

## フリーストール牛舎における牛床敷料の違いが 搾乳牛の行動および牛舎内の衛生状況に及ぼす影響

脇本 亘, 本谷 直, 塚本永和

The influences on the action of milking cows and the hygiene situation in the cowshed  
by difference of the stall litter in the free stall cowshed

Wataru Wakimoto, Naoshi Hon-ya and Nagakazu Tsukamoto

### 要 約

本試験では、フリーストール形式において牛体汚染を防止する牛床敷料管理方法について、山砂と戻したい肥を用いて敷料の素材と使用方法の違いによる牛床利用及び牛体衛生スコアへの影響を検討した。

敷料導入直後では、種類、量に関わらず、牛床利用率が7割以上であったが、2週間後には全試験区で低下し、通路への横臥行動がみられた。牛体衛生スコアは場合、牛床利用率の低下にしたがって平均スコアが増加する傾向がみられ、敷料の量が多い乳房付近のスコアが低くなる傾向がみられた。本試験において牛体衛生スコアと体細胞数との関連性は、明確でなかった。入れ替え後3週間後経過した牛床敷料では、2種類の敷料間で細菌の繁殖性に異なる特徴が認められた。

これらの結果から、山砂を多く使用した場合、入れ替え直後は牛の快適性(カウ・コンフォート)が高い牛床条件であるが、2週間以上放置すると著しくカウ・コンフォートが低下するため、敷料の攪拌・入れ替え及び追加などの定期的な牛床管理が必要である。また良質な完熟たい肥を豊富に導入した場合、導入直後は山砂よりもさらにカウ・コンフォートの高い牛床条件になると推察できた。

キーワード：フリーストール, カウ・コンフォート, 牛床利用率, 牛体衛生スコア, 乳汁中体細胞数

### 緒 言

近年、酪農経営の大規模化により多頭飼養に適したフリーストール・ミルクパーラー方式の牛舎を導入する農家が増加している。同形式では、給餌、除糞などが機械化できるため省力的であるのと同時に、牛が自由に移動できるため従来の繋留式よりも牛へのストレスが少なくなることが期待されている。一方、衛生面では通路上など汚れた場所への横臥が可能であるため、牛体の汚染による乳質への悪影響が懸念される。

Chiappiniら(2005)は、乳房及び下肢の汚れ具合とバルク乳の体細胞数に正の相関があると報告している。<sup>1)</sup>

我々は先に、茨城県内の7戸のフリーストール牛舎に関して牛舎構造、牛床敷料利用と牛の行動および牛体衛生状況に関する調査結果を報告した。<sup>2)</sup>その結果、半数以上については牛床敷料に山砂を使用していたことから、県内の酪農家の多くは山砂を使用していると考えられた。また、前述の調査では牛床状況が異なると牛床利用率が変化し、牛体の汚れの程度を数値化した牛体衛生スコアも変化する事が示唆された。

本研究では、フリーストール形式において牛体汚染を防止する牛床敷料管理方法について、県内で広く用いられている山砂と、コスト抑制の観点で用いられている戻したい肥を用いて検討した。

### 材料および方法

- 1 試験期間  
2009年5月14日から同年9月16日
- 2 供試牛  
茨城県畜産センターで飼養されているホルスタイン種搾乳牛(のべ頭数, 39頭)
- 3 試験場所  
茨城県畜産センター乳牛舎(牛床数 48個)  
フリーストール・ミルクパーラー形式
- 4 試験区分  
牛床敷料の種類を山砂, 戻したい肥の2種類, 使用方法を平坦と傾斜(図1)の2種類として4試験区で各区21日間試験を実施した。通路敷料は全ておが粉を使用

した。

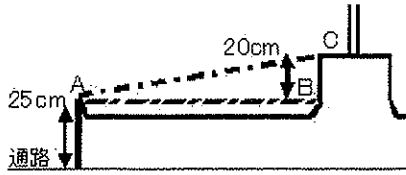


図1 ストール形状と敷料導入位置

- 山砂・平坦区: AB間に山砂を平坦に敷く
- 山砂・傾斜区: AC間に山砂で緩やかな傾斜
- 戻したい肥・平坦区: AB間に戻したい肥を平坦
- 戻したい肥・傾斜区: AC間に戻したい肥を傾斜

