/10/23	2	01/5/3	01/4/26	01/6/2	
1	新2	対照区	99/8/20	0	01/8/27	01/8/15	01/9/26	牛体の散水実施時期: 6月～9月 牛体散水時間: PM 1:00～3:00の間、1日1回/10分 牛体散水の期間: 授精開始の前後～授精後7日間 牛体散水の目的: 体温を下降: 体温を下降させ授精後の受精卵着床の促進を図る
2	18	"	99/7/28	1	01/6/7	01/6/14	01/7/6	
3	28	"	95/10/25	2	01/5/29	01/5/18	01/6/28	
4	35	"	97/3/18	2	01/8/16	01/8/3	01/9/15	
5	37	"	96/11/6	1	01/4/21	01/4/14	01/5/20	
6	38	"	95/6/10	2	01/8/9	01/7/31	01/9/8	
7	39	"	98/6/25	1	01/4/8	01/4/1	01/5/8	

表2 ビタミン給与試験の試験区分および投与方法

区分	頭数	ビタミン剤の内容	投与量	投与方法	投与時期
試験区	7	ビタミンA剤(デュファゾールAD ₃ E)	500,000IU / 頭・日	飼料添加	分娩前7日
		ビタミンE剤(ユベラフード100)	1,000IU / 頭・日	"	~分娩後120日
対照区	7	無添加	

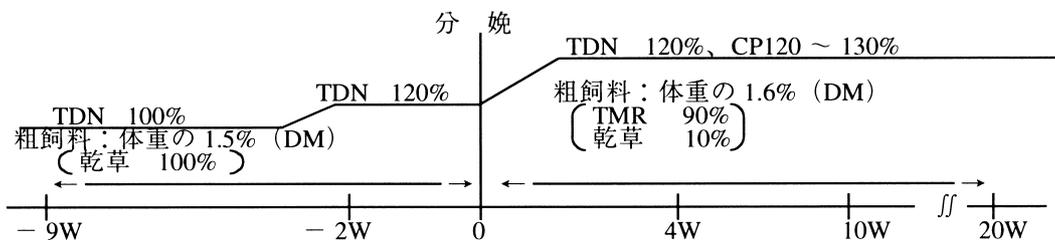


図1 分娩前後の飼料給与

表3 給与飼料 (TMR)

(40kg / 頭・日)

飼料名	給与量	飼料名	給与量	飼料名	給与量
配合飼料	2.0kg	コ-ンサイレジ	24.0kg	ビ-トパルプ	1.0kg
大豆粕	1.0kg	フスマ	1.0kg	綿実	1.0kg
ハイキュ-ブ	2.0kg	ビ-ル粕	4.0kg	乾草	4.0kg
食塩	0.175kg				

表4 調査項目

区分	項目	備考(測定方法)
血液生化学成分	ビタミンA・E、硝酸態窒素	高速液体クロマトグラフィー
	グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)、中性脂肪(TG)、総コレステロール(TCHO)、アルブミン(ALB)、乳酸脱水素酵素(LDH)、総蛋白(TP)、尿素態窒素(BUN)、クレアチニン(CRE)	富士ドライケムシステム
繁殖成績	胎盤停滞発生の有無、分娩後の子宮整復日数・初回発情並びに受胎までの日数、授精回数、受胎率	
疾病発生状況	周産期疾病、その他疾病の発生の有無	
気象状況、体温	牛舎内外の温度並びに湿度、体温(直腸内温度)	

採血並びに血液の処理:採血の時期は分娩前7日、分娩時、分娩後10日、分娩後20日、分娩後30日の計5回で、ヘパリンナトリウム・コ-ティング真空採血管を用い、尾静脈から血液を採取した。

採血後、血液は直ちに保冷し30分以内に3,000回転/分、15分間遠心分離した後、得られた血漿は測定時まで-20℃で凍結保存した。

血液生化学分析:血漿中のビタミンA・E並びに硝酸態窒素の測定は高速液体クロマトグラフィーで実施した。検査項目は血漿中グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)、中性脂肪(TG)、総コ

