

日本畜産学会北海道支部賞

受賞講演

カーフハッチによる乳用子牛の育成技術に関する研究

曾根章夫* 岡本全弘* 干場信司***

八田忠雄** 森 清一*

(*北海道立新得畜産試験場 **現, 北海道立根釧農業試験場
***現, 北海道大学農学部)

カーフハッチ (Calf hatch) は、哺育期の子牛を屋外で育成するための簡易な施設で、熱的環境よりも衛生的環境を優先させた施設と考えられる。アメリカでは古くより一部で利用されていたようであるが、1973年頃から中西部を中心に急速に普及した。我が国には1977年にミネソタ州立大学Bates教授によって紹介された。

本研究は、カーフハッチが北海道の環境にも適するか否かを環境特性、寒冷環境下の子牛の生理反応、成長、行動及び健康などの面から総合的に検討し、哺育期の子牛の疾病多発防止とともに、寒地にお

ける子牛の低コスト育成方式の確立に資することをねらいとして、1978年～1981年に実施したものである。

1 カーフハッチの環境特性

カーフハッチでは子牛は常に新鮮な空気を与えられている反面、屋外環境の影響を大きく受ける。そこで、カーフハッチ内部の衛生的環境の実態を一般的な牛舎内と比較検討するとともに、冬季の防風効果及び夏季の防暑方法とその効果を明らかにすることを目的として、冬季は屋外の風速、風向に対するカーフハッチ内の風速比について、夏季はカーフハッチの奥壁を取り除くことによる通風効果及び外表面を白色塗装することによる温度、放射熱の変化を測定した。衛生的環境については、換気回数と空中浮遊細菌数を測定した。

(1) 冬季の防風効果
カーフハッチ正面からの風を風向0°、後方からの風を風向180°とした場合、風向135°を越えるとカーフハッチ内全体が無風に近い状態になり、また、奥部では風向にかかわら

ない。また、奥部では風向にかかわら

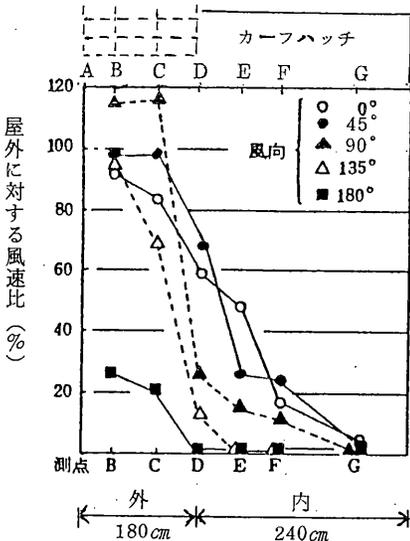


図1 カーフハッチにおける風向と風速分布

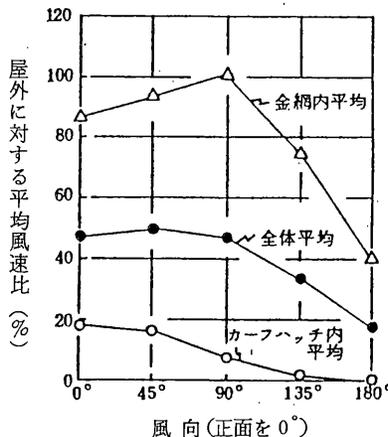


図2 カーフハッチにおける風向と防風効果

(注) 金網内平均は測点A, B, Cの平均
カーフハッチ内平均は測点D, E, F, Gの平均
全体平均は測点A～Gの平均

ず無風状態に近いことが確かめられた (図1, 2)。

(2) 夏季の防暑効果

風向が約90°から135°の場合を除くと、カーフハッチの奥壁を取り除くことにより、通風性は著るしく向上することが認められた。また、カーフハッチ内の放射熱負荷は屋外より大きく下廻っており、カーフハッチが日蔭施設の役割りをしていることが示された。更に、カーフハッチの外表面を白色塗装することも防暑効果を高めることが確認された。

(3) 衛生的環境

カーフハッチ内の換気回数は、奥壁があるもので風速1~2 m/secの風を正面から受けるとき100回/hr~120回/hr、後方から受けるとき約50回/hr、また、奥壁を取り除くと370回/hr~1200回/hrと、いずれの風向に対しても極めて大きな値を示した(表1)。