なお、本試験で使用した戻したい肥は、十分に発酵・成熟した完熟たい肥とし、全試験区とも試験期間中の牛床調整は一切行わないこととした。

## 5 調査項目

### 1) 牛床利用率

牛床敷料入れ替え直後(以下、0日目とする), 14日目及び21日目の牛の休息行動について、朝の給餌2時間後、及び同5時間後に調査した。項目は、牛床横臥、牛床起立、通路起立、通路横臥の4項目に分類した。なお、前肢のみが牛床にある場合は牛床起立とし、採食行動中のものは通路起立とした。

また、牛床に横臥している牛と起立している牛の頭数の頭数全体に占める割合を牛床利用率とした。

### 2) 牛体衛生スコア

全試験期間を通して在群した22頭について、各試験区の14日目及び21日目に、尾の周り・大腿部・下腹部・乳房・後肢下肢の5箇所を5段階(1: きれい～5: 汚い)で評価した<sup>1)</sup>。

各試験区とも開始前のブラシ掛けにより試験開始時が1.0になるようにした。

### 3) 乳汁中体細胞数

各試験について21日目の個別別乳汁中体細胞数(以下、体細胞数)を調査した。分析は関東生乳販連生乳検査所に依頼した。

### 4) 牛床敷料中の大腸菌群数

各試験21日目に、牛床の乳房が当たると考えられる位置について、目視で汚れない部分と汚れが目立つ部分の敷料を各10カ所から無作為に採取、混合、攪拌して大腸菌群数測定用試料とした。採取した5gを蒸留水で100倍に希釈、浸透(10℃, 20

min), 希釈後、デソキシコレート培地で36℃, 20時間培養、シャーレ内のコロニー数を計測・算出した。

## 結果

### 1 牛床利用率

#### 1) 0日目

搾乳頭数の増減により牛床数/頭数(以下、密度)に若干の変動はあるものの、牛の行動パターンに大きな差は認められず、牛床利用率は7割以上となった。給餌2時間後では、山砂・平坦区の調査データがないものの、山砂、戻したい肥いずれの場合にも、傾斜区で牛床横臥頭数が多くなった。山砂・傾斜区及び戻したい肥・平坦区では、敷料入れ替え直後であるにもかかわらず、通路に横臥する牛が見られた。山砂・平坦区、戻したい肥・傾斜区では、通路に横臥する牛がおらず、後者では給餌5時間後でも牛床横臥頭数も多くなった(表1)。

表1 0日目の牛床利用状況

頭数(頭数/牛床)	山砂・平坦		山砂・傾斜		戻したい肥・平坦		戻したい肥・傾斜	
	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)
33(0.69)			27(0.56)		27(0.56)		27(0.56)	
牛舎内温度(湿度) <sup>※1</sup>	22.1℃(-)		20.1℃(91%)		28.8℃(73%)		28.6℃(51%)	
給餌2時間後								
牛床横臥	21	77.8	17	63.0	20	74.1	6	22.2
牛床起立	2	7.4	2	7.4	6	22.2	1	3.7
通路起立	0	0.0	2	7.4	1	3.7	0	0.0
通路横臥	4	14.8	6	22.2	0	0.0	0	0.0
給餌5時間後								
牛床横臥	15	45.5	12	44.4	15	55.6	19	70.4
牛床起立	13	39.4	8	29.6	6	22.2	7	25.9
通路起立	5	15.2	4	14.8	2	7.4	1	3.7
通路横臥	0	0.0	3	11.1	4	14.8	0	0.0
平均牛床利用率(%)	87.5		79.6		74.1		86.3	
平均通路横臥率(%)	0.0		13.0		18.5		0.0	

※1 14時30分時点の気温及び湿度

#### 2) 14日目

牛床利用率は、いずれも6割程度であり、どの試験区においても0日目より低下していた。山砂・傾斜区の給餌5時間で通路横臥頭数が特に多くなった。

戻したい肥の2区では、戻したい肥傾斜区で通路横臥牛が見られ、牛床利用率が大きく低下し、戻したい肥・平坦区と比べて牛床利用率、通路横臥率ともほぼ同様の経過がえられた(表2)。