レステロール(TCHO)、アルブミン(ALB)、乳酸脱水素酵素(LDH)、総蛋白(TP)、尿素態窒素(BUN)、クレアチニン(CRE)等で、富士ドライケムシステムにより測定を行った。

繁殖成績及び疾病発生状況:繁殖成績及び疾病発生状況は表4に示す項目について調査した。

気象状況:温度及び湿度は自記温湿度計により測定した。

統計処理:各試験で得られた数値は分散分析で統計処理を行った。

結果及び考察

血漿中ビタミン 濃度の推移は表 5、図 2 に示した。ビタミン投与前の血漿中ビタミン 濃度は試験区28.84 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、対照区20.59 $\mu\text{g}/\text{dl}$ で、試験区は対照区に比べ8.25 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と高い値であった。

分娩時は両区とも急激に減少し、試験区22.39 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 、対照区20.01 $\mu\text{g}/\text{dl}$ であった。しかし、分娩後10日以降は両区ともに投与前の濃度以上まで回復した。特に、ビタミン 剤を投与した試験区は対照区に比べ、高い濃度で推移し、分娩後30日で30.72 $\mu\text{g}/\text{dl}$ と上昇した。血漿中ビタミン 濃度は給与飼料中の β -カロテン含量によるビタミン 転化などの影響で両区間の有意差は認められなかった。

小林らは⁷経産牛の血漿中の β -カロテンおよびビタミン 含量は分娩前2週間から分娩日まで有意に減少した報告している。

今回の試験においても同様な試験成績が認められ、分娩前7日からビタミン 剤を投与したが、分娩時には血漿中ビタミン 濃度が減少した。

更に分娩時のビタミン 濃度の減少原因について、西田らは¹⁵初乳中へのビタミン の分泌量は常乳の数倍(210~240 $\mu\text{g}/\text{dl}$)にもなっていると、また初乳中の免疫グロブリン産生にビタミン が多量消費されていると報告している。更に、分娩前後の1週間は分娩による体力消耗から、免疫機能低下を来しており、その機能回復のために、分娩時にビタミン の需要が増大すると報告している。このことから、分娩時には血漿中のビタミン 濃度が減少すると報告している。今回の試験においても小林ら・西田らの報告、昨年度成績と同様な結果が認められ、分娩前7日からビタミン剤を投与したが、分娩時には血漿中のビタミンA濃度が減少した。

表 5 ビタミン 濃度の推移 (平均値)

区分	分娩後の経過日数					総平均
	投与前	分娩時	10日	20日	30日	
試験区	28.84	22.39	28.88	31.00	30.72	27.37
対照区	20.59	20.01	21.98	27.06	28.96	23.97

単位： $\mu\text{g}/\text{dl}$

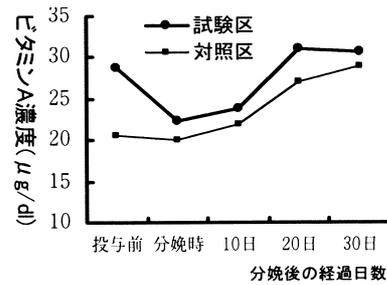


図 2 ビタミン A 濃度の推移 (平均値)

血漿中ビタミン 濃度の推移は表 6、図 3 に示した。ビタミン剤投与前の血中ビタミン 濃度は試験区2.25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 、対照区1.67 $\mu\text{g}/\text{ml}$ で、試験区は対照区に比べ0.58 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と高い値であったが、分娩時は2.18 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と僅かに0.07 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と減少したものの分娩後10日以降、その濃度は増加し、分娩後30日目には対照区に比べ3.76 $\mu\text{g}/\text{ml}$ と高い値で推移した。血漿中ビタミン 濃度には区間の有意差が認められ、試験区は対照区に比らべて有意に高い濃度で推移して、その投与効果を認めた(P < 0.05)。