空中浮遊細菌数は、一般的牛舎よりもはるかに少く屋外と同程度の水準で、衛生的に極めて優れた環境であることが認められた。

2 寒冷環境における子牛の耐寒性

厳寒期に生後間もない子牛をカーフハッチのような寒冷環境に置いた場合の子牛の生理的な適応能力を知るため、子牛の放熱量に及ぼす気象要因の影響及び子牛の心拍数、被毛性状に及ぼす寒冷の影響について検討した。

放熱量は子牛の熱的模型を用いて各気象条件下で測定した。心拍数は初生雄子牛にテレメーター発信装置を装着し、受信信号をテープレコーダーに自動記録させて測定した。被毛性状は寒冷環境と保温環境(10℃に制御した簡易ベン)で、3か月間育成した初生雄子牛の毛量、毛成長量及び毛髄質直径について測定した。

その結果、熱的模型による子牛の放熱量は次式から推定できることが示された。

$$H = (2.022V + 12.722)(39.0 - T)$$

ここで、H：放熱量 (KJ/m²・hr)、V：風速(m/sec)、T：気温(℃)を示す。更に、模型による実測放熱量との相関係数は0.838、決定係数は0.702となり、放熱量の分散の約70%は気温と風速で説明できること

が示された。また、降雨、降雪により被毛がぬれた場合の放熱量は上式に各々1.2、1.06を乗じることが妥当と考えられた。冬季にカーフハッチに収容された子牛の心拍数は、牛舎内の子牛より常に高く熱の産生が高いことが示唆された。生後7日以内の子牛では心電図信号とともに震えによると思われる特異音も録音された。2週令以上の子牛ではほとんど震えは観察されず、より効率の良い非震え産熱への移行がうかがわれた。

表1 風に対するカーフハッチ入口の方向と換気回数

風向に対する角度	測点	FRP製カーフハッチ (奥壁有)		ベニヤ板製カーフハッチ (奥壁有)		ベニヤ板製通風カーフハッチ (奥壁無)	
		換気回数	風速	換気回数	風速	換気回数	風速
		(回/時)	(m/秒)	(回/時)	(m/秒)	(回/時)	(m/秒)
0°	F {	220	1.8	100	1.7	—	—
	G {	160	1.7	120	1.2	—	—
		72	2.1	—	—	—	—
45°	F {	100	1.2	140	2.0	1,200	1.7
	G {	75	1.2	—	—	500	1.0
		54	1.2	140	1.4	540	2.7
90°	F {	—	—	140	1.9	500	1.9
	G {	—	—	140	1.4	370	1.9
		—	—	190	1.6	—	—
135°	F {	30	0.7	57	1.2	400	1.3
	G {	25	0.7	57	1.2	810	1.8
		29	0.5	50	0.9	590	1.3
180°	F {	—	—	51	1.3	—	—
	G {	—	—	51	0.9	—	—
		—	—	—	—	590	2.5
					590	1.9	

注：(1) 測点F, Gは図1を参照
(2) —は欠測値

また、寒冷環境で育成した子牛の被毛は、保温環境で育成した子牛よりも長く、太く、且つ毛髄質も太くなり、体表の断熱性を増すことによる寒冷適応が示唆された(表2)。

表2 哺育施設と被毛性状

項目	寒 冷 群		保 温 群	
	開放式ペン	カーフハッチ	低換気保温ペン	高換気保温ペン
毛重量(g/100cm ²)				
1月13日	32±0.5	3.2±0.3	3.1±0.2	3.1±1.1
				3.7±0.3
4月8日	2.5±0.6	2.3±0.5 [△]	2.0±0.2	1.8±0.4
				1.7±0.3
毛 成 長 量 (g/100cm ²)	0.37±0.3	0.35±0.3	0.32±0.4	0.7±0.2
				0.57±0.2
毛 長 (mm)	32.4±1.5	30.8±2.5*	29.1±2.3	25.2±4.7
				2.49±3.7
毛 の 直 径 (μm)	74.4±17.1	68.4±13.0*	62.3±4.8	54.6±7.5
				49.0±0.7
毛 髄 の 太 さ *(%)	67.7±3.9	63.7±5.4*	59.7±3.1	54.6±9.6
				5.22±5.9
				53.4±7.2