表2 14日目の牛床利用状況

頭数(頭数/牛床)	山砂・平坦		山砂・傾斜		戻したい肥・平坦		戻したい肥・傾斜	
	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)
32(0.67)			28(0.58)		27(0.56)		29(0.60)	
牛舎内温度(湿度)	23.4℃(58%)		20.5℃(98%)		29.7℃(70%)		27.7℃(36%)	
給餌2時間後								
牛床横臥	18	56.3	9	32.1	14	51.9	20	69.0
牛床起立	5	15.6	9	32.1	3	11.1	0	0.0
通路起立	6	18.8	9	32.1	6	22.2	4	13.8
通路横臥	3	9.4	1	3.6	4	14.8	5	17.2
給餌5時間後								
牛床横臥	12	37.5	11	39.3	12	44.4	14	48.3
牛床起立	9	28.1	5	17.9	5	18.5	5	17.2
通路起立	9	28.1	3	10.7	7	25.9	7	24.1
通路横臥	2	6.3	9	32.1	3	11.1	3	10.3
平均牛床利用率(%)	68.8		60.7		69.0		67.2	
平均通路横臥率(%)	7.6		17.9		13.0		13.8	

3) 21日目

山砂・平坦区では、牛床利用率、牛舎横臥頭数とも14日目とほぼ同様であった。山砂・傾斜区及び戻したい肥・平坦区では、牛床利用率が14日目よりさらに低下した。特に山砂・傾斜区では牛床横臥頭数が1割程度と著しい減少がみられた。戻したい肥・傾斜区では、牛床利用率はそれほど変わらないものの、牛床横臥頭数は14頭、7頭とやや減少傾向が見られた。通路横臥率については、どの各試験区とも14日目とほぼ同様の値であった(表3)。

表3 21日目の牛床利用状況

頭数(頭数/牛床)	山砂・平坦		山砂・傾斜		戻したい肥・平坦		戻したい肥・傾斜		
	32(0.67)		27(0.56)		27(0.56)		30(0.60)		
牛舎内温度(湿度)	23.7℃(54%)		30.5℃(68%)		30.2℃(73%)		24.6℃(43%)		
	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	頭数	割合(%)	
2時間後	牛床横臥	14	43.8	3	11.1	12	44.4	14	46.7
	牛床起立	8	25.0	9	33.3	5	18.5	2	6.7
	通路起立	9	28.1	13	48.1	5	18.5	13	43.3
	通路横臥	1	3.1	2	7.4	5	18.5	1	3.3
5時間後	牛床横臥	16	50.0	3	11.1	10	37.0	7	23.3
	牛床起立	6	18.8	8	29.6	3	11.1	15	50.0
	通路起立	5	15.6	11	40.7	10	37.0	7	23.3
	通路横臥	5	15.6	5	18.5	4	14.8	1	3.3
平均牛床利用率(%)	68.8		42.6		55.6		63.3		
平均通路横臥率(%)	9.4		13.0		16.7		3.3		

2 牛体衛生スコア

1) 14日目における牛体衛生スコア

尾の周りでは、山砂・平坦区でやや低かったが、敷料の種類、量の間には差はみられなかった。大腿部では、両敷料ともに傾斜区は平坦区よりやや汚れが少

ない傾向にあった。下腹部では、戻したい肥・傾斜区は他の試験区より汚れが少なかった。

乳房においても、戻したい肥・傾斜区で他の試験区よりも汚れが少ない傾向がみられた。後肢下肢では、牛床利用率の低い山砂・傾斜区及び戻したい肥・平坦区でやや高かった(表4)。

2) 21日目における牛体衛生スコア

乳頭との接触がなく、乳成分への直接的な影響が少ないと考えられる尾の周り及び大腿部については表から除外した。3項目の平均スコアにバラツキはあったものの、敷料の種類及び量による影響は見られなかった。平均体細胞数では、両敷料とも傾斜区で高くなる傾向がみられた(表5)。

3 牛床敷料中の大腸菌群数

使用前の敷料では、大腸菌群は検出されなかった。目視で汚れが少ない部分の試料では、両敷料とも導入量が少ない平坦区の方が、導入量の多い傾斜区に比べて高い数値を示した。また、目視で汚れが多い部分の試料でも、両平坦区の方が傾斜区に比べて高い数値を示した。両傾斜区において、汚れの少ない部分では戻したい肥、汚れの多い部分では山砂の方が大腸菌群数が少なかった(表6)。

表4 14日目の各部位における平均牛体衛生スコア

	平均牛体衛生スコア									
	尾の周り		大腿部		下腹部		乳房		後肢下肢	
	平坦	傾斜	平坦	傾斜	平坦	傾斜	平坦	傾斜	平坦	傾斜
山 砂	2.09	2.27	2.41	2.27	2.41	2.41	1.82	1.73	2.96	3.18
戻したい肥	2.41	2.32	2.55	1.96	2.86	1.82	2.32	1.96	3.32	2.73
平 均	2.25	2.30	2.48	2.11	2.64	2.11	2.07	1.55	3.09	2.95