K.L.Smitho等⁶貯蔵飼料に依存している場合には乳牛のビタミンE水準は低くなると言われており、分娩前後にはビタミン 欠乏状態に陥りやすいとの報告がある。

従って貯蔵飼料(サイレージ)給与の際にはビタミン類(ビタミン・)投与が必要である。ビタミン 濃度においても平成12年度成績と同様な結果が得られた。

表 6 ビタミン 濃度の推移 (平均値)

区分	分娩後の経過日数					総平均
	投与前	分娩時	10日	20日	30日	
試験区	2.25	2.18	2.25	3.12	3.76	2.76
対照区	1.67	1.78	1.99	2.14	2.34	1.94

単位： $\mu\text{g}/\text{ml}$ 区間の有意差：P < 0.05 (One-Factor ANOVA)

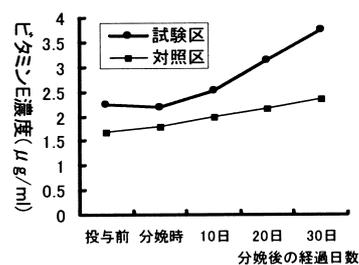


図 2 ビタミン E 濃度の推移

血中硝酸態窒素濃度の推移は表7、図4に示した。投与前では試験区0.41ng/ml、対照区0.67ng/mlで、分娩では試験区0.48ng/ml、対照区0.62ng/mlで、両区とも投与前、分娩時は高い濃度であった。しかし、分娩後10日以降は両区とも減少し低い濃度で推移した。試験期間中、その濃度は昨年度と同様に両区ともに中毒濃度レベル以下の値で推移しており、試験区ではビタミン(V・A、E)剤投与による硝酸態窒素濃度の減少効果は認められなかった。

表8 硝酸態窒素濃度の推移(平均値)

区分	分娩後の経過日数					総平均
	投与前	分娩時	10日	20日	30日	
試験区	0.41	0.48	0.18	0.19	0.16	0.29
対照区	0.67	0.62	0.19	0.16	0.18	0.35

単位: ng/ml

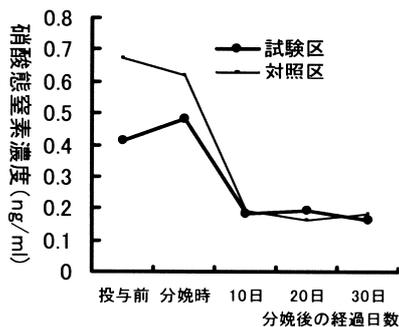


図4 硝酸態窒素濃度の推移(平均値)

表9 繁殖成績

区分	試験区	対照区
子宮整復日数 (日)	21.7	27.6
発情回帰日数 (日)	28.3	38.3
初回授精までの日数(日)	57.1	69.6
受胎までの日数 (日)	97.4	128.3
授精回数 (回)	1.4	1.6
受胎率 (%)	71.4	57.1
胎盤停滞の発生率 (%)	0.0	42.9
繁殖障害の発生率 (%)	27.5	57.1

試験区の受胎率(受胎5頭/7頭)
対照区の受胎率(受胎4頭/7頭)

表10 周産期疾病の発生状況(%)

病名	試験区	対照区
乳房炎	42.8(3/7)	42.8(3/7)
ケト-ジス	28.5(2/7)	0.0
卵胞嚢腫	218.5(2/7)	14.2(1/7)
卵巣機能減退	0.0	14.2(1/7)
子宮内膜炎	0.0	28.5(2/7)

ビタミン投与後の繁殖成績は表9に示した。

分娩後の子宮整復日数は試験区21.7日、対照区27.6日で、発情回帰日数は試験区28.3日、対照区38.3日で、初回授精までの日数は試験区57.1日、対照区69.6日で、受胎までの日数は試験区97.4日、対照区128.3日で、受胎までの授精回数は試験区1.4回、対照区1.6回で試験区では、その日数・回数が短縮された。受胎率は試験区71.4%、対照区57.1%であった。胎盤停滞はビタミン類の投与で対照区のみ(42.9%)発生した。繁殖障害は両区とも発生し、試験区27.5%、対照区57.1%であった。

