

乳用牛における生体重の相違と 横臥・起立行動との関連性

池 滝 孝
附属農場

1. 目 的

乳牛の行動を観察すると、体重の軽重により横臥動作・起立動作はそれぞれ相違し、体重の重い泌乳牛や乾乳牛などはその動作がスムーズでなく、動作所要時間も子牛・育成牛より幾分長いことが肉眼的に観察される。一般的には、採食・飲水・排泄等に先行して起立し、休息・睡眠などのため横臥するようで、昼夜を問わずかなり頻繁に横臥・起立を繰り返す。それら一連の行動をスムーズに遂行する上で、横臥・起立動作のしやすさは重要な環境要因と思われる。そこで、本研究は良好な生活環境あるいは畜舎環境を構築するための基礎的情報を収集するため、荷重変動記録装置およびVTRを用いて、体重の軽重と横臥・起立動作との関連性をより詳細に検討した。

2. 方 法

荷重変動記録装置はロードセル4点支持型台秤仕様¹⁾であり、その載台(220×220 cm)を試験牛床として利用した。供試牛を収容する空間は、一般的なフリーストールの規格に準拠し、鉄パイプで仕切ったのち、チェーンタイにより繋留した。荷重変動データは図1に示すように、ロードセルからの電圧をアンプ、10Hzのローパスフィルターを経由させ、A/D変換した後、サンプリング間隔33 msでコンピュータに記録すると共に、イメージプロセッサを通じてVTR映像上に収録した。供試牛はホルスタイン種育成牛で、体重約300 kgおよび500 kgの牛各2頭ずつを用い、ノコクズを敷いた試験装置上に順次6日間収容した。また、荷重データおよびVTR映像から横臥・起立動作を以下のような5期に区分し、分析に供した。

[横臥動作の区分]

- 1期：横臥準備期……四肢が相互に接近し、背が湾曲、前肢片側屈折直前まで
- 2期：前肢屈折期……前肢両側の膝関節が接床するまで
- 3期：後軀下降期……臀部が接床するまで
- 4期：胸垂着床期……接床中の膝関節を前方移動し、胸底がほぼ完全に接床するまで
- 5期：横臥完了期……体軀・四肢を若干動かし、横臥の基本的な姿勢をとるまで

[起立動作の区分]

- 1期：起立準備期……頭部の前方移動や四肢を体軀に密着させるなどの動作が出現する期間
- 2期：体軀前方移動期……膝関節を支点として前軀・前腕骨を上部前方へ変位させ、体軀・頭部がほぼ最前方へ移動するまで
- 3期：後軀上昇期……後軀・上腿部が離床し、尾根部がほぼ最高点に達するまで