表5 21日目の各部位における平均牛体衛生スコア及び平均体細胞数

	平均牛体衛生スコア						平均体細胞数	
	下腹部		乳房		後肢下肢		(千個/ml)	
	平坦	傾斜	平坦	傾斜	平坦	傾斜	平坦	傾斜
山 砂	2.73	2.64	2.00	2.18	3.36	3.50	134	211
戻したい肥	2.95	2.23	2.27	2.27	3.59	3.14	127	295
平 均	2.84	2.43	2.14	2.23	3.48	3.32	130	253

表6 21日目の牛床敷料中の平均大腸菌群数

	山砂・平坦	山砂・傾斜	戻したい肥・平坦	戻したい肥・傾斜
汚れの少ない部分	6.30×10 <sup>5</sup>	6.95×10 <sup>4</sup>	7.20×10 <sup>5</sup>	5.00×10 <sup>3</sup>
汚れの多い部分	5.15×10 <sup>5</sup>	7.90×10 <sup>4</sup>	1.65×10 <sup>5</sup>	2.68×10 <sup>5</sup>
使用前	0	0	0	0

※単位は、個/g

## 考 察

### 1 牛床利用率

牛床敷料入れ替え直後では、密度の影響をほとんど受けなため、7割から8割以上と高い牛床利用率が得られたと考えられた。その中で、山砂・傾斜区並びに戻したい肥・平坦区で通路に横臥する牛がいたことに関しては、牛舎内の気温・湿度があがると通路に横臥するほは特定の牛による行動による影響であり、山砂・平坦区の試験実施時期では暑熱によるストレスがないため通路横臥しなかったのではないかと考えられた。

一方で、戻したい肥・傾斜区では、牛舎内温度が高いにもかかわらず、給餌5時間後の最も暑い時間帯において牛床横臥頭数が多く、通路に横臥する牛がいなかった。この理由の一つとして、砂よりも柔らかく、起立時の摩擦が少ない戻したい肥を豊富に入れたことにより、牛床の快適性が向上したと考えられた。

次に、14日目つまり牛床敷料を入れ替えてから2週間後では、牛床利用率がいずれも6割程度であり、どの試験区においても0日目よりは低下していた。このことから、14日間調整を行わない状況で牛が起立・横臥を繰り返すことにより、牛床の快適性がやや低下したことが考えられた。

山砂・傾斜区では、給餌5時間後に通路横臥頭数が特に多くなっていった。しかし、これは天候不良により前日との気温差が大きくなったため広い通路に牛がまとまって横臥するという特異的な行動の影響であり、牛床敷料の直接的な影響ではないと考えられた。

また、戻したい肥の2区での通路横臥牛については、0日目で述べた特定の牛がほとんどであり、牛床敷料の快適性がやや低下した影響に加えて、牛舎内の気温・湿度の上昇に伴い、水分が多く冷たい通路への横臥行動に現れた結果であると考えられた。

21日目、つまり牛床敷料を入れ替えてから3週間放置した状況下では、山砂・傾斜区及び戻したい肥・平坦区で牛床利用率が大きく低下した。特に山砂・傾斜区では牛床横臥頭数に著しい減少がみられた。これは、水分を含むと固まりやすい山砂の材質による影響であったと考えられた。

山砂を豊富に入れたこの牛床では、牛が頻繁に利用する箇所、入れ替え時と比べて20cm以上の凹みがみられた。逆にその脇の隔柵の下の部分は敷料の減少が少ないまま固まっており、牛が凹みにはまって、寝起きしにくい牛床が何か所もできてしまったためこのような結果となったと推察できた。

一方で、同じ山砂を使用した山砂・平坦区では、同様の凹みと砂の硬質化は見られるものの、全体としての凹凸が少なかったため、それほど寝起きしにくい環境ではなく牛が牛床に横臥したため14日目と比べて牛床利用率がそれほど低下しなかったものと考えられた。

また、柔らかく軽い材質である戻したい肥を使用した両試験区では、牛の寝起きにより大きく掘下がるものが予測されたが、実際には大きな凹みは見られなかった。これは軽くて移動しやすい戻したい肥が、牛の横臥・起立などの行動で移動し比較的平坦にならされたためであると考えられた。それゆえに、単純に導入量の少ない平坦区では、敷料の減少により牛床の快適性が損なわれ牛床利用率が低下した。その一方で、絶対量が豊富な傾斜区では、14日目と比べてそれほど大きな低下にはならなかった。