周産期疾病の発生状況は表10に示した。乳房炎は両区ともに発生し、ケト-ジスは試験区に発生した。繁殖障害では卵胞嚢腫、卵巣機能減退、子宮内膜炎等の疾病の発生が認められた。

- カロテンやビタミンA・E剤投与による繁殖障害並びに各種疾病予防に関する研究成績には多くの報告がある。B.S.Oldick&J.L.Firkinsらは¹⁾ビタミンEまたはセレンの注射で子宮炎、胎盤停滞、嚢腫卵巣を減少させると報告している。宇田らは¹²⁾ - カロテンやビタミンEの投与で胎盤停滞の発生が減少し、子宮の復古、初回排卵、発情の回帰などの短縮が図られたと報告している。また、Van Horn, H.H., A.C. Wilke., W.L. Powers. and R.A. Nordstedらは^{13, 14)}分娩前後に - カロテン(300mg/日)とビタミンE(1,000万IU/日)の添加給与で胎盤停滞の発生が減少し、子宮の回復、初回排卵、発情回帰までの日数が改善されたと報告している。平井らは⁵⁾ビタミンA1,000万/月量以上の添加投与で着床障害の改善、分娩前1週間前にビタミン 300~1,000万IU/月量の添加投与で後産停滞が防止できると、また、ビタミンA1,500万IU/月量の添加投与は体細

胞数並びに乳房炎発生の改善に効果があると報告している。K.L.Smithらは⁶⁾分娩前後にビタミンE 1,000IU / 日の添加投与すると繁殖障害並びに乳房内細菌感染、乳房炎、乳汁中体細胞、胎盤停滞に対し予防効果があると報告している。西田らは¹⁰⁾夏季においては感染症に対して微生物の増殖、ストレス、生体防御能の低下でビタミンE不足は感染症を増幅させ、ビタミンEの添加給与で乳房炎感染初期の予防に役立つ等と報告している。

このように多くの研究者等によってビタミンA・E投与事例が報告されている。本試験においても、分娩後の子宮整復、発情回帰、初回授精などの日数の短縮を認め、これらの研究報告と同様な成績が得られた。しかし、乳房炎の発生予防には顕著な効果を認めず、その発生が多かった。

表10 繁殖障害と血漿中ビタミン濃度 (平均値)

区分	病名	ビタミン ($\mu\text{g} / \text{dl}$)	ビタミン ($\mu\text{g} / \text{ml}$)
試験区	正常 (n = 5)	27.11	2.12
	卵胞嚢腫 (n = 2)	28.02	4.38
対照区	正常 (n = 3)	21.41	1.95
	卵胞嚢腫 (n = 1)	13.76	1.65
	卵巢機能減退 (n = 1)	22.12	1.60
	子宮内膜炎 (n = 2)	34.46	2.45
合計	正常 (n = 8)	25.06	2.06
	卵巢機能減退 (n = 1)	22.12	1.60
	卵胞嚢腫 (n = 3)	22.30	3.47
	子宮内膜炎 (n = 2)	34.46	2.45

表11 繁殖成績とビタミン濃度 (平均値)

区分	ビタミン ($\mu\text{g} / \text{dl}$)	ビタミン ($\mu\text{g} / \text{ml}$)
妊娠	26.40	24.0
不受胎	24.57	24.0
平均	25.74	24.0

表12 血液生化学検査成績 (平均値)

検査項目	区分	投与後の経過日数					総平均
		投与前	分娩時	10日	20日	30日	
GOT	試験区	66.3	83.3	78.8	75.3	72.3	73.5
	対照区	63.3	63.7	76.0	79.1	75.7	72.5
CRE	試験区	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2
	対照区	1.3	1.5	1.1	1.0	0.9	1.2
ALB	試験区	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.5
	対照区	3.5	3.5	3.5	3.6	3.7	3.6
BUN	試験区	8.9	11.6	10.2	10.0	10.8	10.3
	対照区	11.8	22.8	9.3	11.6	17.4	15.6
LDH	試験区	630.5	697.4	728.0	694.5	688.8	703.4
	対照区	568.5	579.5	636.3	675.4	626.3	637.7
TP	試験区	6.7	6.9	7.7	7.9	7.8	7.5
	対照区	6.9	6.6	7.7	7.7	8.2	7.4
TG	試験区	24.4	23.0	14.9	14.3	9.7	16.2
	対照区	27.8	16.6	12.6	16.0	15.1	17.6
TCHO	試験区	80.0	73.7	107.9	112.6	115.6	95.9
	対照区	110.3	111.6	139.6	150.3	164.4	135.8