注：(1) 有意差(△P<0.06, *P<0.05)
(2) *毛の直径に対する毛髄直径の割合

3 子牛の成長と健康状態

寒地における子牛の哺育施設として、カーフハッチは衛生的に優れた環境を有することが認められたが、厳しい自然環境下で子牛がどのような成長を示すのか、また、疾病予防効果がどの程度期待されるかについて実証的に検討した。

冬季は1月～3月の3か月間を1試験期間として3回、夏季は7月～8月の2か月間を1試験期間として2回、それぞれ試験を実施した。冬季試験は初生子牛延27頭を用い、各試験とも10℃に制御した簡易保温ペンを対照施設として比較した。夏季試験は初生子牛延10頭を構造・種類を異にするカーフハッチで育成し比較した。哺育飼料は代用乳を生後49日齢まで1日2回給与し、人工乳と乾草は最初から自由に採食させた。

カーフハッチ内の旬平均温度の外気温との差は、冬季は平均最低温度で1℃～4.4℃、平均最高温度で0.8℃～8.5℃それぞれ高く、夏季は平均最低温度では差がなかったが、平均最高温度で2℃～3℃高かった。しかし、奥壁を取り除き通風をよくすることによって外気温と同じになった。

(1) 子牛の成長

冬季にカーフハッチで育成した子牛は、保温ペンで育成した子牛と比較して1か月齢までの体高成長量が劣った以外に差は認められず、胸囲、管囲の成長量は逆に優れる傾向があった。また、夏季のカーフハッチにおける成長量は冬季のそれと比較すると、体高、管囲ではやや優れたが、増体量ではやや劣る傾向があった(表3、4)。

(2) 子牛の人工乳摂取量

カーフハッチにおける7週齢までの人工乳摂取量は、冬季では保温ペンより約40%多く、採食開始時期も平均的に早い傾向があった。夏季のカーフハッチにおいては冬季

のそれより約10%少なかった。

カーフハッチ、保温ペンではともに人工乳摂取量と増体量の間に、冬季において高い正の相関関係が認められたが、他の部位の成長量とは特定の関係は認められなかった(表5)。夏季においてはそれらの関係は全く認められなかった。

(3) 子牛の健康状況

冬季におけるカーフハッチの子牛も風邪や下痢が散発的に発生したが、保温ペンの子牛より発生が少く症状も軽く、ほとんどが3日以内に治癒した。夏季は天候不順な時期に下痢が集中的に発生したこともあり、1頭がへい死した。カーフハッチの子牛の血液、血清の臨床生化学的所見並びに血清中ウイルスHI抗体価の推移に異常は認められなかった。冬季に子牛の鼻汁中にマイコプラズマが検出された場合もあったが、発症までに至らなかった。

4 子牛のカーフハッチ利用率と気象要因

優れた環境特性をもつカーフハッチを、寒地の自然環境下で子牛がどのように利用するのか、また、その利用状況が気象要因とどのように関係しているか等について検討した。

表3 冬季における子牛の成長量の総合比較

項目	試験№	保温ベン				カーフハッチ					
		頭数	0~1か月齢	1~2"	2~3"	0~3"	頭数	0~1か月齢	1~2"	2~3"	0~3"
日増体量 (g)	1-2)	3	788	963	742	824	3	682	982	728	794
	1-3)	6	615	752	838	727	3	644	767	818	745
	1-4)	6	522	768	911	747	6	614	809	865	767
	平均		612	800	848	754		639	842	819	767
体高成長量 (cm/月)	1-2)	3	8.6	5.2	6.4	3	5.0	5.1	5.0		
	1-3)	6	6.1	4.3	4.5	5.0	3	5.4	4.8	4.8	5.0
	1-4)	6	7.0 ^a	4.2	5.0	5.4	6	5.2 ^b	5.0	5.7	5.3
	平均		7.0 ^a	4.4	4.8	5.4		5.2 ^b	5.0	5.3	5.2
胸囲成長量 (cm/月)	1-2)	3	12.5	7.2	9.0	3	11.1	9.2	9.8		
	1-3)	6	10.0	8.5	8.8	9.0	3	10.7	10.5	9.3	10.1
	1-4)	6	10.2	8.3	7.9	8.8	6	10.1	9.3	8.6	9.3
	平均		10.6	8.2	8.1	8.9		10.5	9.6	8.9	9.6
腹囲成長量 (cm/月)	1-2)	3	15.9	19.1	18.1	3	18.5	17.1	17.6		
	1-3)	6	13.3	24.1	14.5	17.1	3	15.8	23.0	15.6	18.0
	1-4)	6	10.4	21.9	16.9	16.2	6	13.8	20.7	15.0	16.3
	平均		12.7	22.2	16.4	16.9		15.5	20.3	15.7	17.1
管囲成長量 (mm/月)	1-4)	6	1.0	1.8	3.1	2.0 ^a	6	3.5	3.3	4.6	3.8 ^b