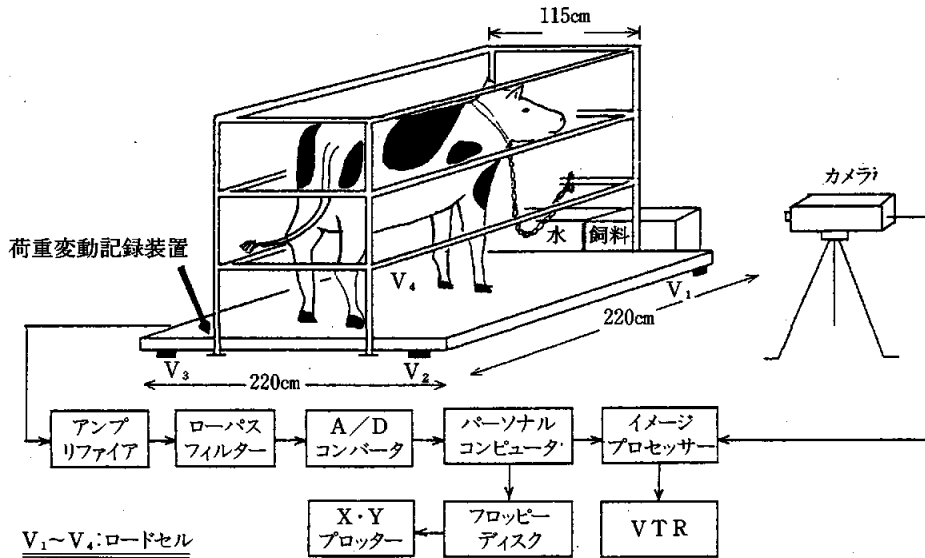


図1. 実験装置の概要

4期：前駆上昇期……接床中の両膝関節のうち片側を離床し，四肢全ての蹄が接床するまで

5期：起立完了期……正姿勢をとるための足踏み動作が停止するまで

なお分析項目のうち，ターニングポイント（以下TPと略）数とは，横臥・起立動作時における荷重中心の前後あるいは左右の方向転換の連の数（体重については加重・抜重の転換点の数）であり，荷重中心移動距離と同様に渡辺ら²⁾の方法により算出した。

3. 結果および考察

(1) 起立動作

体重 300 kg (L牛) および 500 kg (H牛) の供試牛の起立動作時における分析結果を表1に示した。各期別起立動作所要時間をみると，3期を除きいずれの期もH牛において長く，1~5期では12.2秒となり，L牛の約2倍となっている。また，起立動作時において重心の変位量が多くなる2~4期においても，H牛の方が有意に長くなる結果となった。したがって体重の軽重あるいは体格の大小は，起立動作所要時間にかなり影響を及ぼすものと思われた。また荷重変動の最大値・最小値とも体重に比例して大きくなっていることから，起立時には体重が重いほど，より大きな作用力が牛床面に対して必要となると判断される。牛床を2次元平面としてとらえ，2~4期の荷重中心移動距離を算出すると，L牛177 cm，H牛233 cmとなり，体重が重いほど有意に長くなっている。また，いずれの個体も左右方向に比べ前後方向の移動幅が長く44~50 cmであった。これらの数値は起立動作時における左右および前後方向の必要空間を推定する指標ともなろう。すなわちスムーズな起立動作を行うには，頭部前方の空間は極めて重要であり，体重300 kg前後の育成牛でも47 cm以上の空間を必要とする可能性もある。今後例数を増やし，VTR映像とも対比しながら，検討する必要

があろう。実質的な起立動作と考えられる2~4期のTP数をみると、体重および前後・左右方向ともH牛において有意に多くなっており、単位時間当たりのTP数もH牛で多い傾向があった。TP数は姿勢反射制御情報を反映する²⁾といわれていることから、TP数が多いH牛では、起立動作中に微妙な姿勢バランスをとる回数が、L牛より多く必要となる。これらのことから、体重・体格が大きくなると、起立動作時における荷重中心移動距離は必然的に長くなること、かつTP数も多数出現することから、H牛の動作所要時間が長くなったものと推察した。

表1. 起立動作時における結果の概要

牛No	体重	例数	起立動作所要時間(秒)							荷重の平均値(kg)			移動距離(cm)#			ターニングポイント数(2-4期)		
			1期	2期	3期	4期	5期	1-5期	2-4期	最大	最小	変動幅	左右	前後	距離	体重	前後	左右
L-756	295	10	1.09	1.15	1.35	0.89	2.60	7.07	3.38	370	247	123	32.1	43.7	188	34.2	30.0	22.3
L-749	336	10	0.99	1.39	1.19	1.01	1.69	6.27	3.59	386	285	101	30.4	47.1	165	37.6	20.3	25.8
平均	316	20	1.04	1.27	1.27	0.95	2.15	6.67	3.49	378	266	112	31.3	45.4	177	35.9	25.2	24.1
H-728	513	10	1.60	1.84	1.45	1.14	5.54	11.57	4.43	599	421	178	32.4	49.5	238	54.1	36.1	43.2
H-723	536	10	2.31	1.97	1.03	1.14	6.35	12.79	4.14	617	437	180	33.1	50.1	227	43.9	30.5	42.6
平均	525	20	1.96	1.91	1.24	1.14	5.95	12.18	4.29	608	429	179	32.8	49.8	233	49.0	33.3	42.9
有意水準			*	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	NS	*	**	**	**	**