有意差:検定:One Factor ANOVA,

:P < 0.05

(正常範囲)

GOT:40~80u / l, CRE:1.2~2.0mg / dl,

ALB:3.4~4.2g / dl, BUN:7.7~20.8mg / dl,

LDH:700~1,500u / l, TP:6.5~7.5g / dl,

TG:15~50mg / dl, TCHO:59.3~249.2mg / dl

繁殖障害と血漿中ビタミン濃度の関係をみると、昨年度では正常に比べ、ビタミンA・E濃度ともに高い疾病に卵胞嚢腫や子宮内膜炎などの発生が認められた。しかし2001年度の全体成績では、ビタミンA・E濃度のみ高い疾病に子宮内膜炎、ビタミンE濃度のみ高い疾病に卵胞嚢腫が認められた(表10)。繁殖障害と血漿中ビタミン濃度との関係では、年度及び試験牛によって成績が異なった。

繁殖成績と血漿ビタミン濃度は表11に示した。

妊娠の場合には胎児への栄養分の補給のため不受胎の時よりも若干高い濃度を示した。この結果についても、昨年度と同様な成果が得られた。

ビタミン投与での問題は過剰投与である。ビタミンAは要求量の100~1,000倍量を長期間連続投与すると、食欲減退、体重減少、皮膚の変色、骨の肥大性増殖などの慢性中毒症状の発生が認められると報告している。また、ビタミンEの過剰投与は他の脂溶性ビタミンの利用に拮抗すると報告されている²⁾。

今回の試験で、ビタミンA・E製剤を長期間にわたり連続投与したが、前述した中毒症状の発生は臨床的には全く認められなかった。

ビタミン剤の長期投与が血液生化学成分に及ぼす影響について検査した成績は表12、図5~8に示した。

総蛋白質(TP)並びにアルブミン(ALB)の濃度推移は図5に示した。総蛋白質並びにアルブミンの濃度は両区とも分娩後、上昇して処理間には差が認められなかった。

クレアチニン(CRE)並びに尿素態窒素(BUN)の濃度推移は図6に示した。その濃度は両区とも分娩後、低下したが、正常値とされる範囲で推移した。

血漿中のグルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)並びに乳酸脱水酵素(LDH)は図7に示した。試験区のGOT濃度は分娩時を境に低下したが、対照区では分娩後、高い濃度で上昇した。LDHは両区とも分娩時以降から上昇した。GOT並びにLDHの濃度は正常範囲内とされる値で推移して、処理間には有意な差は認められなかった。

総コレステロール(TCHO)並びに中性脂肪(TG)の濃度推移は図8に示した。総コレステロールは分娩後、両区ともに高い濃度で上昇して、処理間に有意な差が認められた($P < 0.05$)。また、中性脂肪(TG)は分娩時以降、泌乳の増加に伴い泌乳エネルギー供給のため体脂肪の動員で肝機能の低下を起し、両区ともに分娩後は減少傾向で推移した。中性脂肪(TG)では、処理間での有意な差は認められなかった。