注：各項目ごとの処理間における異文字は有意差(P<0.05)を示す。

表4 カーフハッチの夏季における子牛成長量

項目	試験№	頭数	0~1か月齢	1~2"	0~2"
日増体量	2-1)	4	658	730	695
	2-2)	6	657	746	694
	平均		657	739	694
体高成長量 (cm/月)	2-1)	4	4.7	6.5	5.5
	2-2)	6	5.7	5.2	5.5
	平均		5.3	5.7	5.5
胸囲成長量 (cm/月)	2-1)	4	10.4	7.0	8.8
	2-2)	6	13.6	5.5	9.0
	平均		12.2	6.1	8.9
腹囲成長量 (cm/月)	2-2)	6	18.6	15.3	16.7
管囲成長量 (mm/月)	2-2)	6	7.5	6.8	7.0

表5 人工乳摂取量と成長量の相関関係

項目	保温ベン		カーフハッチ	
	冬季	夏季	冬季	夏季
0~7週齢の人工乳摂取量(kg)	24.9		36.4	33.8
相関係数	日増体量	0.672**	0.736**	0.008
	体高成長量	0.707**	0.348	0.311
	胸囲成長量	0.367	0.360	-0.060
	腹囲成長量	0.446	0.243	-

注：**印は有意(P<0.01)

前述した冬季3回、夏季2回の試験の中でそれぞれの子牛の行動を、8ミリカメラのコマ撮り法、光電スイッチ記録法及び15分間隔の肉眼鑑察法等によって調査した。

その結果、冬季における子牛のカーフハッチ利用率は約90%で、伏臥の状態を利用する場合が多かった。夏季においては冬季より一般的に利用率が減少したが、降雨日は無降雨日より高い利用率を示した。また、子牛のカーフハッチ利用率は、冬季において風速と強い正の相関々係が認められた(表6)。夏季においては個体差はあるが、降雨日を除いた日の外気温、黒球温度など熱的環境指標と正の相関の傾向がみられた。これらのことから、子牛は冬季には主として風をさけるため、夏季には暑さと雨をさけるためにカーフハッチを利用することが確かめられた。

以上の検討から、子牛は寒冷環境に対して産熱性と断熱性を自から高めることによってそれに十分適応し、しかも正常に発育することから、子牛を健康に飼育するためには、新

表 6 気象要因とカーフハッチ利用率の相関関係 (冬季)

気 象 要 因	相 関 係 数	回 帰 式
日 平 均 気 温	-0.057	
最 高 気 温	-0.339*	$y=88.19-0.37x$
最 低 気 温	0.289*	$y=91.03+0.31x$
風 速	0.738**	$y=76.16+8.98x$
日 照 時 間	-0.244	
日 射 量	-0.226	
日 寒 指 数	0.488*	$y=71.70+9.73x$

注：(1) * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

(2) y : カーフハッチ利用率, x : 各気象要因

鮮な空気を常に与えるととも、冬季には体のぬれと風、夏季には暑さと雨をさげ得る環境を保証すればよいことになる。カーフハッチはこれらの要件を十分に満たしており、子牛はこのようなカーフハッチの環境特性を十分に利用することが示された。また、カーフハッチは施設費が極めて安価な上、疾病の伝播防止にも有効である。北海道において現在、

カーフハッチは既に一般化しつつあり、1982年に行ったアンケート調査においても、子牛の損耗防止に顕著な効果が示されているので、今後さらに利用の増加が期待される。

おわりに、日本畜産学会北海道支部賞を受

賞するにあたり、御推薦いただいた道立滝川畜産試験場長奥村純一氏、同根釧農業試験場長田辺安一氏、同中央農業試験場畜産部長阿部登氏、同新得畜産試験場長小崎正勝氏並びに本研究に御協力をいただいた北海道大学農学部教授堂腰純氏ほか関係者各位に深甚な謝意を表します。