注) #: 2次元平面上(牛床上)における起立動作時の荷重中心移動距離(2~4期)、左右とは牛の体軸と直角方向
 * : P<0.05, ** : P<0.01, NS : 有意差なし

(2) 横臥動作

表2に横臥動作時における分析結果を項目別に示した。各期別横臥動作所要時間をみると、H牛の1期がL牛より有意に長くなっているものの、2~5期ではいずれも差は認められなかった。したがって、体重の重い牛は横臥準備期(1期)での所要時間が長くなり、前肢屈折開始(2期)以後の動作には、体重の軽重による差がほとんど生じないものと思われる。また、荷重変動の最大値・最小値はH牛で有意に大きく、ほとんど3期目の後駆下降期に出現していることから、体重が重いほど体躯が受ける衝撃は強くなるものと考えられる。荷重中心移動距離は起立動作と同様にH・L牛で差はみられたが、動作所要時間に有意な差は認められていない。このように起立動作とは異なる傾向が示されたのは、動作の根本的な相違から生じたものかどうか、更に荷重中心移動速度や移動パターンとの関連も含め検討する必要があるであろう。また、左右方向の移動幅に差はなく、前後方向に有意な差がみられたことから、横臥動作時における前後方向の必要空間は、H牛において幾分広くなるものと推測された。TP数は左右方向で差が認められたが、体重および前後方向にはなく、起立動作時とは異なる結果になった。

以上のことから、重心位置が上方へ変位する起立動作においては、体重の軽重が動作所要時間に影響を及ぼす結果となったが、重心が下方変位する横臥動作では、体重の影響は少ないものと判断された。今後は、種々な牛床条件下で試験を実施し、動作所要時間や荷重中心移動パターン、TP数などを検討することにより、居住環境の良好な牛床構造を求めることが可能と思われる。

表2. 横臥動作時における結果の概要

牛No.	体重	例数	横臥動作所要時間(秒)								荷重の平均値(kg)			移動距離(cm)#			ターニングポイント数(2-4期)		
			1期	2期	3期	4期	5期	1-5期	2-4期	最大	最小	変動幅	左右	前後	距離	体重	前後	左右	
L-756	295	10	4.96	1.71	3.34	1.09	1.59	12.69	6.14	410	228	182	28.8	36.2	247	72.4	60.6	47.7	
L-749	336	10	4.48	1.73	2.37	1.20	1.47	11.25	5.30	469	276	193	23.7	40.7	189	65.6	39.8	45.4	
平均	316	20	4.72	1.72	2.86	1.15	1.53	11.97	5.72	440	252	188	26.3	38.5	218	69.0	50.2	46.6	
H-728	513	10	8.76	2.07	3.38	1.21	1.06	16.49	6.66	696	422	274	26.3	54.1	302	84.6	60.8	60.0	
H-723	536	10	7.79	2.19	2.54	1.09	1.93	15.54	5.82	786	430	356	27.0	46.2	278	66.2	56.3	61.2	
平均	525	20	8.28	2.13	2.96	1.15	1.50	16.02	6.24	741	426	315	26.7	50.2	290	75.4	58.6	60.6	
有意水準			*	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS	**	**	NS	NS	**	

注) # : 2次元平面上(牛床上)における横臥動作時の荷重中心移動距離(2~4期), 左右とは牛の体軸と直角方向
 * : P<0.05, ** : P<0.01, NS : 有意差なし

4. 文 献

- 1) 岩井 昂・小住兼弘, 床反力による歩行の力学的研究. 宮城教育大学紀要, 7: 45-67. 1972.
- 2) 渡辺興作・横山清子・高田和之・竹内伸也, 荷重負荷時の直立姿勢動揺の解析. 人間工学, 23: 233-240. 1987.