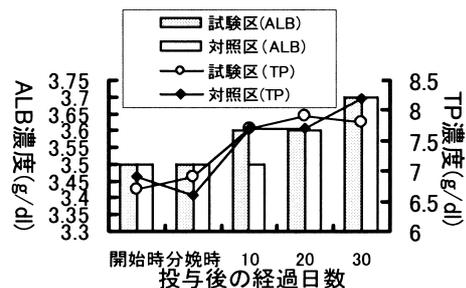


図5 ALBおよびTPの濃度の推移

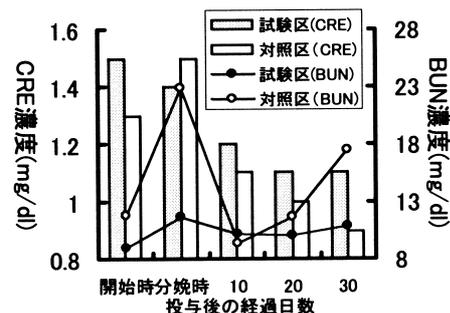


図6 CREおよびBUNの濃度の推移

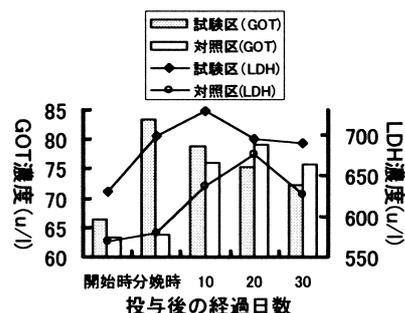


図7 GOTおよびLDHの濃度の推移

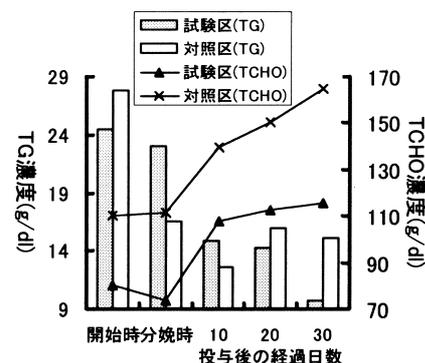


図8 TGおよびTCHOの濃度の推移

このように各検査項目に、それぞれ数値の異常が認められたが、ビタミン類の投与量は昨年度と同様、中毒量となる投与量でなく、その投与期間も極めて短期間のため、先に述べたような症状は全く認めず、

これらの検査値からは、中毒の発生は伺われないものと考えられた。むしろ、その原因は夏期における暑熱ストレスによる分娩後の疲労回復不足、飼料摂取量の低下で泌乳に見合うだけの養分摂取が出来ず、そのために代謝異常から起こったものと推察した。

今回、試験で使用したビタミン剤投与量はビタミン 5,180ml(20ml×37日×7頭)、ビタミン 2,590g(10g×37日×7頭)で、投与に要した経費は表13に示すとおり、1頭あたり2,830.5円であった。なお、1日1頭あたりではビタミン が57.5円、ビタミン が19.0円で合計76.5円であった。

表13 ビタミン剤の投与経費(試験期間中)

ビタミン剤	投与量	単価	所要経費	1頭当たりの所要経費
ビタミン	5,180ml	2,875	14,892.5	2,127.5
ビタミン	2,590g	1,900	4,921	703
合計			19,813.5	2,830.5

舎外気温並びに舎外相対湿度の推移は表14に示した。夏期(6～9月)における舎外気温は最高気温33.3℃、最低気温11.1℃(平均19.4～23.9℃)であった。舎内気温は最高気温32.0℃、最低気温12.0℃(平均17.8～22.8℃)であった。次に舎外湿度は最高湿度96.8%、最低湿度22.1%(平均72.3～80.5%℃)であった。舎内湿度は最高湿度95.0%、最低湿度30.0%(平均73.6～77.4%℃)であった。気温並びに湿度との血漿中硝酸態窒素濃度との相関は認められなかった。

表14 気象状況調査

(1) 温度の推移(℃)

区分	舎外温度				舎内温度		
	6月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
最高気温	28.9	33.3	32.1	29.1	32.0	30.0	24.0
最低気温	11.4	19.3	14.0	11.1	16.0	12.0	15.0
平均	20.1	23.9	23.0	19.4	22.8	20.4	17.8

(2) 湿度の推移(%)