以上の結果から牛床利用率の改善という観点では、両敷料の性質的特徴により使用方法が大きく異なることが分かった。

### 2 牛体衛生スコアと体細胞数

14日目と21日目を比較すると、7日後の後者で牛体衛生スコアが高くなっており、牛床調整後、時間の経過とともに汚れ具合が進んでいることが分かった。

この最大の要因は、前述の牛床利用率であると考えられる。特に後肢下肢では牛床利用率が低下した2区で特に平均スコアの上昇がみられた。また、下腹部、乳房についても通路横臥率の増加と並行するように平均スコアが上昇しているように感じられた。他の2部位においても、牛床利用率の低い2区で同様の傾向がみられた。

敷料の種類及び量との関連性について、今回の試験では下腹部及び乳房で敷料の導入量の違いと牛体衛生スコアの間にある程度の傾向が見られた。そのなかでも戻したい肥を豊富に入れた戻したい肥・傾斜区では、14日目の下腹部、乳房のスコアが若干低い傾向がみられた。これによりこの試験区では、敷料を入れ替えてからの2週間、牛が最も牛床をしっかりと利用していたものと推測できた。

しかし、21日目つまり3週間後には各試験区の平均スコアの差が小さくなっていったことから、牛床を2週間以上放置することで、どのような牛床でも快適な条件ではなくなり、それによって牛体の汚れ具合が進んでいくということが推察できた。

平均体細胞数については、敷料の違いやその使用方

法により牛床利用率が向上し、牛体衛生スコアの上昇を抑制されることで、乳質が向上するという仮定のもので実施した。敷料の量による影響では、使用量の多い傾斜区で平坦区に比べ体細胞数がやや高い傾向がみられたものの、敷料による直接的な影響とは考えにくく、温度条件などの季節的な要因による影響による場所が大きいと考えられた。

### 3 牛床敷料中の大腸菌群数

山砂では、目視で汚れの少ない部分と多い部分から試料を抽出したにもかかわらず、大腸菌群数に差がみられなかった。これにより、山砂の場合には汚れていないように見える部分でも、実際には既に大腸菌が繁殖している可能性があり、目視での判断は困難であると考えられた。

戻したい肥では、比較的牛の行動によってならされ均一化されるため、平坦区のように絶対量が少ないと一見きれいに見える部分でも大腸菌が多数存在していることが推察された。また、戻したい肥の場合は、汚れてみえる部分には大腸菌が多数繁殖していたことから、比較的分けがしやすい素材であると考えられた。

本試験では、2種類の敷料資材について牛床利用率を向上により牛体の汚染を軽減し、乳質を改善しうる牛床環境づくりについて検討した。その結果、温度及び湿度の高い夏季に2週間以上無調整の条件下では、クッション性の高い良質な戻したい肥の方が牛の牛床利用率が高いことが分かった。一方山砂では、夏季に牛床の快適性を低下させないためには、比較的頻繁に調整する必要があることが分かった。また、両敷料とも、牛体の汚染を抑え、大腸菌等による環境性乳房炎の発生リスクを軽減するためには、日々の牛床管理の他に、10日程度での牛床敷料の追加あるいは部分的な入れ替えを行うことが必須であると考えられた。特に戻したい肥では、通路にこぼれ落ちてもたい肥の発酵性に全く影響がないことから、汚れた部分をこまめにしっかり取り除き、新しいものと入れ替えることが、牛体汚染による乳質低下のリスクを抑制する重要な鍵となる。

### 参考文献

- 1) Chiappini, 2005, Journal of American Veterinary Association, 227:1297-1301 (2005)
- 2) 脇本亘ら, 2010, 茨城県畜産センター研究報告第42号: 42-47

- 3) 大久保吉啓ら, 2000, 長野県畜産試験場研究報告第27号: 37-46
- 4) 高橋圭二, 2006, 北海道立農業試験場報告 第122号: 31-48
- 5) 原田英雄ら, 1999, 人・牛・環境に優しい酪農—フリーストールを通して—
- 6) 早坂貴代史, 1999, 畜産の研究第53巻:955-958
- 7) 早坂貴代史ら, 2002, 畜産の研究第56巻:645-649