区分	6月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
最高湿度	96.8	96.7	95.9	95.8	95.0	94.0	90.0
最低湿度	22.5	22.1	38.8	30.1	30.0	41.0	50.0
平均	78.9	77.6	72.3	80.5	73.6	74.1	77.4

夏期の暑熱時では、人工授精しても牛体の体温が高いことから授精後の受精卵の早期斃死による着床障害が発生するため、受精卵の着床が困難である。

そこで暑熱時における乳牛の受胎に及ぼす影響を検討するため、夏期分娩牛を対象に授精前～授精後にかけて牛体への散水を行った。その散水時期は気温が最も上昇する午後1時から3時間に1日1回10分間行った。体温測定は散水前と散水後に体温(直腸内温度)の測定を7日間行い牛体への散水効果を調査した。

牛体の散水前後の体温は表15に示すとおりで、牛体の散水によって-0.1～-0.8℃と体温が低下し、その受胎成績は9月末までの時点で+1頭、±1頭で、その後11月末までに4頭が受胎した。

表15 牛体散水後の体温(授精牛9頭の平均値)

区分	牛体散水後の体温変化						
	授精当日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
散水前(a)	39.3	39.1	39.0	39.1	39.1	39.3	39.5
散水後(b)	38.5	38.8	38.9	39.0	38.8	39.0	39.3
差(a)-(b)	0.8	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2
有意差	P<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
受胎成績	受胎4頭			不受胎5頭			

本研究の遂行にあたり、血液生化学成分分析をして頂いた大分家畜保健衛生所病性鑑定課の河野泰三主任に深謝します。

文献

- 1) B.S.Oldick & J.L..Firkin: Feedstuffs, 68, 51 (Dec. 9), 12 (1996)
- 2) G.F.Combs Jr.: Feedstuffs, 65, 9 (March 1), 14 (1993)
- 3) ヒートストレス(夏場を乗り切るベストマネジメント) P. 48～80 Dairy Japan(臨時増刊) 1996年6月5日

完了課題 4 酪農経営技術の確立

- 4)H.Kumagai et al.:Amimal Sei.J.,71,(2),143(2000)
- 5)平井洋次「乳牛の最新栄養学と疾病原因と対策、高泌乳・高受胎の実践」Dairy Japar(臨時増刊) P 43 ~ 137
- 6)K.L.Smith et al:J.Animal Sci.,75,(6),1659(1997)
- 7)小林直樹ら:農水省畜試研報 56 ,19(1996)
- 8)農林水産省北海道農業試験場 環境ストレス低減化による高品質乳生産マニュアル p23 - 29 Dairy Japar(臨時増刊)1997年 3月31日
- 9)松田隆一ら:農水省畜試研報 56 ,1 3(1996)
- 10)西田 諦衛 Dairy - Japan p70 ~ 74 ,1999 ,7月号
- 11)篠崎 謙一 畜産の研究 第29巻 第 2号(1975),53 - 56
- 12)宇田三男ほか:畜産の研究 第43号 第 8号 (1975),17 - 19
- 13)Van Horm,H.H.,A.C.Wilkie.,W.L.Powers.and R.A.Nordsted:Compoment of Dairy Manure Management Systems.J.Dairy Sci.77:2008-2030.1994)
- 14)Van Horm ,H,H.,A.C. Wilke.,W.L..Powers..and R.A.Nordsted:Components of dairy manure management systems.J.Dairy sci.77:2008-2030.1994
- 15)西田 諦衛 デーリイジャパン 91 - 95 8月(1998)
- 16)加藤 壽次 デーリイジャパン 別刷ル - メン 2 ,P166 - 170(1986)
- 17)大竹 勇ら 埼玉畜試研資、48 - 3(1971)
- 18)飯塚三喜ら 「飼料作物と牛の生理障害」社団法人 農山漁村文化協会 p48 - 98(1977年 4月20日発行)
- 19)渡辺文男 臨床獣医 vol16 , 7(1998) p25 - 29
- 20)元井葎子 畜産の研究 第47巻 第 1号(1993)45 - 51
- 21)平成12年度大分県畜産試験場試験成績報告書